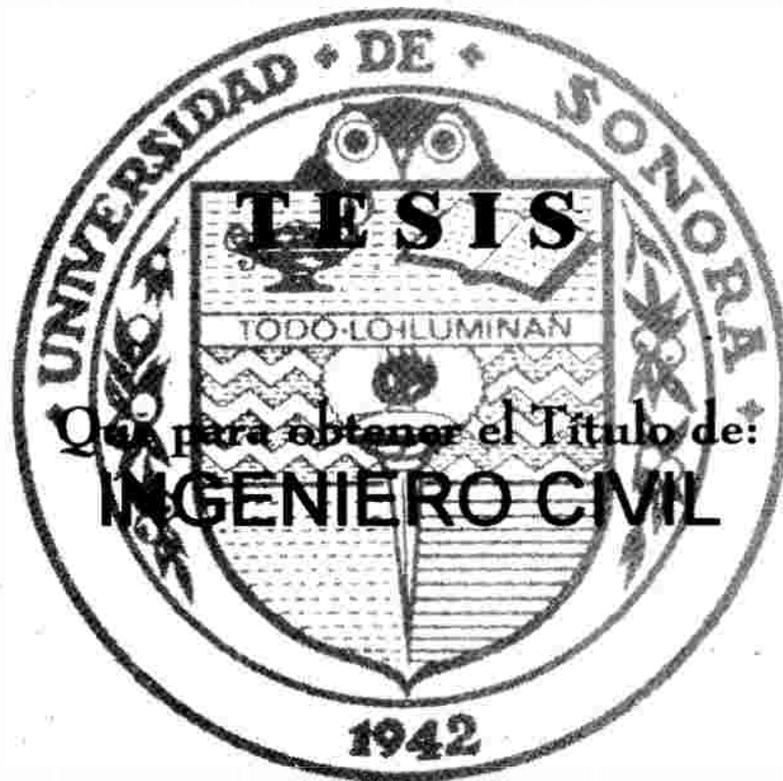


UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

“Estudios de Ingeniería de Tránsito”



Que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL

Presenta:
Luis Noé González Lucero

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
I.1 EL ORIGEN DE LAS COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	3
I.2 PROBLEMAS QUE DIERON ORIGEN A LA INGENIERIA DE TRANSITO	3
I.3 LA INGENIERIA DE TRANSITO EN MEXICO	5
I.4 SOLUCION AL PROBLEMA DE TRANSITO	6
I.4.1 SOLUCION INTEGRAL	6
I.4.2 SOLUCION PARCIAL DE ALTO COSTO	6
I.4.3 SOLUCION PARCIAL DE BAJO COSTO	7
I.5 BASES PARA UNA SOLUCION	7
II. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TRANSITO	8
II.1 EL USUARIO	8
II.1.1 EL PEATON	8
II.1.2 EL CONDUCTOR	9
II.2 EL VEHICULO	10
II.2.1 VEHICULO DE PROYECTO	10
II.3 EL CAMINO	11
II.3.1 VOLUMENES DE TRANSITO	12
II.3.2 VELOCIDAD	15
II.4 ACCIDENTES	16
II.4.1 FUENTES DE INFORMACION	17
II.4.2 LIMITACIONES DEL CONDUCTOR	18
II.4.2.1 VISION	18
II.4.3 ESTADISTICA	20
II.4.4 MAGNITUD	21
III. DESCRIPCION Y APLICACION DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO	23
III.1 ESTUDIOS DE VOLUMENES DE TRANSITO	24
III.1.1 METODOS DE AFORO	26
III.1.1.1 METODO MANUAL	26
III.1.1.2 METODO MECANICO	27
III.2 ESTUDIOS DE LA VELOCIDAD	31
III.2.1 ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE PUNTO	33
III.2.2 TIEMPO DE RECORRIDO Y DEMORAS	42

III.2.2.1	METODO DE PLACAS	45
III.2.2.2	METODO DE VEHICULO DE PRUEBA	45
III.2.2.3	METODO DE LA ENTRVISTA	46
III.2.2.4	PERSONAL Y EQUIPO	46
III.3	ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO	47
III.3.1	METODOS PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO	48
III.3.1.1	METODO DE ENCUESTA A CONDUCTORES DE VEHICULOS	49
III.3.1.2	METODO DE TARJETAS POSTALES A LOS CONDUCTORES DE VEHICULOS EN MOVIMIENTO ..	49
III.3.1.3	METODO DE PLACAS DE VEHICULOS EN MOVIMIENTO	50
III.3.1.4	METODO DE ETIQUETA SOBRE EL VEHICULO	50
III.3.1.5	METODO DE PLACAS DEL VEHICULO ESTACIONADO	51
III.3.1.6	METODO DE ENCUESTA DOMICILIARIA	51
III.3.1.7	METODO DE CUESTIONARIO POSTAL A PROPIETARIOS DE VEHICULOS DE MOTOR	51
III.3.2	SELECCIÓN DEL METODO APROPIADO	52
III.3.3	COMPROBACION DE LA INFORMACION	53
III.4	ESTUDIOS PEATONALES	53
IV.	APLICACIONES DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO	66
IV.1	ESTUDIOS DE VOLUMENES DE TRANSITO QUE SE PRESENTAN EN LOS ACCESOS Y CALLES EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA.....	66
IV.2	ANALISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO DEL CAMPUS EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA	68
IV.2.1	ESTUDIOS DE ESTACIONAMIENTO	68
IV.2.2	OFERTA Y DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO	69
IV.2.1	INVENTARIO DE ESTACIONAMIENTO	71
V.	CONCLUSIONES	93
	BIBLIOGRAFIA	95

Debido al acelerado crecimiento de la población, se transportan cada vez mayores cantidades de bienes y personas; por lo que ha sido inminente el conservar en mejores condiciones los caminos, así como proyectar y construir las nuevas vialidades con mejores criterios y normas; con el objeto de que el recorrido a través de los caminos se realice en forma económica, cómoda y segura:

La rama de la ingeniería civil que se encargá de afrontar los problemas relacionados con la circulación de vehículos es la "Ingeniería de Tránsito" la cual se define como "La aplicación de las ciencias físico – matemáticas, en la planeación de calles, carreteras y zonas anexas a ellas, en el proyecto de sus características geométricas y en circulación de vehículos; con el propósito de transportar personas y cosas en forma segura, económica y cómoda".

En México la aplicación sistemática es relativamente reciente ya que en el año de 1968, con el propósito de unificar criterios y establecer normas para la planeación, conservación, remodelación y construcción de caminos ya sea éstos en el ámbito rural o urbano, la Secretaría de Obras Públicas creó la Dirección General de Ingeniería de Tránsito y Estudios Especiales; siendo su función básica la de realizar estudios necesarios para conocer las características de los elementos del tránsito (conductor, peatón, vehículo y camino), así como proponer criterios, normas y especificaciones que deben aplicarse en el proyecto geométrico de intersecciones, vialidades y dispositivos para el control del tránsito; todo esto con el fin de obtener mejores condiciones de seguridad, operación y eficiencia para el tránsito de vehículos.

El objetivo de esta tesis es preparar un documento para ayudar a las personas a quienes han sido asignadas responsabilidades de vialidad, en una orientación realista de solución a los problemas de ingeniería de tránsito. Los estudios básicos están encaminados para resolver las situaciones más comunes.

No importa que tan simple sea el problema o que tan elemental sea el estudio que se va a llevar a cabo, lo esencial es que este bien organizado, esto significa que debe planearse antes de que se inicie el estudio. El personal debe ser seleccionado y si es necesario debe ser entrenado.

I.1 EL ORIGEN DE LAS COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

El vehículo que actualmente satura las calles y carreteras, se ha incorporado a la vida cotidiana y la importancia que tiene hoy en día.

El transporte ha tenido un papel importante en cada uno de los aspectos de desarrollo de las civilizaciones antiguas y modernas. En la medida en que la civilización se ha tornado más compleja, se ha incrementado la necesidad de unir las distintas actividades que se llevan a cabo en lugares separados, transportando personas, animales y mercancías en diversos medios de comunicación. El éxito en satisfacer esta necesidad, ha sido y será uno de los principales contribuyentes en la elevación del nivel de vida de las sociedades de todos los países del mundo.

La progresiva expansión de nuestras comunidades, ha hecho que el movimiento diario de los usuarios se haya convertido en un problema demasiado complejo, ya que el crecimiento rural y urbano constantemente está causando múltiples demandas de transporte sobre medios existentes inadecuados.

I.2 PROBLEMAS QUE DIERON ORIGEN A LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. En muchos lugares estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad. El problema actual del tránsito radica básicamente en la enorme disparidad que existe entre el vehículo moderno y las vías de diseño obsoleto que tiene que usar. En este problema existen cinco factores que podrían

incrementario y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlo .

* Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad

- Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
- Automóviles diversos.
- Camiones y autobuses, de alta velocidad.
- Camiones pesados, de baja velocidad , incluyendo remolques.
- Vehículos tirados por animales, que aún subsisten en algunos países.
- Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.

* Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas

- Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.
- Calles angostas, torcidas y pronunciadas pendientes.
- Banquetas insuficientes.
- Carreteras que no han evolucionado.

* Falta de planificación en el tránsito

- Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones anticuadas.
- Intersecciones proyectadas sin base técnica.
- Previsión casi nula para estacionamiento.
- Localización inapropiada de zonas residenciales en relación con zonas industriales o comerciales.

* El automóvil no considerado como una necesidad pública

- Falta de apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
- Falta de apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.

- Legislación y reglamentos del tránsito anacrónico que tienden mas a forzar al usuario de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- Falta de educación vial del conductor y del peatón.

1.3 LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO EN MEXICO

Las primeras aplicaciones de la Ingeniería de Tránsito en México, corresponden a los estudios de volúmenes de tránsito, realizados en 1951 por la entonces Secretaría de Obras Públicas, en zona urbana, en la Glorieta Diana en el Distrito Federal y un estudio de origen y destino, para ubicar los puentes sobre el río Santa Catarina, en Monterrey, N.L. en el mismo año.

Con apoyo de la Asociación Mexicana de Caminos, A.C. y varios organismos, continuaron preparándose técnicos en Universidades de nuestro país vecino. En la actualidad, son varias las universidades del país que tienen incluida dicha materia en sus planes de estudio.

En 1966, en la Facultad de Ingeniería Civil en Monterrey, N.L., envía por primera vez a prepararse a dos de sus maestros, con el firme propósito de que regresen a la misma, a impartir los conocimientos adquiridos en dicho curso, lográndose a partir de 1968, una modificación al plan de estudio, se incluyó la asignatura sobre ingeniería de tránsito. La maestría en Ingeniería de Tránsito, que se imparte en Monterrey, N.L., fue la primera en toda Latinoamérica. Actualmente en Colombia se ofrece esta maestría y técnicos Mexicanos imparten algunas asignaturas en ese país.

Si el problema del tránsito causa pérdida de vidas y bienes, o sea que equivale a una situación de falta de seguridad y de ineficiencia económica del transporte, la solución, se obtendrá haciendo el tránsito seguro y eficiente.

Existen tres tipos de solución que se pueden dar al problema del tránsito:

I.4.1 SOLUCIÓN INTEGRAL

Si el problema es causado por un vehículo moderno sobre carreteras y calles antiguas, la solución integral consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, dentro de la previsión posible. Se necesitaría crear ciudades con trazo nuevo, revolucionario, con calles destinadas a alojar el vehículo moderno, con todas las características inherentes al mismo.

En este proyecto se busca el equilibrio de la oferta y la demanda con el trazo de arterias troncales con control de accesos para facilitar el viaje al centroide, con calles secundarias que drenan las zonas de habitación y trabajo hacia el lógico desfogue que las lleve a las zonas centroidales.

Esta solución es fácil de imaginar, es impráctica y casi imposible de aplicar en las ciudades actuales, ya que se necesita demoler las ciudades y caminos antiguos y reemplazarlos por nuevas con características y especificaciones totalmente nuevas.

I.4.2 SOLUCIÓN PARCIAL DE ALTO COSTO

Esta solución equivale a sacar el mejor partido posible de lo que actualmente se tiene, con ciertos cambios necesarios que requieren fuertes inversiones. Los casos críticos, como calles angostas, cruceos peligrosos,

etc. puede atacarse mediante la inversión necesaria que es, muy elevada. Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistema de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados.

I.4.3 SOLUCIÓN PARCIAL DE BAJO COSTO

Consiste en el aprovechamiento al máximo de las condiciones existentes, con el mínimo de obra material y el máximo en cuanto a regulación funcional del tránsito, a través de técnicas depuradas, así como disciplina y educación por parte del usuario. Esta solución incluye la legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito, las medidas necesarias de educación vial; el sistema de calles con circulación en un sentido; el estacionamiento de tiempo limitado; el proyecto específico y apropiado de señales de tránsito y semáforos; canalización del tránsito a bajo costo; las facilidades para la construcción de terminales y estacionamientos.

I.5 BASES PARA UNA SOLUCIÓN

Los elementos que trabajando simultáneamente, van a dar lo que se requiere para un tránsito seguro y eficiente, son:

- * La Ingeniería de Tránsito
- * La educación vial
- * La legislación y vigilancia policiaca

II. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DEL TRÁNSITO

II.1 EL USUARIO

Son todas aquellas personas que hacen uso de las facilidades proporcionadas por la Ingeniería de Tránsito, ya que su comportamiento puede hacer triunfar o fracasar acciones de tipo técnico, basadas en una estimación subjetivo del mismo, ellos son: el peatón y el conductor. Por la importancia del usuario en el flujo vehicular, se deberán considerar las habilidades, limitaciones y su comportamiento, en la elaboración de cualquier proyecto de Ingeniería de Tránsito y Transporte. Todos los proyectos o leyes que se realicen con el fin de ordenar el tránsito deben reflejar sus deseos para evitar la desobediencia que pueden ser fatales. Los seres humanos, peatones y conductores, son elementos primordiales del tránsito por calles y carreteras, deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de poder ser controlados y guiados en forma apropiada.

II.1.1 EL PEATÓN

El peatón potencial es la población en general. Al integrarse al sistema vial de calles y carreteras, se ve expuesto a un sinnúmero de peligros, siendo necesario protegerlos de los vehículos. La importancia del estudio del peatón radica en que no sólo es víctima de los accidentes de tránsito, sino también una de sus causas.

Existen tres métodos para regular y proteger al peatón:

* **Métodos Técnicos:**

Banquetas, semáforos, cruces peatonales, barreras peatonales, zonas e isletas de seguridad, pasos a desnivel, iluminación, señales y marcas, regulación policiaca.

* **Métodos Educativos**

Deben ser claros y objetivos, con la mayor difusión posible, con fundamento lógico, en apoyo a una solución. Los medios que se utilizan son: el radio, la prensa, la televisión, cine, folletos y escuelas.

* **Métodos Coercitivos**

Son las normas, reglamentos y leyes. Las normas no implican infracción; los reglamentos implican infracción y las leyes implican infracción y/o cárcel.

II.1.2 EL CONDUCTOR

Son las personas que tiene bajo su mando la decisión de operar el movimiento de un vehículo, bajo las condiciones prevalecientes del camino. El comportamiento del conductor obedece a una serie de eventos que están relacionados a factores físicos del ser humano, como es la percepción, la identificación el juicio y la reacción, a este lapso de tiempo se le denomina tiempo de reacción.

Los factores que afectan su conducta son: internos, externos y psicológicos. Los Internos como los sentidos, edad, sexo, deficiencias físicas; externos como el

psicológicos como la experiencia, motivación, inteligencia y aprendizaje.

II.2 EL VEHÍCULO

Una carretera tiene por objeto permitir la circulación, económica, segura y cómoda de vehículos controlados por un conductor.

El vehículo es el principal elemento que se debe considerar al proyectar las vialidades y servicios complementarios para la demanda vehicular que existirá, para evitar los problemas de congestionamiento y accidentes.

Los vehículos tienen una amplia variación tanto en forma como en características y propósitos para los que fueron diseñados, es necesario estandarizar los vehículos, en tipos para considerarlos como vehículo de proyecto.

II.2.1 VEHÍCULO DE PROYECTO

Es un vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiarán al proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, para que en éstas puedan transitar vehículos de este tipo.

Para fines de proyecto, se consideran dos tipos de vehículos: ligeros y pesados. Las principales características para su clasificación son: las geométricas definidas por las dimensiones y radio de giro; las de operación definidas por la relación peso/potencia, capacidad de aceleración y desaceleración, estabilidad en curvas y costos de operación.

El vehículo de proyecto debe seleccionarse de manera que represente un porcentaje significativo del tránsito que circulara por el camino, y la tendencia de los fabricantes a modificar las características de los vehículos.

Los vehículos de proyecto se denominan por la distancia entre ejes extremos del vehículo.

VEHICULOS DE PROYECTO

DENOMINACIONES		VEHICULO REPRESENTADO	
LIGEROS	DE-335	Ap,Ac	Automóviles de pasajeros y de carga
PESADOS	DE-450	C2	Camiones de carga de dos ejes
	DE-610	B, C3	Autobuses y camiones de carga de tres ejes
	DE-1220	T2-S1, T2-S2	Tractor de dos ejes y semiremolque de uno y dos ejes
	DE-1525	T3-S2, T3-S3	Tractor de tres ejes y semiremolque de dos y tres ejes

II.3 EL CAMINO

El camino es una superficie de rodamiento construida con materiales debidamente seleccionados, con alineamiento vertical y alineamiento horizontal adecuado, para que el flujo vehicular que se presente transite de una manera rápida, cómoda y segura. La red vial es el patrimonio más valioso que tiene el país, la cual deberá estar debidamente planeada, construida y conservada.

Forman parte integral del camino, de una calle o carretera, todos los recursos visibles de ella, influyendo en su diseño: el alineamiento vertical, alineamiento horizontal, diferentes elementos de la sección transversal, distancia de visibilidad de parada como de rebase y las intersecciones. Los tres factores principales que definirán las características geométricas del camino a fin de que se

Principales seguridad, eficiencia y la economía al usuario, son los volúmenes de tránsito, composición vehicular y velocidad. Existen otros elementos que influyen en un camino son los puntos obligados por los que necesariamente deberá pasar la carretera, por razones técnicas, económicas, sociales y políticas, distinguiendo los principales de los intermedios. Los puntos principales comprenden las poblaciones, zonas productivas (agrícolas, ganaderas, industriales), atractivos turísticos; los puntos intermedios que dependen de la topografía del terreno, de las características físicas y geológicas, como son los puertos orográficos o cruces de los ríos.

II.3.1 VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados de un carril o de una calzada durante un periodo específico de tiempo. Al proyectar una carretera o calle, la selección del tipo de vía, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen del volumen de tránsito (demanda) que circulará en un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición. Es importante tener conocimiento de las características del tránsito, para programar los aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar. 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 las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año, también es importante conocer la variación de los volúmenes de tránsito en función de su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

En los estudios de volúmenes de tránsito es útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total, sirve para determinar las características geométricas de un proyecto carretero.

que es el volumen total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo dado (en días completos) dividido por el número de días del periodo.

Los estudios de volúmenes de tránsito varían desde amplias redes o sistema vial, hasta aforos en lugares específicos. Algunos estudios requieren detalles como la composición del tránsito en una corriente vehicular, mientras que otros requieren de datos específicos sobre movimientos de frente y de vueltas.

Los datos sobre volúmenes de tránsito se utilizan ampliamente en los siguientes campos:

* **Planeación**

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

* **Proyecto**

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

* **Ingeniería de tránsito**

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- Características de flujos vehiculares.
- Zonificación de velocidades.

- Estudios de estacionamientos.

* **Seguridad**

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

* **Investigación**

- Nuevas metodologías sobre capacidad.
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- Estudios 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.

* **Usos comerciales**

- Hoteles y restaurantes.
- Urbanismo.
- Autoservicio.
- Actividades recreacionales y deportivas.

Los volúmenes de tránsito dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen, se utilizan para:

* **Los volúmenes de tránsito anual (TA)**

- Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas.
- Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
- Calcular índices de accidentes.
- Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras de cuota.

- * **Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD)**
 - Medir la demanda actual en calles y carreteras.
 - Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial.
 - Definir el sistema arterial de calles.
 - Localizar las áreas donde se necesite construir nuevas vialidades o mejorar las existentes.
 - Programar mejoras capitales.

- * **Los volúmenes de tránsito horario (TH)**
 - Determinar la longitud y magnitud de los periodos de máxima demanda.
 - Evaluar deficiencias de capacidad.
 - Establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforos y marcas viales; jerarquización de calles, sentidos de circulación y rutas de tránsito; y prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.
 - Proyectar y rediseñar geoméricamente calles e intersecciones.

II.3.2 VELOCIDAD

La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad del flujo de tránsito. Su importancia, como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de la mayoría de los elementos del proyecto.

La velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que tarda en recorrerlo.

diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente de tránsito. Ello es consecuencia del sinnúmero de factores que afectan la velocidad, como son las limitaciones del conductor, las características de operación del vehículo, la presencia de otros vehículos, las condiciones ambientales y las limitaciones de velocidad establecidas por dispositivos de control. Estos factores hacen que la velocidad de cada uno de los vehículos varíe a lo largo del camino. Esta disparidad en la velocidad representativa es la velocidad media.

II.4 ACCIDENTES

El transporte automotor si bien ha venido a facilitar la vida del hombre y a influir notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituir una importante causa de accidentes, siendo motivo de miles de muertes cada año. Esto ha despertado gran interés entre todos los especialistas y ha motivado gran número de estudios, para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las carreteras.

Es el acontecimiento imprevisto en el que se ocasionan daños materiales y/o lesiones o muerte de personas, en vías abiertas a la circulación de vehículos motorizados y en el cual está involucrado por lo menos un vehículo de motor.

La importancia que actualmente tiene el conocimiento de la información sobre accidentes de tránsito, es poder determinar los puntos conflictivos del sistema vial y así analizar el resumen de los hechos y los datos de campo, para proponer el tratamiento correctivo necesario en el proyecto geométrico y de señalamiento del campo, así como para la elaboración de los análisis económicos que servirán de base, para la justificación de la obra.

III.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información se recopila principalmente de dos fuentes son:

- a) Las delegaciones de tránsito federal en los Estados, que dependen de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- b) De los registros de accidentes de tránsito que recopilan las autoridades municipales y que reportan a la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

Para tener correctamente los datos de este inciso, deberá tenerse especial cuidado por lo que respecta al nombre del camino o de la calle y el kilómetro donde ocurrió el accidente, ya que en algunos lugares los reportes de accidente, conservan la nomenclatura antigua de carreteras. La persona encargada de esta recopilación tendrá que hacer las conversiones necesarias para dar la correcta ubicación y localización del accidente de tránsito.

En el caso de calles deberá precisarse la ubicación de la misma mencionando entre que vías se registró el accidente.

Los estudios realizados al respecto indican que para reducir los accidentes viales se necesita:

- Mejor preparación del usuario,
- Mayor seguridad de los vehículos, Adecuada legislación y vigilancia,
- Condiciones que permitan una mejor operación del sistema vial.

Actualmente se tiene abundante información para la elaboración de proyectos que consideren más claramente los distintos factores concurrentes en la operación de un vehículo, como son las necesidades y limitaciones del usuario.

De todos los accidentes relativos al transporte automotor, los estudios indican que, en un 75%, la causa principal es atribuible al conductor. Los principales motivos en ese 75% de accidentes son:

- Invasión del carril contrario,
- Impericia del conductor.

Aunque en un accidente, por parte del usuario, influyen factores emocionales, fatiga, hipnosis del camino y la posible impreparación del conductor, también debe considerarse que en la mayoría de los accidentes, las circunstancias habrían cambiado de tenerse un camino en mejores condiciones.

II.4.2 LIMITACIONES DEL CONDUCTOR

Generalmente se considera que los conductores de vehículos tienen dos limitaciones: la visión y el tiempo de reacción; estas limitaciones deben ser tomadas en cuenta en todo proyecto geométrico de caminos.

II.4.2.1 VISIÓN

La máxima agudeza visual del conductor, corresponde a un cono de 3 grados, siendo bastante clara la visión entre 5 y 6 grados; hasta 12 grados la visión es regularmente clara. En el resto del campo visual la visión es borrosa, aunque se pueden distinguir la luz y el movimiento. Si suponemos que se tiene un cono de visión de 10 grados a cada lado del eje del camino, se considera que con ligeros movimientos del ojo del conductor, hacia ambos lados, éste obtendrá un campo de visión relativamente clara, de 20 grados, en su trayectoria. En este cono de 20 grados, tan sólo 5 grados tendrán la mayor claridad en cualquier instante. En algunas ocasiones, razones prácticas inducen a aceptar movimientos adicionales del ojo para ampliar ese campo visual y captar algunos detalles, tales como vehículos que se aproximan, señalamiento y otros; sin embargo, el campo visual de todas maneras está limitado a un ángulo agudo.

El caso crítico ocurre en la oscuridad o en condiciones de poca iluminación, en donde influyen también los efectos del deslumbramiento, que representa tiempo para recuperarse del mismo. Durante el día, la visión de un conductor abarcará hasta dos cuadras de distancia en zona urbana y hasta 800 m aproximadamente en la carretera. La distancia de percepción nocturna se reduce hasta llegar a un 35% aproximadamente de la normal, cuando un conductor está frente a las luces de otro vehículo. La contracción de la pupila para hacer frente a esta circunstancia tarda 3 segundos generalmente y para la recuperación de su diámetro normal, después que desaparece la fuente de luz que tenía enfrente, se requieren 6 segundos o más. Este factor es determinante al considerar los proyectos de intersecciones y ha motivado que se recomiende la iluminación apropiada de todo entronque importante.

El conductor principalmente percibe estímulos visuales, auditivos y cinéticos, y se acepta que el tiempo de reacción depende del tipo de estímulo percibido.

El intervalo que existe entre ver, oír o sentir y la acción de responder estos estímulos en cualquier situación del tránsito, se llama tiempo de reacción. El tiempo de reacción puede variar para cada conductor y según las distintas situaciones del tránsito. Los motivos de distracción incrementarán el tiempo para reaccionar. El tiempo de reacción es el necesario para que el conductor se haga cargo de la situación y empiece a actuar. Mediante pruebas de laboratorio y de campo se ha determinado que el tiempo de reacción para fines de proyecto puede variar desde 0.5 hasta 2.5 segundos.

Los accidentes se producen por circunstancias inherentes a cualquiera de los tres elementos relacionados, a saber: el camino, el vehículo y el usuario. Para deducir la falla operacional y la magnitud de los accidentes, se deberán estudiar y analizar detenidamente las estadísticas de los mismos. Sólo así se podrá plantear el problema, en busca de una solución consecuente con la realidad. El correcto

planteamiento aportará los requisitos que deben cumplirse para tener un buen proyecto geométrico y de señalamiento.

II.4.3 ESTADÍSTICA

El registro de accidentes se inicia con el informe formulado por el agente de tránsito en cada accidente, al ocurrir los hechos. Es conveniente que todos los informes sobre accidentes de tránsito sean concentrados a una oficina central, en donde los interesados puedan tener fácil acceso a los mismos. Para facilitar el uso de los datos contenidos en los informes de accidentes de tránsito, es preciso que sean archivados por orden de ubicación. Para ello, deben usarse unas guías primarias con los nombres de las calles o caminos; en este último caso, con la clave aprobada por la Secretaría de Obras Públicas, para la ubicación de un punto dado sobre el camino.

Con los datos, obtenidos se forman mapas de frecuencia de accidentes, para determinar la distribución de los mismos. Estos mapas pueden ser de una región o de una ciudad; se indicará en ellos la situación de los accidentes, empleando símbolos para representar las distintas clases de los mismos.

Cuando se trate, de accidentes urbanos se puede usar un plano a una escala entre 1: 5 000 y 1: 10 000, con los nombres de las calles anotados. En regiones rurales se pueden usar mapas a escala que varíen de 1:25 000 a 1:50 000. Con la ayuda de los mapas de ubicación de accidentes se determinarán los puntos de alta frecuencia, para orientar la labor de estudio, de la que se derivará la experiencia para proyectos de obras futuras y de las posibles modificaciones geométricas de señalamiento, de iluminación.

Para medir la magnitud de los accidentes no deben usarse números absolutos, sino cifras relativas tomando en cuenta los elementos que intervienen, cuantificándolos por medio de índices, como los citados a continuación:

Índice basado en la población

Índice basado en el número de vehículos

Índice basado en el tránsito

Índice para intersecciones

Estos índices son los instrumentos para medir la gravedad del problema en números relativos; básicamente existen dos tipos, los que se refieren al total de accidentes y los que se refieren al total de muertos; en ambos, es costumbre tomar como periodo un año.

Índice basado en la población. Relación entre el número de accidentes que ocurren en una ciudad, región, país o sistema vial, y el número de habitantes de la unidad geográfica considerada.

$$I_{AP} = \frac{\text{Número de accidentes en el año} \times 100,000}{\text{Número de habitantes}}$$

Es útil para hacer comparaciones cuando las condiciones socioeconómicas sean semejantes.

Índice basado en el número de vehículos. Relación entre el número de accidentes que ocurren en la unidad geográfica considerada y el número de vehículos registrados en la misma.

$$I_{AV} = \frac{\text{Número de accidentes en el año} \times 100,000}{\text{Número de vehículos registrados}}$$

Útil para comparar ciudades, entidades, países o sistemas viales.

Índice basado en el tránsito. Relación entre el número de accidentes en una unidad geográfica y el tránsito en esa unidad, expresado en vehículos-kilómetros.

$$I_{AT} = \frac{\text{Número de accidentes en el año} \times 100,000}{\text{Número de vehículos-kilómetro}}$$

Útil para comparar tramos de caminos, núcleos de población, entidades o países.

La unidad vehículos-kilómetros puede determinarse, ya sea multiplicando el número de vehículos al año por la longitud recorrida en el tramo, en el caso de un tramo determinado de un camino, o bien multiplicando el consumo anual de combustible por el rendimiento promedio.

Índice para intersecciones. Relación entre el número de accidentes que ocurren en una intersección y los volúmenes que concurren a la misma por sus accesos.

$$I_{AI} = \frac{\text{Accidentes} \times 100,000}{\text{Sma de volúmenes en los accesos de la intersección}}$$

Para obtener índices de mortalidad se usarán las fórmulas anteriores, sustituyendo el número de accidentes por el número de muertos en el año.

III. DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO.

El vehículo ha traído consigo una libertad de movimientos y comodidad jamás conocidos. El poblado más pequeño hasta la ciudad más grande, forman una nación sobre ruedas; el camión, el autobús y el automóvil traen innumerables beneficios y un alto nivel de vida. Estos mismo vehículos tienen también muchos problemas de tránsito y estacionamiento, los cuales son relativos por naturaleza. Por ejemplo, un problema de estacionamiento puede aparecer en una comunidad pequeña cuando una persona que se estaciona necesita caminar sesenta metros. Sin embargo, la gente de algunas de nuestras ciudades más grandes puede no sentir el problema, hasta que encuentra necesario caminar mas de trescientos metros. No obstante, en cualquiera de los casos el problema es real, tanto para el ciudadano como para las autoridades que tienen que enfrentarse a él.

Los problemas de tránsito y estacionamiento que se analizan con hechos, pueden ser resueltos si las soluciones convencen al público. Por otra parte las autoridades que resuelven estos mismos problemas desde un punto de vista emocional o subjetivo pueden verse frustradas y forzadas a ceder a las demandas del momento. Estas presiones, las cuales han ocasionado grandes problemas, pueden tener respuesta solamente con datos y análisis ordenados y con la aplicación uniforme de dispositivos que prevengan, guíen y controlen al conductor y al peatón.

En casi todos los casos se requerirá menos tiempo para recopilar los datos, analizarlos y presentarlos en forma inteligible, que el que se requerirá cuando se hace en forma desordenada y que a menudo resulta de un enfoque inadecuado. Es importante recordar que estos problemas son bastantes reales para la gente

que los presentan y esa gente está buscando orientación. El análisis y estudio de los datos son la base para esta orientación y conducen a llegar ordenadamente a la solución de nuestros problemas, cada vez mayores de tránsito y estacionamiento.

La movilidad adecuada es una necesidad creciente de nuestra sociedad. Para cumplir esta necesidad se requiere que el desplazamiento en todos los medios de transporte sea lo mas seguro y eficiente posible. Los accidentes, el congestionamiento y los retardos que ocasionan ha sido un problema para los sistemas de transportación. Una parte fundamental de las aplicaciones de la ingeniería a estos problemas es el beneficio en bienes y en vidas, además de los importantes ahorros económicos. En este último no solo cuentan las horas hombre ahorradas al descongestionar la vialidad o al construir una vía alterna de alivio, sino los ingresos que produce la organización mecanizada y racional del control de vehículos y de conductores; la aplicación estricta de un reglamento enfocado a aumentar la seguridad y los ingresos producidos por estacionamientos de la ciudad.

III.1 ESTUDIOS DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO

La determinación del volumen de tránsito es básica para la evaluación del movimiento del tránsito, debido a que proporciona una escala de comparación mostrando la importancia relativa a las distintas obras en la planificación, diseño de carreteras y en la estimación de la recuperación de 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,

preventiva por las autoridades correspondientes.

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

No se deben realizar aforos en días festivos, ni en períodos vacacionales.

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 las 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 datos que se requiera y la aplicación que se le dará a los mismos. Pueden ser:

- Aforos de 24 horas. Que cubren normalmente cualquier período de 24 horas entre el mediodía del lunes y el mediodía del viernes. El tránsito los lunes en la mañana y los viernes en la tarde varían los patrones normales de comportamiento.

- Aforos durante períodos de máxima demanda. Varían dependiendo del tamaño del área metropolitana, proximidad a centros generadores de flujo vehicular, como son el centro de la ciudad o áreas industriales, los períodos de tiempo comúnmente usados son de 7 a 9 A.M. y de 5 a 7 P.M.

A los datos obtenidos, se les deberán aplicar factores de ajuste para compensar variaciones estacionales, proporcionar estimaciones realistas de las

consistencia del volumen promedio, o expandir el rango de una estimación de volumen para un periodo mas largo. Estos factores de correlación se pueden obtener mediante la utilización de los datos registrados en las estaciones de conteo permanente o de control.

III.1.1 MÉTODOS DE AFORO

Para la obtención de los volúmenes de tránsito existen dos métodos de aforos: manual y mecánico.

III.1.1.1 MÉTODO MANUAL

El aforo manual es un método para obtener datos de volúmenes del 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 (camiones por tamaño, peso, número de ejes; autobuses, automóviles, motocicletas, bicicletas).
- Movimientos direccionales en una intersección o en una entrada.
- Dirección del recorrido.
- Procedencia de los vehículos por medio de las placas.
- Uso por carril y/o longitud de colas.
- Número de pasajeros por vehículo (ocupancia).
- Obediencia a los dispositivos para el control del tránsito.

Los métodos manuales son usados frecuentemente para comprobar la exactitud de los contadores mecánicos. Así mismo, este método es usado cuando las condiciones físicas y climatológicas interfieren con el uso de los contadores automáticos del tránsito.

Ventajas: se puede obtener mayor exactitud; puede ser obtenida más información y el trabajo de gabinete se simplificado.

Desventajas: fallas humanas en la obtención de mediciones erróneas recomendándose en este caso una supervisión estricta.

El objetivo de la práctica es realizar un aforo vehicular de la intersección en estudio y procesar la información obtenida para su análisis.

III.1.1.2 AFORO MECÁNICO

En las estaciones de aforo mecánico, el registro de los volúmenes de tránsito, según el detector empleado, puede ser neumático ó 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 duración de 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.

Un dispositivo mecánico cumple dos funciones: primero detectar o percibir el tránsito; segundo realizar un registro de datos del tránsito.

Tipos de estaciones de aforo:

De acuerdo a la duración e importancia del estudio, las estaciones de aforo pueden ser de dos tipos:

- a) **Estaciones de muestra.** En estas estaciones, los aforos sirven para determinar únicamente el número de vehículos en el lugar y fecha en que se instalaron. Su ubicación es determinada normalmente por los puntos de

límites de poblados. Los conteos de muestra se efectúan para periodos cortos de tiempo, normalmente un día o menos.

- b) **Estaciones de control.** Son aquellos cuya duración es de una semana por cada sentido y su función principal es establecer las variaciones en el tiempo de los volúmenes de tránsito, los conteos de control se realizan generalmente bajo un programa trimestral, pero pueden realizar en un ciclo bimestral, mensual o en forma permanente. La localización de este tipo de estaciones a lo largo de una carretera, es determinada por los puntos en los cuales el volumen de tránsito es alto, bajo o varía rápidamente en o cerca de cada final de la carretera y al comienzo de las mismas.

Existen diferentes aparatos utilizados para detectar los vehículos. Estos son:

Detectores neumáticos.

- Un detector que se compone de una manguera que es el elemento sensible de fácil instalación; registra el paso de los vehículos mediante la presión que se produce en su interior, al ser oprimido por las llantas de los vehículos. Está fabricado de hule puro con el objeto de proporcionar flexibilidad y resistencia, se fija al pavimento formando un ángulo recto con relación a la trayectoria de los vehículos. Un extremo del tubo esta cerrado y el otro extremo esta conectado al interruptor que acciona bajo presión al pasar las ruedas del vehículo desplazando un volumen de aire, de tal modo que crea una presión en el interruptor. La aproximación de la detección de vehículos por medio de tubos neumáticos es de $\pm 5\%$ dependiendo del número de camiones de tres o más ejes y del volumen del tránsito. Es vulnerable a muchos riesgos del tránsito como: llantas con cadenas, barredoras de calles, frenados de vehículos, vandalismo y robo.

se producen dentro de la manguera en movimiento longitudinal de una muelle.

- Contador mecánico, de cinco cifras en las que se registran los impulsos recibidos en una proporción de su impulso por cada unidad, lo que significa pares de ejes.

Contacto eléctrico.

El detector de contacto eléctrico usado en instalaciones permanentes consiste de una placa de acero cubierta por una capa de hule vulcanizado que sostiene una tira de acero flexible. El espacio entre los dos contactos es aire y un espaciador de hule. Al pasar cada eje de un vehículo sobre este dispositivo se cierra el circuito eléctrico. Con este tipo de detector es posible realizar recuentos de vehículos por carril.

Fotoeléctricos.

El registro de objetos por medio de 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. La detección fotoeléctrica no es conveniente para dos o más carriles, cuando se sabe de antemano que los volúmenes serán mayores a mil vehículos por hora. Debido a la gran variación de las características geométricas de los vehículos es muy difícil determinar la altura de la fuente luminosa con relación al terreno de tal forma que no cuente ejes de unidad articuladas o postes de ventanas en los automóviles. Es un sistema simple y digno de confianza, pero está limitado a caminos de volúmenes ligeros, debido a limitaciones en su exactitud y no permite distinguir los volúmenes por carril.

Un fenómeno natural que ocasiona que una señal de radio al ser reflejada por un objeto en movimiento cambie su frecuencia con relación a la señal de radio incidente, es lo que hace posible la detección de vehículos por medio de radar. Los dispositivos de radar no están sujetos a deterioro por la acción del tránsito. Los datos obtenidos son precisos y dignos de confianza. Sin embargo, su costo inicial es mas alto que otros dispositivos para aforos.

Magnético.

Una señal o 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 diafragma en 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 mas que a la luz visible. Los detectores infrarrojos pueden ser activos o pasivos. Los

detectores pasivos detectan el calor radiado por el vehículo.

Existen varios tipos de dispositivos de registros integrados a los detectores para formar una unidad completa de detección y registro. Estos equipos incluyen: Indicador visual, que es un contador acumulativo que lee directamente una suma. Esto requieren que se verifiquen y registren las lecturas al principio y al final del periodo de recuento, ya que no proporcionan un registro impreso. La cinta impresa, que registra el impulso del detector, lo almacena en un registro acumulativo y de acuerdo con el tiempo transcurrido imprime los resultados en una cinta. Los registros de cinta trabajan en periodos de 15 minutos o de una hora. En ambos casos, al final de cada periodo de impresión el contador automáticamente regresa a cero. Carta graficadora, utiliza un dispositivo circular que donde se pueden registrar volúmenes de tránsito en gráficas circulares de cero a mil vehículos, para intervalos de 5, 10, 15, 20, 30 y 60 minutos en periodos de 24 horas o de 7 días. Cinta para computadora, ésta perfora una cinta especial que puede procesarse a través de un aparato traductor que, al ser conectado a una maquina perforadora, produce tarjetas o cinta perforada, para su uso en la computadora. Fotografía, se ha usado equipo para obtener series del tránsito, en una zona en particular, tomadas desde puntos estratégicos elevados. De esta manera se puede obtener un intervalo periódico o casi continuo, de la zona cubierta por el equipo fotográfico.

III.2 ESTUDIOS DE LA VELOCIDAD

Los estudios de velocidad de punto, son realizados en puntos específicos, ya sea antes o después de una intersección o en algún lugar intermedio de un tramo, con el fin de determinar, con base a una muestra del tránsito, la velocidad específica de los vehículos y la distribución de velocidades en el sitio analizado,

bajo las condiciones prevalecientes durante el estudio. Los resultados obtenidos se utilizan para clasificar la operación de los diferentes tipos de vehículos y así poder evaluar la modernización que deberá realizarse a la arteria vial, con el fin de mejorar la circulación. Estos estudios son aplicables en los siguientes casos:

- Para conocer las tendencias a lo largo del tiempo de las velocidades de los diferentes tipos de vehículos en función de los datos obtenidos en muestreos periódicos de puntos seleccionados.
- Para la regulación y control del tránsito, establecido en velocidades límites, tanto en tramos como en puntos específicos; como las aproximaciones a intersecciones, curvas de radio restringido, proximidades a centros escolares y otros.
- En los estudios de accidentes, para establecer la influencia de la velocidad en las vialidades, para aplicar medidas correctivas.
- Para evaluar la efectividad de una modernización en la vialidad, mediante estudios de antes y después de realizada la misma.
- Para determinar las características geométricas que deberá tener un elemento del camino, de acuerdo a la velocidad de proyecto seleccionada.
- Para determinar la capacidad en relación con las velocidades deseadas.
- Para calificar la efectividad de programas de modernización tanto físicas como de reglamentos.

Los estudios para determinar la velocidad son: la velocidad de punto y el tiempo de recorrido.

El estudio de las velocidades de los vehículos de motor puede ser tratado en dos categorías generales: estudio de velocidad de punto y estudio de tiempos de recorrido. Los estudios de velocidad de punto, tienen por objeto medir la distribución de velocidades de los vehículos en un tramo de caminos de longitud relativamente corta. Los resultados se expresan normalmente como velocidades promedio.

La velocidad de punto determina el efecto o la necesidad de diversos dispositivos de control de tránsito, tales como señales preventivas, señales restrictivas de velocidad y zonificación de la velocidad; también determina 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. Los datos no deberán usarse como sustitutos de los estudios de tiempo de recorrido, los cuales normalmente tienen que ver con las velocidades promedio sobre tramos largos.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

En donde:

\bar{X} = Velocidad Promedio (km./hr)

$\sum X$ = Suma de las Velocidades Observadas (km./hr)

N = Numero de Observaciones.

Los estudios de velocidad usualmente se llevan acabo en los siguientes lugares:

En intersecciones y otros puntos críticos de la vía, en donde se registra alta frecuencia de accidentes.

- En sitios donde se propone la instalación de semáforos u otro dispositivo de control.
- Sobre vías principales.
- En puntos representativos escogidos para el estudio de datos básicos.

Si las velocidades van a tomarse con cronómetro, usando un mínimo de equipo, es necesario que la sección se encuentre en tangente.

Los factores que afectan las velocidades de punto son los siguientes: el conductor, el cual opera un vehículo de manera diferente, dependiendo de la edad, sexo, otros; el vehículo, el cual variará con el tipo, tiempo de uso, relación peso potencia y marca; el camino, según características de topografía, radios de curvatura, pendientes, longitud de las mismas, distancia de visibilidad, número de carriles, carril analizado, distancia entre intersecciones, construcciones aledañas al camino; el flujo vehicular, según los volúmenes de tránsito, densidad, dispositivos de control, maniobras de rebase, flujo opuesto, control de acceso; estado del tiempo, incluyendo tiempo del día, mes, estación del año.

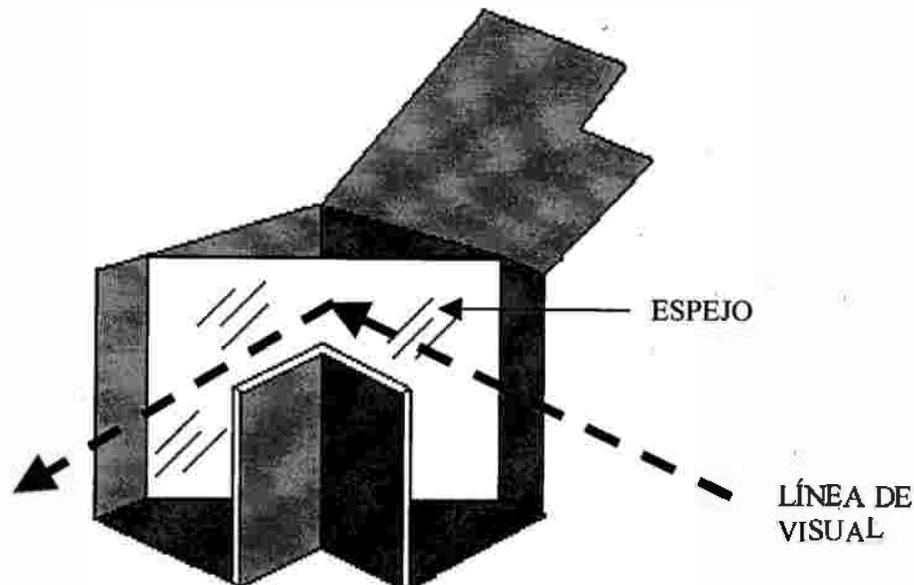
El equipo más común que se utiliza para determinar la velocidad de punto son: el enoscopio y el detector de radar.

Enoscopio

Un enoscopio es una caja en forma de (L) abierta de ambos extremos con un espejo colocado en el interior formando un ángulo de 45 grados con los brazos del dispositivo, como se muestra en la figura.

Este dispositivo desvía la línea visual del observador en el extremo del tramo en estudio, siendo perpendicular a la trayectoria del vehículo cuando este

poco dinero y es una ayuda efectiva y económica para el estudio de velocidad. Debido al paralaje del espejo, existe cierto error al tomar el tiempo, pero puede despreciarse para rangos de velocidad entre 30 km/hr y 110 km/hr.



El equipo necesario es uno (o dos) enoscopios, un cronómetro con aproximación al décimo de segundo, una cinta métrica de 20 m, crayones o gises y hojas de campo para el registro de datos. Una persona es suficiente para realizar el estudio. Solamente cuando se utilice la distancia más corta podría prescindirse del enoscopio, pero es aconsejable su uso ya que reduce el factor de error visual del observador.

Es conveniente disimular u ocultar los enoscopios, ya que muchos conductores disminoran su velocidad si se sienten observados.

Las distancias recomendables para el tramo de estudio son las siguientes

Velocidades aparentes	Distancia
Menores de 40 km/hr	25m
Entre 40 y 70 km/hr	50m
Mayores a 70 km/hr	100 m

Es conveniente usar dos enoscopios cuando la longitud base sea de 50 o 100 m, con dos enoscopios se tiene la ventaja de eliminar o compensar el error causado por el tiempo de reacción del observador al manejar el cronómetro.

El observador se coloca en el extremo opuesto de la sección. Puede ser conveniente para el observador colocarse alineado con un árbol o poste en un lado opuesto de la calle y accionar el cronómetro en el instante en que el vehículo interrumpa su línea visual al árbol o poste. Una línea dibujada en el pavimento puede ser útil como una referencia. Cuando el vehículo cruza el enoscopio el observador distingue un destello al mirar por el extremo del enoscopio que apunta hacia él. El cronómetro es accionado cuando el vehículo pasa por el enoscopio y detenida cuando pasa por el observador. El tiempo transcurrido es anotado en el lugar correspondiente en la hoja de campo.

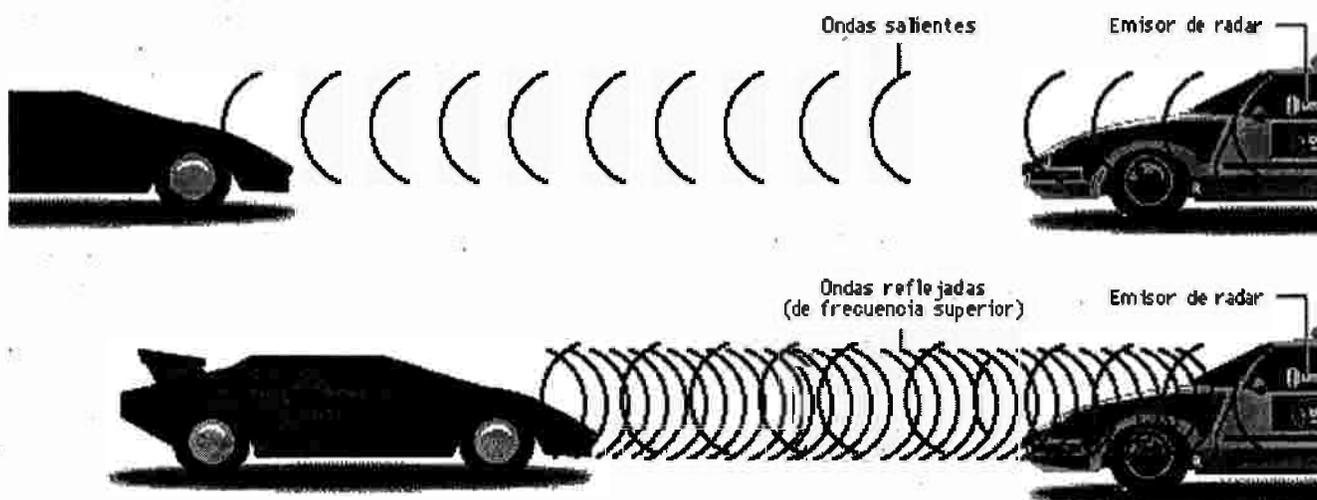


Dispositivo radar

Los dispositivos de radar se utilizan en algunos países para detectar el exceso de velocidad. El dispositivo emite unas ondas de una determinada

frecuencia en dirección a un automóvil en dirección contraria. Las ondas reflejadas retornan al dispositivo con una frecuencia diferente, en función de la velocidad del automóvil enfocado.

El equipo compara ambas frecuencias y calcula la velocidad del automóvil. En este caso, la elevada frecuencia de las ondas reflejadas indica que el



conductor del automóvil analizado circulaba con exceso de velocidad.

La hora para hacer registros dependen del propósito del estudio. Un estudio de datos básicos, para obtener las características normales del tránsito, debe efectuarse durante cada uno de los siguientes periodos: 1 hora entre las 9:00 y 12:00 horas; 1 hora entre las 15:00 y 18:00 horas; 1 hora entre las 20:00 y 22:00 horas.

Determinación del tamaño de la muestra

Antes de iniciar el estudio se estima el tamaño requerido de la muestra, en base en la precisión deseada y se calcula la desviación normal de la muestra, de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$N = \left[\frac{K \sigma}{A} \right]^2$$

En donde:

N = Tamaño requerido de la muestra

K = Constante que depende del nivel de confiabilidad deseado, con frecuencia se utiliza 2 ó 3, que corresponde a un nivel de confianza de 95.5% y 99.7% respectivamente.

σ = Desviación normal estimada de la muestra, que depende del tipo de tránsito y del tipo de camino, en km./hr

A = Error admisible, que varía de ± 1.5 km./hr

Las mediciones deben de hacerse con tiempo favorable y bajo condiciones normales del tránsito. Las observaciones bajo condiciones inclementes del tiempo se llevan acabo cuando la información deseada deba mostrar las velocidades de los vehículos en tales condiciones.



MUNICIPIO: Escobedo Nuevo León
 AVENIDA: Avenida Sendero Norte
 INTERSECCION: Ave. Sendero Norte - Ave. Manuel L. Barragán
 DISTANCIA BASE: 25 m.
 SENTIDO: Oriente-Poniente (después intersección)
 FECHA: 16/07/1999

VELOCIDADES				Automoviles	Autobuses	Camiones	Total
Para 25 m, de dist. base	Para 50 m, de dist. base	Para 100 m, de dist. base	Tiempo en segundos				
90.0			1.0				
82.0			1.1	1			1
75.0			1.2				0
69.0			1.3	7			7
64.0	128.0		1.4	11		1	12
60.0	120.0		1.5	9			9
58.0	113.0		1.6	9			9
53.0	106.0		1.7	9			9
50.0	100.0		1.8	15		4	19
48.0	95.0		1.9	10		2	12
45.0	90.0		2.0	11		3	14
43.0	85.0		2.1	5		2	7
41.0	82.0		2.2	4		4	8
39.0	78.0		2.3	5		1	6
35.0	75.0		2.4	4			4
36.0	72.0		2.5	3			3
35.0	70.0	140.0	2.6	1			1
33.0	67.0	134.0	2.7			1	1
32.0	64.0	128.0	2.8	1			1
31.0	62.0	124.0	2.9				0
30.0	60.0	120.0	3.0	1			1
29.0	58.0	116.0	3.1			1	1
28.0	56.0	112.0	3.2				
27.0	55.0	110.0	3.3				
26.0	53.0	106.0	3.4				
25.0	50.0	100.0	3.6				
24.0	48.0	95.0	3.8				
23.0	45.0	90.0	4.0				
22.0	43.0	86.0	4.2				
21.0	41.0	82.0	4.4				
20.0	40.0	80.0	4.6				
19.0	38.0	76.0	4.6				
18.0	36.0	72.0	5.0				
17.5	35.0	70.0	5.2				
16.5	33.0	66.0	5.4				
16.0	32.0	64.0	5.6				
15.5	31.0	62.0	5.8				
15.0	30.0	60.0	6.0				

VELOCIDAD DE PUNTO CON PISTOLA DE RADAR



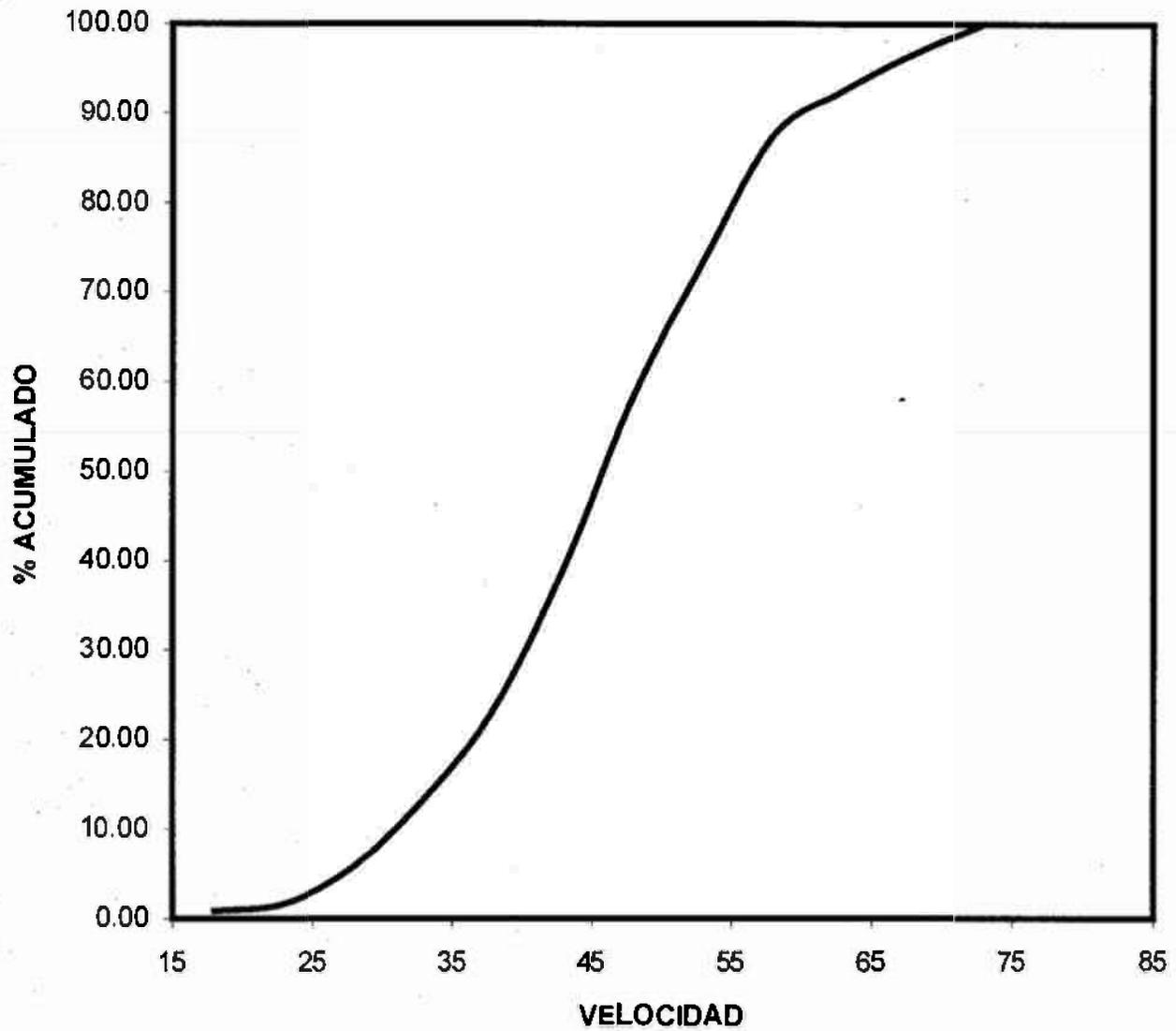
MUNICIPIO: Escobedo Nuevo León
AVENIDA: Avenida Sendero Norte
INTERSECCION: Ave. Sendero Divisorio- Ave. M. L. Barragán
SENTIDO: Oriente- Poniente (después interseccion)
FECHA: 16 de julio de 1999
CLIMA: Despejado

Velocidad en km/hr.					
Grupo de velocidades (LI-L) en km/hr.	Punto intermedio (x)	No.de veces (f)	(x) (f)	%	% Acumulado
10.5 - 15.5	13.0	0			
15.0 - 20.5	18.0	0			
20.5 - 25.5	23.0	0			
25.5 - 30.5	28.0	1	28.0	0.8	0.8
30.5 - 35.5	33.0	3	99.0	2.4	3.2
35.5 - 40.5	38.0	14	532.0	11.2	14.4
40.5 - 45.5	43.0	29	1,247.0	23.2	37.6
45.5 - 50.5	48.0	31	1,488.0	24.8	62.4
50.5 - 55.5	53.0	14	742.0	11.2	73.6
55.5 - 60.5	58.0	13	754.0	10.4	84.0
60.5 - 65.5	63.0	12	756.0	9.6	93.6
65.5 - 70.5	68.0	7	476.0	5.6	99.2
70.5 - 75.5	73.0	1	73.0	0.8	100.0
75.5 - 80.5	78.0				
80.5 - 85.5	83.0				
85.5 - 90.5	88.0				
90.5 - 95.5	93.0				
95.5 - 100.5	98.0				
100.5 - 105.5	103.0				
105.5 - 110.5	108.0				
110.5 - 115.5	113.0				
115.5 - 120.5	118.0				
120.5 - 125.5	123.0				
125.5 - 130.5	128.0				
130.5 - 135.5	133.0				
135.5 - 140.5	138.0				
140.5 - 145.5	143.0				
TOTAL		125	6,195.0	100.0	



MUNICIPIO: Escobedo Nuevo León
AVENIDA: Avenida Manuel L Barragán
INTERSECCION: Ave. Sendero Divisorio - Ave. M. L. Barragán
SENTIDO: Sur - Norte (después interseccion)
FECHA: 16 de julio de 1999
CLIMA: Despejado

OJIVA DE VELOCIDADES



III.2.2 TIEMPO DE RECORRIDO Y DEMORAS

Los resultados de los estudios de tiempo de recorrido y demoras, son útiles en la evaluación del movimiento del tránsito, dentro de un área o a lo largo de rutas específicas. Los datos de las demoras permiten definir: los lugares de conflicto, donde el proyecto y las mejoras operacionales pueden ser esenciales para incrementar la seguridad y circulación del tránsito, la aplicación de este estudio son:

- Para definir el congestionamiento de una vía o área determinada, sus causas y ubicación de ella, estos estudios permiten también especificar la justificación de realización de otros estudios, relacionados con altos volúmenes de tránsito, accidentes, desobediencia por parte de los conductores y peatones de las regulaciones de control, ausencia de regulaciones de control.
- Análisis de la eficiencia, índices de congestionamiento, son determinados con el estudio de tiempos de recorrido y sirven para comparar diferentes vías y determinar las causas de las deficiencias de algunas de ellas.
- Estudios de antes y después, se utilizan para determinar la eficiencia de la ruta en términos del movimiento del tránsito carreteros; para modernización tanto geométrica como de operación sobre una ruta determinada.
- Asignación del tránsito, los estudios de tiempos de recorrido se utilizan para determinar los flujos vehiculares que deberán circular por una red o rutas alternas.
- Análisis económicos, los tiempos de recorrido son útiles en el análisis beneficio-costos, para evaluar los ahorros en tiempo obtenidos con mejoras o nuevas rutas.

- Estudios de tendencia, son realizados con los tiempos de recorrido para determinar la capacidad y volúmenes de servicio de una ruta a lo largo del tiempo de servicio con las tendencias de crecimiento de la población.

Sirven para evaluar la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta y determinar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras del tránsito. La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha. En el momento del estudio, los tiempos de recorrido y de marcha son observados y convertidos posteriormente a medidas de velocidad. La información de las demoras se registra cuando el flujo del tránsito es detenido o forzado. La duración de las demoras del tránsito se mide en unidades de tiempo, anotando el lugar en que ocurren, causas y frecuencias de las mismas, para un recorrido.

Las definiciones utilizadas son:

Tiempo de recorrido se considera el tiempo total empleado por un vehículo para recorrer un tramo de camino, medido en minutos.

Tiempo de marcha es el tiempo durante el cual un vehículo permanece en movimiento.

Demora es el tiempo perdido durante un recorrido, cuando el vehículo no puede continuar su marcha motivado por algún elemento sobre el que el conductor no tiene control, expresada usualmente en minutos.

Demora fija es causada por los dispositivos para el control del tránsito, ya sea semáforos, señales, cruces de ferrocarril.

Demora operacional es causada por interferencias entre los diferentes componentes del tránsito, originado por la influencia de vehículos que salen o se están estacionando, peatones, vehículos estacionados en doble fila, un cruce de

flujo vehicular, altos volúmenes de tránsito, falta de capacidad de la vialidad, maniobras de convergencia o divergencia.

Demora por el tiempo de parada es el lapso de tiempo en la cual el vehículo está detenido.

Demora por tiempo de recorrido es la diferencia entre el tiempo de recorrido total y el tiempo calculado en base a recorridos de la ruta, a una velocidad promedio, correspondiente a flujos de tránsito sin congestionamiento.

Ruta en estudio es de cualquier longitud considerable; es apropiado para realizar un estudio de tiempos de recorrido y demora. En general el tramo en estudio deberá tener una longitud mínima de 1.6 km para asegurar la recopilación de cualquier dato significativo.

Los estudios de tiempo de recorrido y demoras, a nivel urbano, se llevan a cabo, en todas las rutas principales con altos volúmenes de tránsito y que se conectan con el centro de la ciudad. Los estudios de esta naturaleza permiten la elaboración de mapas de curvas isócronas, que resumen gráficamente, la eficiencia de las principales rutas del área urbana.

El horario de estudio es diseñado, frecuentemente, para reflejar las condiciones de recorrido durante las horas de máxima demanda y en las direcciones de los movimientos de mayor tránsito. Los recorridos también pueden ser comparados entre los períodos de máxima demanda y condiciones fuera de esas horas. El período que se sugiere para realizar un estudio de tiempo de recorrido y demoras que refleje la variación de las condiciones de recorrido, será de las 7:00 a las 22:00 horas. Entre éste período se determina el de máxima demanda.

Los estudios de tiempo de recorrido y demoras se realizan, comúnmente, bajo buenas condiciones atmosféricas. Sin embargo, se efectúan observaciones bajo malas condiciones atmosféricas, cuando se desea obtener información bajo esa situación de operación.

Existen varios métodos para la determinación del tiempo de recorrido y demora: el método de placas, el vehículo de prueba y el método de entrevista.

III.2.2.1 MÉTODO DE PLACAS

Es útil para registrar el tiempo de recorrido en una corriente de tránsito que no incluya a gran número de vehículos que den vuelta o que salgan del camino. Su función es determinar la velocidad promedio sobre toda la ruta.

Se elige primero el tramo de la ruta por estudiar. De ser posible no deben existir intersecciones importantes en el tramo; de existir tales puntos, deben anotarse un mayor número de placas para obtener un muestreo representativo.

Las ventajas del método son: se puede tomar un gran número de vehículos; se dispone de un registro permanente del estudio de campo, para referencia posterior y es posible recopilar otro tipo de datos operacionales conjuntamente con los de tiempo de recorrido.

III.2.2.2 MÉTODO DEL VEHÍCULO DE PRUEBA

En este método la ubicación y duración de cada demora puede ser registrada y cronometrada proporcionando una gran flexibilidad en la evaluación de la calidad del flujo del tránsito. Se utiliza para obtener tiempos de recorrido,

velocidad a lo largo de una ruta, congestionamiento de una ruta o datos sobre velocidades y demoras.

Es utilizado un vehículo de prueba que es manejado dentro de la corriente vehicular, en la sección que se está analizando, de tal manera que la velocidad que lleva se asemeje a la del flujo vehicular. Otra manera, es tomar una velocidad que el conductor considera la promedio de todo flujo, sin prestarle importancia a los vehículos que lo rebasen.

III.2.2.3 MÉTODO DE LA ENTREVISTA

Consiste en escoger conductores a los que se les requerirá anoten los tiempos de inicio y fin de su viaje, así como comentarios acerca de las diferentes causas que aumentan su tiempo de viaje. Esto puede ser realizado, localizando estratégicamente algunas empresas de las cuales serán seleccionadas personas a las que se les será solicitada la información.

Es un método de bajo costo y de mucha ayuda cuando se requiere de gran cantidad de información y en forma rápida. Con buena disposición de los conductores seleccionados, la investigación resulta con buena confiabilidad.

III.2.2.4 PERSONAL Y EQUIPO

Los estudios de tiempo de recorrido y demoras pueden ser realizados por medio de las técnicas de registros. La selección del procedimiento de estudio depende del personal y equipo de que se disponga.

La técnica del registro de placas, normalmente requiere de dos personas: un observador y un anotador, para cada dirección del recorrido, ambos al inicio y

una persona.

En las intersecciones principales, con volúmenes de tránsito significativos, pueden requerirse de una o dos personas, para cada dirección de recorrido, de la ruta en estudio.

En el método del vehículo de prueba, es necesario un vehículo para recopilar los datos de tiempo de recorrido y demoras. El procedimiento manual requiere de un conductor, un anotador y dos cronómetros, Para cada vehículo de prueba en operación.

Si se usa un dispositivo de registro automático en el vehículo de prueba, entonces sólo se necesitará al Conductor.

El equipo necesario es el cronómetro, hojas de registro, tabla de apoyo, un vehículo y un croquis del trayecto

III.3 ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

El estudio de origen y destino está diseñado para recopilar datos sobre el número y tipo de viajes, incluyendo movimiento de vehículos y pasajeros desde varias zonas de origen hacia varias zonas de destino. El estudio es utilizado principalmente con propósitos de planeación, particularmente en la localización, diseño y programación de caminos nuevos o mejorados, transporte público y estacionamientos. Este estudio se designa como O-D.

El campo de un estudio de O-D, puede ser limitado a una ruta particular, urbana o rural, o pueda ser extendido par incluir parte o la totalidad del área

metropolitana. En algunos casos los estudios se realizan en zonas de varios cientos de kilómetros cuadrados.

Los estudios de origen y destino inician con la delimitación de una zona por analizar.

La zonificación para una ciudad de tamaño medio pudiera ser llevada a cabo como sigue: primero la ciudad es dividida en segmentos mayores, los cuales se designan como "secciones" o "sectores". Un sector incluye en área del centro de la ciudad (sector O) mientras que los otros son generalmente uniformes, con la punta de la cuña tocando o acercándose al sector O. Las barreras naturales, tales como ríos, vías de ferrocarril, terrenos montañosos y otros obstáculos que impidan el movimiento libre y que más o menos presentan obstáculos al tránsito, son ideales como líneas divisorias entre sectores.

III.3.1 MÉTODOS PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

Son muchos y variados los procedimientos para llevar a cabo los estudios de origen y destino. Los métodos más completos obtienen datos sobre cada viaje incluyendo ubicación del origen, destino, tiempo de viaje, modo de transporte (pasajeros en un transporte público, conductores de autos, pasajeros en autos), uso de la tierra en el origen y en el destino, así como datos sobre las características socioeconómicas del viajero y de su familia. Esto proporciona más datos de los que se necesitarían en un estudio sencillo. El método elegido para recabar información de O y D, será determinado conciliando las necesidades de datos con el personal, presupuesto y limitaciones de tiempo. Los procedimientos de estudios más comunes, son:

En éste método los conductores son detenidos preguntándoles su origen y destino, y otro tipo de datos si se desea. Este estudio incluye solo a conductores de automóviles, camiones y autobuses, no produciendo datos correspondientes a pasajeros del transporte público. Debe tenerse cuidado al elegir los puntos de la encuesta. Si el estudio requiere datos del viaje sobre una ruta sencilla y aislada, pudieran ser suficientes las entrevistas a conductores realizadas en un punto a la mitad de la ruta. Si se desean datos sobre todo el tránsito entrando o saliendo de una ciudad pequeña, es necesario elegir los puntos de encuesta sobre todas las rutas que parten radialmente de la ciudad. Debido a que gran parte del tránsito en ciudades pequeñas es tránsito de paso, este tipo de estudio proporcionará todos los datos necesarios para el propósito de planeación.

III.3.1.2 Método de Tarjetas Postales a los conductores de vehículos en movimiento

Es un método similar al método de encuestas, puede ser utilizado cuando el tránsito es pesado y no puede ser detenido mucho tiempo para la encuesta. El procedimiento es entregar a los conductores cuestionarios en tarjetas postales conforme pasan por las estaciones seleccionadas. Se pide a los conductores llenar estas tarjetas y depositarlas en el correo. Las estaciones deberán ser ubicadas, si es posible, donde el tránsito se mueve lentamente, donde se presentan mejores oportunidades para entregar las tarjetas, como puede ser: en casetas de cobro, donde existan semáforos o señales de ALTO.

Las ventajas que se obtiene en este método, es que no es necesario personal especializado para entrega de las tarjetas; es posible recopilar toda la información en un corto periodo. Las desventajas, es la apatía de ciertos conductores para el llenado y enviado de las tarjetas.

Este es un método muy útil los volúmenes de tránsito son pesados o cuando se desea conocer el volumen del tránsito "de paso" por una población, con el objeto de determinar la conveniencia del mejoramiento de ciertas arterias urbanas a la construcción de un libramiento.

La ventaja es que no es necesario el detener a los vehículos para entrevistar a los conductores; las probabilidades de una muestra tendenciosa, debido a una cooperación deficiente del conductor es menor. Debe tenerse cuidado al elegir los puntos de observación. Deberán evitarse la elección de puntos alejados uno del otro, que muchos viajes empiecen y terminen entre dichos puntos. Este método no es ventajoso en áreas grandes debido a la cantidad de personal requerido, pero es particularmente adaptable a estudios de rutas u obras sencillas.

III.3.1.4 Método de Etiqueta sobre el vehículo

El método se realiza cuando el flujo vehicular es alto para la realización de encuestas a los conductores y cuando el personal es escaso para aplicar el uso del método de registro de placas. Una tarjeta preclasificada es entregada al conductor o fijada a su vehículo al entrar a la ruta o zona en estudio. El conductor es informado acerca de la naturaleza del estudio y de que la tarjeta será entregada al salir de la ruta o zona en estudio. Cuando el vehículo sale de la ruta o zona, se registra la hora, estación, dirección de viaje y cualquier otra información en la tarjeta clasificada.

Otra forma de estudio O y D es la de registrar en un día los números de placas de todos los vehículos estacionados en la zona comercial, en la calle, así como en lotes y edificios de estacionamiento. El lugar de estacionamiento es considerado como el destino. Los números de placas son confrontados con los de los archivos del Departamento de Vehículos de Motor del Estado, para obtener las direcciones del origen.

III.3.1.6 Método de Encuesta Domiciliaria

Este es el método que reporta la mayor cantidad de datos con confiabilidad; resulta costoso, se requiere gran consumo de tiempo y de mucho personal para realizar las encuestas. En este estudio se obtiene información sobre todos los viajes de los residentes en una zona, incluyendo viajes de vehículos públicos, camiones, taxis y automóviles particulares. Generalmente es parte de un estudio integral de O y D del área.

Las ventajas de este método incluyen los datos muy completos, ya que todo recorrido de residentes es registrado según forma y propósito del viaje. Las desventajas incluyen el costo, tiempo y personal.

III.3.1.7 Método de Cuestionario Postal a propietarios de vehículos de motor

Este método implica el envío de cuestionarios por correo mediante tarjetas postales que ya llevan impresa la dirección para ser regresadas, así como el porte pagado de retorno, a propietarios de vehículos de motor viviendo dentro de la zona de estudio.

es la de enviar el cuestionario al conductor junto con su tarjeta de circulación anual. Otra variación más es la de enviar el cuestionario con los recibos de servicios (luz, teléfono, gas). Este puede ser un método útil de obtener datos de viaje de trabajo con todos los medios de transporte. Sin embargo, debe tenerse cuidado de asegurar la confianza de la muestra, tomando en cuenta a la gente que renta casas y departamentos y no hacer pagos por los servicios citados.

III.3.2 Selección del método apropiado

Depende del propósito del estudio y de las dimensiones de la población. Las ciudades pequeñas, en las que los patrones del comportamiento humano y vehicular son menos complejos, y las rutas y posibles destinos son menores, los métodos más económicos y simples son el de placas, el de las luces prendidas y el de la tarjeta postal. En ciudades grandes, en donde los flujos vehiculares son altos y las actividades comerciales y de negocios se concentran en un solo núcleo, el método recomendado es el de entrevista domiciliaria de más de 75,000 habitantes.

El número de entrevistas a realizar será de tal magnitud que presente un grado de confiabilidad adecuado y dependerá del tamaño de la población o zona en estudio.

TAMAÑO DE LA POBLACION (HABITANTES)				TAMAÑO DE LA MUESTRA	
MENOS DE			50,000	1 POR CADA 5 VIVIENDAS	(20.0 %)
DE	50,000	A	150,000	1 POR CADA 8 VIVIENDAS	(12.5 %)
DE	150,000	A	300,000	1 POR CADA 10 VIVIENDAS	(10.0 %)
DE	300,000	A	500,000	1 POR CADA 15 VIVIENDAS	(6.7 %)
DE	500,000	A	1,000,000	1 POR CADA 20 VIVIENDAS	(5.0 %)
MAYOR DE			1,000,000	1 POR CADA 25 VIVIENDAS	(4.0 %)

Se utiliza generalmente cuando el método empleado es el de la entrevista domiciliaria y el cual se complementa con el del cordón externo. Cuando se lleva a cabo este tipo de análisis se acostumbra trazar una línea imaginaria que divide el área en estudio en dos partes, cruzando la línea frontera del área. Esta línea imaginaria generalmente son barreras tales como ríos, vías de ferrocarril, vías rápidas, etcétera. Básicamente consiste en hacer una comprobación de la información recopilada de las entrevistas domiciliarias, con los conteos de vehículos en las entradas y salidas de las líneas tomadas como divisiones del área en estudio, y que por ser obligadas o escasas estas rutas, tienen que ser utilizadas por los viajeros del área. Si existe similitud entre las dos informaciones en cuanto a las horas pico matutinas y vespertinas y en mayor o menor grado en las restantes del día, se concluye que los estudios realizados son ciertos teniendo en cuenta que el total de los viajes obtenidos de las encuestas y expandidos corresponden al 85 por ciento de los viajes contados en el límite del área.

III.4 ESTUDIOS PEATONALES

Se considera como peatón potencial a la población en general, el peatón es uno de los elementos que forman parte del movimiento que se suscita en las arterias viales. La presencia de ellos se acentúa en el centro comercial de cualquier ciudad. Por eso el Ingeniero debe enfocar su atención en ellos a fin de evitar los conflictos entre éstos y los vehículos. El objetivo del estudio es el de maximizar la seguridad del peatón, separar los movimientos peatonales y vehiculares y disminuir las demoras de los vehículos por la presencia del peatón.

Es importante señalar que los peatones tienen por costumbre el cruce de calles en forma desordenada y por lugares menos accesibles y no destinados para

cambios de dirección sin control alguno ocasionando conflictos tanto a los mismos peatones como a los usuarios de vehículos así como al flujo vehicular.

Es importante estudiar al peatón no solamente por que es víctima del tránsito sino también una de sus causas. En los países que cuentan con un gran volumen de tránsito, los peatones muertos anualmente en los accidentes de tránsito ocupan una cifra muy alta. Muchos de estos accidentes ocurren por la negligencia del peatón al cruzar las calles.

Los conceptos básicos que se usan para el análisis vehicular en la ingeniería de tránsito también son usados para el análisis peatonal considerando el volumen, velocidad, densidad, intervalo, capacidad y niveles de servicio, así como la anchura efectiva de la vía pública, la superficie peatonal y la intensidad por unidad de anchura.

Es relevante determinar las horas pico de los movimientos peatonales, la velocidad de caminata, tiempos de espera para poder cruzar con seguridad, volúmenes peatonales en paradas de transporte público, para poder estimar los cruces de peatones ya sea a nivel o desnivel, ancho de los andadores, tiempos de verde para el cruce peatonal y las áreas de espera en las paradas de autobuses.

El movimiento peatonal es sumamente complejo, las mediciones de ellos deben realizarse manualmente, los recuentos los realiza un observador situado en un punto por encima del movimiento, en el que pueda detectar el número de ellos, para realizar el aforo es conveniente que se disponga de un contador manual para medir la velocidad de caminata, el observador debe de tener un cronómetro y ubicarlo igualmente en un punto elevado ya que al seguir a peatones provoca error si este se da cuenta que lo vienen siguiendo.

estrategicos elevados. Aunque la toma de datos por este metodo emplean mas tiempo, la informacion obtenida es mayor.

Se ha determinado que la media de la velocidad de caminata varia de 1.7 m/seg a 0.7 m/seg. En todos los estudios realizados se ha determinado que la velocidad de caminata de las mujeres es mas baja que la de los hombres de un 15 a 20%.

Se han establecido niveles de servicio para peatones del A al F. El nivel de servicio A representa un libre movimiento, el nivel de servicio F representa un flujo peatonal forzado. El nivel de servicio E representa la capacidad maxima que puede tener un area peatonal.

NIVEL DE SERVICIO	FLUJO DE SERVICIO ESPERADO (peat/min/m)	ESPACIO m ² POR PEATON	VELOCIDAD MEDIA ESPERADA	
			m/min	km/hr
A	≤ 7	≥ 12.1	≥ 79	≥ 4.7
B	≤ 23	≥ 3.7	≥ 76	≥ 4.6
C	≤ 33	≥ 2.2	≥ 73	≥ 4.4
D	≤ 49	≥ 1.4	≥ 69	≥ 4.1
E	≤ 82	≥ 0.6	≥ 46	≥ 2.8
F	Variable	< 0.6	< 46	< 2.8

En las vias peatonales la superficie define los niveles de servicio su magnitud y efectividad considerándose la intensidad peatonal por ancho de via y los espacios dedicados al mobiliario urbano deben de deducirse al ancho total.

Las zonas reservadas para peatones en centros urbanos es una solucion, cuya realizacion debe ser cuidada de tal manera que satisfagan las ventajas de su implementacion, sin perjuicio de la circulacion vehicular en la zona. Los objetivos de estas areas pueden sintetizarse como sigue:

colindantes, con comodidad y seguridad.

- Conseguir una mayor calidad de vida en la zona, mejorando su estética y suprimiendo humos y ruido.
- Activar la revitalización de los centros urbanos, como parte de una reestructuración de espacios que tienda a una utilización más racional de las vías existentes mediante el uso de transporte colectivo.
- Activar la economía y desarrollo de los centros comerciales.

Resulta muy difícil el dotar de las facilidades necesarias para que el peatón no interfiera con el flujo vehicular, cuando el trazo de la ciudad ya existe. Sin embargo, para nuevos proyectos o remodelaciones viales, es importante que el Ingeniero de Tránsito, este en estrecho contacto con los urbanistas, a fin de prever y evitar las situaciones que se presentan con los elementos viales existentes.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN ZONAS ESCOLARES

- Inventario de señalamiento.
- Inventario de accidentes.
- Inventario geométrico.
- Uso del suelo.
- Localización.
- Tipo de escuela.
- Tipo de peatones.
- Tipo de camino.
- Volúmenes de tránsito y composición.
- Velocidades.

- Establecer comités de seguridad.
- Plan de rutas escolares
- Pasos a desnivel, se justifica cuando cruzan aproximadamente 600 peatones mínimo en 4 horas seguidas.
- Semáforos peatonales.
- Señales portátiles.
- Vigilancia policíaca.
- Patrullas escolares.
- Señalamiento.
- Restricciones de tránsito.
- Aceras.

FACTORES A CONSIDERAR EN ZONAS PEATONALES

- El comercio, tomando en cuenta su opinión y hacerlo participar, incluso en la inversión.
- Estacionamiento, que estén localizados de 100 a 300 m de los objetivos.
- Transporte colectivo.
- Carga y descarga.
- Desviaciones.
- Diseño de zona peatonal.

OBJETIVO DE LAS ZONAS PEATONALES

Es dar seguridad, comodidad, facilidad, disminución de accidentes, mejorar la estética de la ciudad.

donde:

S = superficie de cruce.

Lc = longitud de cruce.

Ac = ancho de cruce.

$$S_7 = S_4 = S_1 = S_3 = 3(3.5 \times 3) = 31.5 \text{ m}^2$$

$$S_8 = S_2 = 3(3.5 \times 5) = 52.5 \text{ m}^2$$

$$S_5 = S_9 = 3(3.5 \times 2) = 21 \text{ m}^2$$

$$S_6 = 3(3.5 \times 4) = 42 \text{ m}^2$$

Obtención Tiempo - Espacio Total disponible

$$T_{et} = \frac{S(T_{fvp} - 3)}{60}$$

donde:

T_{et} = tiempo - espacio total disponible, en m² - min.

S = superficie del paso peatonal en m².

T_{fvp} = tiempo de la fase verde para el paso de peatones.

Para unidades en minutos se divide entre 60, considerando el resto de 60 seg

$$T_{et}(7,4,3,1) = \frac{(31.5)(45-3)}{60} = 22.05m^2 - min$$

$$T_{et}(8,2) = \frac{(52.5)(45-3)}{60} = 36.75m^2 - min$$

$$T_{et}(5,9) = \frac{(21)(45-3)}{60} = 14.7m^2 - min$$

$$T_{et}(6) = \frac{(42)(45-3)}{60} = 29.4m^2 - min$$

b) Calculo de los Tiempos medios de cruce

Considerando una velocidad promedio de marcha peatonal de 1.5 m/seg.

$$T_c = \frac{L}{1.5}$$

donde:

T_c = tiempo medio de cruce, en segundos.

L = longitud del paso peatonal en m.

$$T_c(7,4,3,1) = \frac{10.5}{1.5} = 7seg$$

$$T_c(8,2) = \frac{17.5}{1.5} = 11.67seg$$

$$T_c (6) = \frac{14}{1.5} = 9.34 \text{ seg}$$

c) Determinación del Tiempo Total de Ocupación del Cruce

$$T_{to} = \frac{(I_e + I_s)(T_c)}{60}$$

donde:

T_{to} = tiempo total de ocupación de cruce, en min –pt.

I_e = intensidad peatonal que entra al cruce, en pt / ciclo.

I_s = intensidad peatonal de salida de cruce, pt / ciclo.

T_c = tiempo medio de cruce en segundos.

Constante por que los peatones cruzan en grupo = 13.12

I_{15} = intensidad peatonal de los 15 minutos pico

A_e = anchura efectiva 3m

$$I = \frac{I_{15}}{15A_e} + 13.12$$

$$T_{to} (1) = \left(\frac{\left(\left(\frac{17}{15 \times 3} + 13.12 \right) (7) \right)}{60} \right) = 1.57$$

$$T_{to} (4) = \left(\frac{\left(\frac{31}{15 \times 3} + 13.12 \right) (7)}{60} \right) = 1.61$$

$$T_{to} (5) = \left(\frac{\left(\frac{36}{15 \times 3} + 13.12 \right) (4.67)}{60} \right) = 1.08$$

$$T_{to} (6) = \left(\frac{\left(\frac{22}{15 \times 3} + 13.12 \right) (9.34)}{60} \right) = 2.11$$

$$T_{to} (7) = \left(\frac{\left(\frac{46}{15 \times 3} + 13.12 \right) (7)}{60} \right) = 1.64$$

d) Determinación de la Superficie Media del Peatón (m²/pt)

$$M = \frac{T_{et}}{T_{to}}$$

donde:

M = superficie de circulación, en m² / pt.

T_{et} = tiempo – espacio total disponible, en m² – min.

T_{to} = tiempo total de ocupación, en min – pt.

$$M_1 = \frac{22.05}{1.57} = 12.77m^2 / pt$$

$$M_2 = \frac{36.75}{2.73} = 13.46m^2 / pt$$

$$M_3 = \frac{22.05}{1.63} = 13.90m^2 / pt$$

$$M_4 = \frac{22.05}{1.61} = 13.70m^2 / pt$$

$$M_5 = \frac{14.70}{1.08} = 13.61m^2 / pt$$

$$M_7 = 1.64 - 13.82 \text{ m}^2 / \text{pt}$$

$$M_8 = \frac{36.75}{2.66} = 13.82 \text{ m}^2 / \text{pt}$$

$$M_9 = \frac{14.70}{1.07} = 13.74 \text{ m}^2 / \text{pt}$$

e) **Determinación de los niveles de servicio según la tabla siguiente.**

Niveles de servicio peatonal en vías peatonales

		Intensidades y velocidades esperadas		
Nivel de servicio	Superficie (m ² /pt)	Velocidad media V(m/min.)	Intensidad (pt min/m)	Relación Vol/cap I/c
A	11.70	78	7	0.08
B	3.60	75	23	0.28
C	2.16	72	33	0.40
D	1.35	68	49	0.60
E	0.54	45	82	1.00
F	0.54	45	Variable	

Como todas las superficies son mayores a las mínimas para el Nivel de Servicio A, determinadas en el inciso anterior (d) se llega a la conclusión que todos los cruces están en el NS = A.

En el presente estudio se determino los volúmenes peatonales de la hora de máxima demanda, que existe para todas las zonas que cruzan los peatones en

la intersección Av. Nogalar y Av. Diego Díaz de Berlanga, los cuales arrojaron lo siguiente:

Hora de Máxima Demanda:	<u>07:30 a 08:30</u>
Volumen de la HMD:	<u>905 pt.</u>
Factor Horario de Máxima Demanda:	<u>0.86</u>

También se determinó los volúmenes para cada zona, con la cual se puede tener una idea más concreta de que zona es la de mayor volumen y el porque, es decir, por paradas de autobuses urbanos, comercios, escuelas, etc.

Hay que precisar que las rayas para pasos peatonales están bien ubicadas en los diferentes accesos con un ancho adecuado, en D. Díaz de Berlanga Norte y Av. Nogalar Poniente se tiene una situación especial, debido a que la parada de autobuses no se encuentra en la esquina lo cual motiva a los peatones crucen la calle en el sitio donde se encuentre la parada y no en la esquina.

Al determinar los Niveles de Servicio de los diferentes cruces se obtuvo que están en un $NS = A$, lo cual indica que la zona de cruce peatonal no es un problema en la intersección.

Este tipo de estudio nos ayuda a determinar el ancho del cruce del peatón, los niveles de servicio, los pasos a desnivel en donde el volumen es muy grande, detectar las zonas de cruce y que tanto afecta su presencia en la capacidad y funcionamiento de la intersección.

IV. APLICACIONES DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

IV.1 ESTUDIOS DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO QUE SE PRESENTAN EN LOS ACCESOS Y CALLES EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

El primer aforo vehicular se realizó la segunda semana del mes de Mayo de 1998, con la participación de los alumnos de las materias de Ingeniería de Tránsito, Vías Terrestres, Pavimentos y Movimientos de Tierra.

El segundo aforo se realizó en la segunda semana del mes de Septiembre del año 2000, por la cancelación de dos calles internas en la Universidad.

Se diseñaron formatos para cada acceso y cruce de las calles internas, por períodos de quince minutos.

El período de la muestra fue de las 6:30 A.M. a las 21:30 P.M., cubriéndose todo el turno en que permanecen abiertas las puertas de acceso en la Universidad.

Se presentan los siguientes datos obtenidos del aforo: Movimientos por los accesos y por las calles, entradas de vehículos por los accesos, salidas de los vehículos por los accesos y vehículos que se permanecen en el campus de la Universidad, por cada media hora.



UNIVERSIDAD DE SONORA
AFORO VEHICULAR. UBICACION DE LOS ACCESO Y CRUCEROS

IV.2.1 ESTUDIOS DE ESTACIONAMIENTO

El estacionamiento es un área disponible que debe existir para dejar un vehículo.

Hay dos tipos generales de estacionamiento:

1. El privado, donde el propietario proporciona las facilidades de estacionamiento en casas, departamentos, centros comerciales, edificios industriales y oficinas. Se incluye aquí al estacionamiento en la vía pública.
2. El estacionamiento público que es "comercial", e incluye lotes o edificios privados, donde se cobra pensión y en los de paga, como los estacionómetros en la vía pública o los lotes y edificios públicos fuera de la calle.

Comúnmente, los estudios de estacionamiento se realizan con dos propósitos:

1. Para establecer la demanda de espacios para estacionamiento (por ejemplo, para determinada zona o desarrollo específico).
2. Para verificar las necesidades físicas, para revisión o incremento de la oferta de espacios existentes.

Los efectos más conocidos del estacionamiento en la vía pública son los congestionamientos del tránsito. El uso de un carril para estacionamiento tiene un efecto drástico en la capacidad de una vía. Además este efecto se extiende al carril adyacente, el cual puede quedar bloqueado, en ciertos momentos, por las

batería crea muchos problemas, tiene una influencia directa o indirecta de 12 m, aproximadamente, en el ancho de la calzada.

IV.2.2 OFERTA Y DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO

Para conocer las características de estacionamiento de determinada zona, es necesario llevar a cabo ciertos inventarios y estudios, que permitan establecer la **demanda** de espacios y verificar las necesidades físicas, para así revisar o incrementar la **oferta** de espacios existentes.

Uno de los estudios que se realizan en las ciudades modernas es el de usos del suelo, o destino de los edificios, y la necesidad correspondiente de espacios de estacionamiento. Considerando las condiciones actuales de motorización, se pueden establecer las cifras del número de espacios de estacionamiento requeridos para vivienda, centros de trabajo, centros educativos, centros comerciales, zonas industriales, zonas hoteleras, centros deportivos. Esto le ha permitido a las oficinas de planeación, fijar normas de estacionamiento para nuevas edificaciones.

La oferta son los espacios disponibles de estacionamiento tanto en la vía pública como fuera de ella. Para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles. Para estacionamientos en la calle, se realiza un inventario de los espacios existentes y de las restricciones que hay para estacionarse en esa calle, pues habrán calles en las que se prohíba el estacionamiento. Este inventario se realiza recorriendo calle por calle. En cada una de ellas, se mide su longitud total, se le resta la longitud de los espacios de estacionamiento prohibido, y se deduce el número de vehículos que caben en esta longitud restante o disponible. Para estacionamientos fuera de la calle, en lotes y edificios, se puede obtener el dato con la administración del estacionamiento o contando directamente el número de espacios disponibles.

tiempo, o su variación horaria dentro y fuera de la vía pública. Representa la necesidad de espacios para estacionarse, o el número de vehículos que desean estacionarse con cierta duración o para un objetivo específico. Esta información se obtiene mediante la ubicación de observadores en varios puntos de la zona en estudio, cada uno de los cuales, dependiendo de la frecuencia de los estacionamientos, recorre una, dos, tres o cuatro cuadras, viendo todos los vehículos estacionados, anotando la hora de entrada y salida de cada uno de ellos. De esta manera se determina la utilización y duración promedio de estacionamiento durante varios días.

La información anterior se puede complementar con un aforo en cordón, que permita totalizar los vehículos que entran y salen de la zona en estudio, y así poder determinar la acumulación vehicular dentro del cordón o zona por horas del día, simplemente restando de los vehículos que entran los que salen. Estas cifras comparadas con las del estudio de la oferta indicarán el número de vehículos que circulan en busca de estacionamiento durante ciertos periodos del día.

Se han encontrado tiempos de estacionamiento cercanos a una hora para asuntos rápidos, como hacer compras. Para diferentes tipos de actividades, como negocios, los usuarios emplean desde la media hora hasta las cuatro horas.

Conocida la oferta y la demanda, se puede determinar el índice de rotación, que para un espacio específico de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado. Para varios espacios de estacionamiento, el índice promedio de rotación, I_r , en vehículos por cajón, se calcula como:

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}}$$

Número de espacios para estacionarse

Es común especificar el índice de rotación durante todo el día, o durante el periodo de estudio, o durante las diversas horas del día, o en promedios horarios.

IV.2.3 Inventario de estacionamiento

Este inventario es una recopilación de información acerca de la ubicación, capacidad de espacios existentes para estacionarse. La información comúnmente requerida es la siguiente:

1. Capacidad (número de espacios para estacionamiento)
2. Límites de tiempo y horas de operación.
3. Propiedad (tales como público, privado o destinado a empleados o clientes de un edificio determinado).
4. Tarifas (si hay alguna) y método usado para cobrarlas.
5. Tipo de restricción en los espacios de la vía pública (zona de carga, zona de pasajeros, zona de taxis, o zona de autobuses).
6. Tipo de estacionamiento (lote o edificio).
7. Grado probable de permanencia poco formal en los estacionamientos con escaso mantenimiento, que son de naturaleza temporal y puede esperarse que sean reemplazados por construcciones nuevas, en un futuro próximo.

El inventario de estacionamientos es un prerequisite esencial en cualquier estudio de estacionamiento. Este inventario debe actualizarse periódicamente, por lo menos, cada cinco años.

Un requisito previo para efectuar un inventario de estacionamiento, es establecer un sistema maestro de clases. A cada manzana se le da un número de

dividiría en dos. Una vez que se han numerado las manzanas, se procede a identificar las aceras de cada manzana numerándolas del 1 al 4, en el sentido de las manecillas del reloj. Cuando se tengan manzanas de configuración irregular, se determina aquélla con el mayor número de lados. Si se sabe que la manzana más irregular cuenta con cinco aceras, se reserva el número 5 para esta quinta acera. Esto permite que del 6 en adelante se utilicen para identificar los lugares de estacionamiento de cada manzana.

El intentar lo de estacionamiento en la vía pública debe incluir la identificación específica del ángulo de estacionamiento (en cordón o en batería); número de estacionómetros, con sus límites de tiempo, horas de operación y las zonas donde se prohíbe el estacionamiento (incluyendo las horas en que no se permite, cuando no es una restricción total). Deben indicarse las entradas de autos, poniéndoles algún símbolo a aquéllas que no estén en servicio (por construcción, bardas o casas deshabitadas).

Si los cajones para estacionarse en las aceras no están marcados en el pavimento, habrá que medir la longitud de la acera, descontando 6.0 m en cada extremo (esto será para aquellas cuadras que no tengan entradas de auto, hidrantes contra incendio o prohibición de estacionamiento). Lo más común es encontrar varias restricciones en una cuadra y entonces habrá que medir cada tramo, en el que se permita el estacionamiento. Si las restricciones de estacionamiento pueden identificarse claramente en una fotografía aérea, las mediciones de campo pueden eliminarse. Una vez que se conoce la longitud de la acera o la longitud del tramo en el que se permita el estacionamiento, puede calcularse el número de cajones disponibles usando las siguientes normas:

Estacionamiento en cordón = 6.0 m por vehículo.

A 30° = 4.80 m

A 60° = 2.80 m

A 45° = 3.40 m

A 90° = 2.40 m

Estas dimensiones para cajones que no están marcados en el pavimento, dan por resultado una capacidad menor que cuando están pintados.

La determinación de la capacidad es subjetiva, ya que dos personas distintas pueden llegar a capacidades ligeramente diferentes. Las diferencias ligeras no deben afectar adversamente la validez del estudio de estacionamiento. El número de espacios disponibles para estacionarse, se resume y tabula, independientemente de la ubicación dentro del área en estudio. Los resúmenes de cada cuadra, se tabulan en forma de inventario. Los espacios para empleados no se agrupan bajo este encabezado, porque no pueden usarse por el público en general.

En el intentar de estacionamiento se puede incluir la recopilación de datos sobre lotes vacíos o edificios viejos, que pueden demolerse y convertirse en estacionamientos. Deben incluirse además algunos elementos de control del tránsito, como calles y callejones con un solo sentido y las restricciones para vueltas izquierdas o derechas en las intersecciones, ya que estos aspectos influyen en el establecimiento de las rutas, cuando el estudio se realiza por medio de un vehículo; así como en el acceso a ubicaciones potenciales para el desarrollo de nuevos estacionamientos.

Existen dos tipos generales de estudios de utilización:

1. Generación o acumulación.
2. Registro por el número de las placas.

Estos estudios comprenden verificaciones de campo, que generalmente se llevan a cabo sin publicidad o sin conocimiento del público. Los estudios más especializados requieren del contacto directo con los usuarios.

La verificación de acumulación u ocupación de estacionamiento, de duración y de rotación, son particularmente útiles, para determinar qué mejoras se pueden hacer al estacionamiento en la vía pública, para incrementar su capacidad. El análisis de la duración indica en dónde los usuarios, que se estacionan por largo tiempo, hacen uso del espacio de manera ineficiente. Este análisis revela las tácticas o restricciones que contribuyen al uso antieconómico del espacio en la vía pública. Por ejemplo:

1. El estudio puede mostrar la necesidad de vigilancia policíaca, para evitar que se estacionen más tiempo del permitido
2. Puede indicar que el tiempo límite establecido es muy largo o muy corto. Una tendencia a permanecer estacionado 30 min en una zona de 15 min, nos indicaría la necesidad de revisar la restricción. Consecuentemente, si la tendencia a permanecer estacionados es de 30 min, en una zona de 2 h, nos indicará con certeza, la necesidad de reducir el límite 60 min o menos (si se desea incrementar la rotación)
3. Pueden detectarse zonas de estacionamiento peligroso. También se puede saber si para el cumplimiento de las restricciones de estacionamiento, es necesario tener vigilancia policíaca o serán aceptadas voluntariamente.

Los datos de ocupación son muy útiles para determinar cambios en el control de una calle. Para proponer restricciones al estacionamiento, será necesario tomar en consideración la demanda en las horas del día durante las cuales será efectiva la prohibición. Igualmente, si se quiere cambiar el estacionamiento en batería a estacionamiento en cordón, instalar estacionómetros,

... de carga y descarga, es un estudio de la situación del estacionamiento en la vía pública.

Se puede hacer además un análisis de la eficiencia operacional del estacionamiento en instalaciones individuales. Estos estudios son comunes en viejas plantas industriales y en lotes o edificios de zonas comerciales, que tienen una operación deficiente.

Estudios de generación y acumulación

Estos datos se toman a intervalos relativamente frecuentes, en diferentes días de la semana, para determinar las variaciones horarias y la máxima demanda de estacionamiento. Cuando se ha definido el día de la semana en que se tienen las horas de máxima demanda de estacionamiento (en las áreas comerciales estas horas se presentan generalmente por la mañana y a media tarde), se debe repetir la investigación en las horas de máxima demanda de cada día de la semana.

El ingeniero de tránsito está más interesado en las horas de máxima demanda de estacionamiento y su relación con la oferta disponible. En el caso de un estudio en una vía principal, en donde la intención es imponer restricciones sólo en las horas de máxima demanda matutina o vespertina, es importante contar con datos de estos períodos.

El estudio de acumulación se realiza durante periodos de congestionamiento de tránsito, es importante que el estudio se planee cuidadosamente. Esto incluye una revisión preliminar del tiempo necesario para cubrir las diferentes áreas y así poder establecer el plan de recorrido más eficiente.

Siempre que sea posible, se debe cubrir toda el área, en los estudios de ocupación iniciales, aunque con ello se reduzca la frecuencia de los intervalos de investigación. Se pueden hacer estudios complementarios en horas intermedias, ya que se ha establecido una base de control. Los estudios de acumulación proporcionan la información del número total de vehículos estacionados, por área

o por manzana, pero no producen información sobre el tiempo que cada vehículo permanece estacionado, ni tampoco el destino de cada conductor. La información del tiempo de estacionamiento y el número de veces que es utilizado cada espacio para estacionarse durante el día (rotación), se obtienen de un registro del número de las placas.

Registros por el número de las placas

Estos registros se usan para estudiar detalladamente el estacionamiento en la vía pública. El propósito principal, es determinar el índice de rotación, el cual se define como el número promedio de vehículos estacionados por día, en el período de estudio, en cada espacio sobre la calle, de una manzana dada. La ecuación para calcular el índice de rotación es:

$$R = \frac{\text{número de vehículos que se estacionaron}}{\text{número de espacios para estacionarse}}$$

Además con los registros del número de las placas, se obtienen datos exactos sobre el tiempo de duración, la acumulación, el estacionamiento ilegal y la vigilancia policiaca. La mayoría de estudios de registro del número de las placas, se realizan con personal a pie. El estudio es relativamente costoso, se emplea normalmente un procedimiento de muestreo, para lo cual se escogen varias aceras, del área en estudio, que representen los diferentes límites de tiempo de estacionamiento detectados en ella. Esto es, se hacen registros en dos o tres cuadras que tengan una hora de estacionamiento, otras dos o tres, con dos horas.

El número de personas necesarias para realizar el estudio, depende del número de intervalos o de la frecuencia con que se ejecuten los recorridos, que dependen de la rotación que se tenga. Ya que en esta etapa del estudio, la rotación es desconocida, se debe estimar a partir de características conocidas o

sea de una hora, los recorridos se tendrán que hacer cada 20 o 30 min; si se tiene otra en la que la duración permitida es de dos horas, entonces los recorridos se harán cada 30 min; no es recomendable hacer recorridos de más de una hora. Cuando se tengan duraciones permitidas de hasta 15 min, habrá que hacer recorridos cada 5 min. En las áreas periféricas en donde no hay límite para la duración, un recorrido cada hora es suficiente.

Los vehículos estacionados en doble fila se identifican poniendo una diagonal en el cuadro respectivo de la columna. El número de la placa del vehículo estacionado junto a la guarnición, se pone en la parte superior del cuadro y el número de la placa del vehículo estacionado en doble fila, se pone debajo de la diagonal en el mismo cuadro.

Una persona puede efectuar el registro de los números de las placas de alrededor de 60 espacio de estacionamiento, cada 15 min. Esto generalmente permite recorrer de dos a cuatro cuadras, en cada viaje. El índice de rotación del estacionamiento es un factor, así como el hecho de que la primera vuelta requiere mayor tiempo que los recorridos subsecuentes. También deben considerarse los tramos "muertos" o sea aquellos donde el estacionamiento está prohibido y que el investigador tiene que recorrer. Al realizar estudios para placas, en áreas extensas, es recomendable empezar los recorridos en un punto común para facilitar la supervisión. El investigador de campo camina por un lado de la calle y regresa por el lado opuesto, cubriendo todos los espacios de ambas aceras a lo largo de su recorrido. En un sistema de calles ortogonales, los recorridos pueden empezarse en una intersección y continuar alrededor de la manzana, con el supervisor establecido en el punto de origen.

El inventario por placas se emplea con mayor frecuencia para estudios en la vía pública; sin embargo, también puede aplicarse a lotes y edificios. En estos casos, los observadores entran a cada lote o edificio a intervalos regulares, registran los números de las placas, teniendo cuidado de seguir la misma ruta, en

números de las placas durante el proceso de resumen. Si es que la investigación fuera de la vía pública, se hace como parte, de un estudio en dicha vía, los intervalos entre cada recorrido deben ser los mismos que se planearon para esta parte del estudio.

El análisis y resumen de los datos de campo de un estudio de placas en la oficina, puede incluir la información de la acumulación de estacionamiento. La acumulación máxima de cada cuadra, se determina directamente por el aforo de los vehículos estacionados. La duración de estacionamiento se puede calcular de los tiempos registrados durante los recorridos. Por ejemplo, si se emplean intervalos de 15 min y un vehículo es encontrado, en un solo recorrido, se supone que estuvo estacionado 15 min. Si es observado en dos recorridos sucesivos, se le clasifica en el grupo de 30 min de duración, etc. Donde el vehículo es visto desde el primero hasta el último recorrido, su duración de estacionamiento se considera desconocida. Todas las duraciones deberán considerarse como iniciadas y terminadas dentro de los límites de tiempo del estudio.

El total de vehículos-hora se calculó, dividiendo el número total de vehículos observados (cada recorrido es un conteo separado) entre el número de recorridos hechos por hora. Si se observaron 10 vehículos por recorrido y se efectuaron 3 recorridos; uno cada 30 min; entonces el número de vehículos-hora es $3 \times 10/2$, o sea, 15 vehículos-hora durante 1 1/2 horas del estudio.

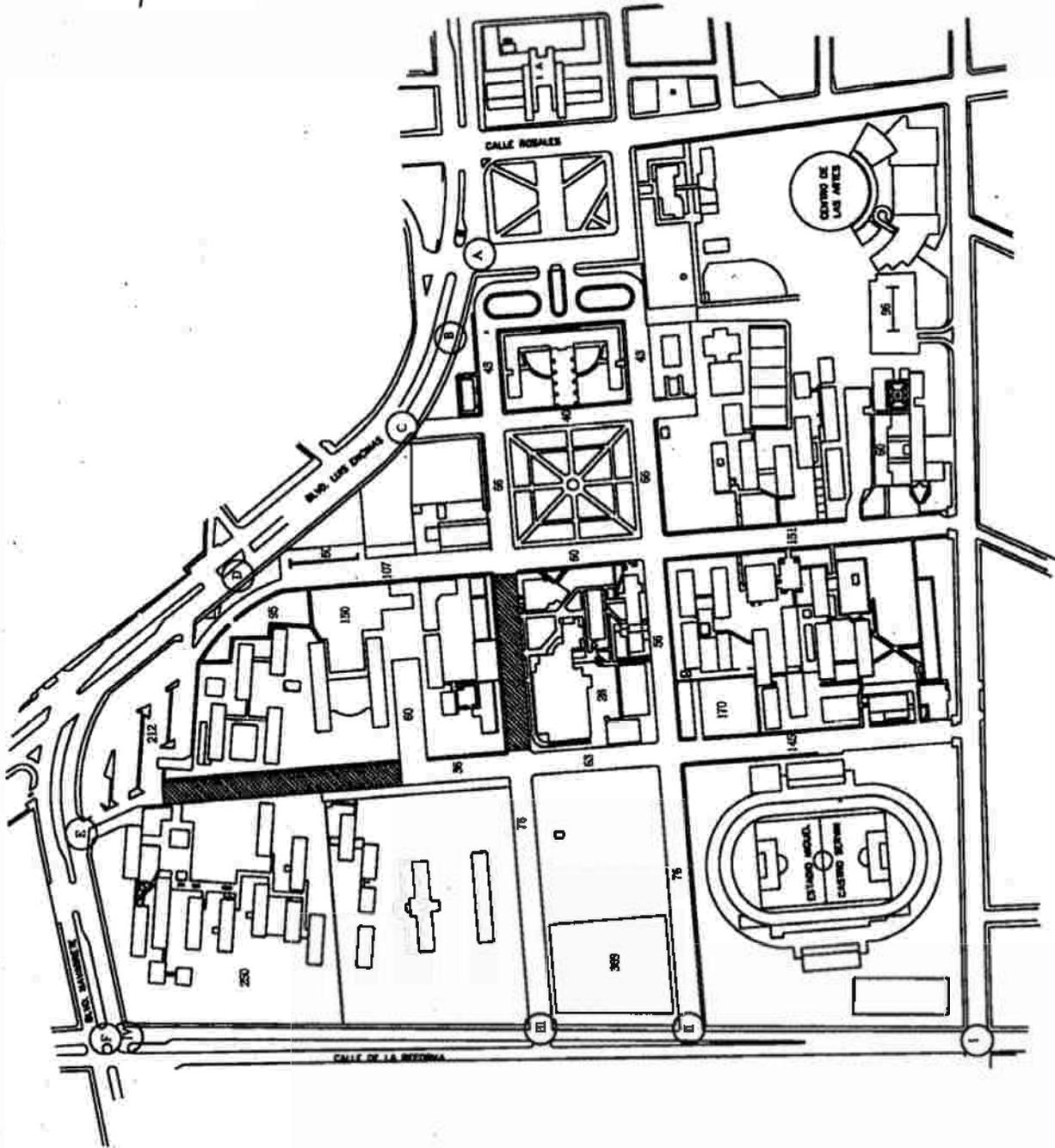
La duración promedio se obtiene dividiendo el total de vehículos-hora, entre el número de vehículos observados por recorrido ($15/10 = 1.5$ h). Este promedio es ligeramente mayor que el valor real de la media, ya que no son observados todos los vehículos estacionados. El porcentaje de vehículos que rebasan el tiempo permitido, se obtiene sumando las cifras de todos los que excedieron el tiempo límite legal de estacionamiento.

cajones de estacionamiento de cada una de las escuelas en las áreas internas y en las calles; considerando si se estacionaban en batería o en cordón.

Para la determinación de la demanda se utilizó el estudio de aforo vehicular que se realizó en el mes de Mayo de 1998 y en Septiembre del 2000. Se obtuvo el flujo de entradas y salidas acumuladas por períodos de 30 minutos, durante el horario que permanecen dentro de la Universidad.

OFERTA DE ESTACIONAMIENTO

FRENTE HOSPITAL	212
AREA CIENCIAS SOCIALES	60
CENTRO DE LAS ARTES	96
FISICA Y ARQUITECTURA	60
ENFERMERIA Y TRABAJO SOCIAL	95
CIENCIAS SOCIALES Y ECONOMIA	150
CONTABILIDAD - E.C.A.	60
INGENIERIA CIVIL Y MINAS	28
INGENIERIA IND. Y CIENCIAS QUIM.	170
FISICA Y GEOLOGIA	25
DEPARTAMENTOS	250
SUBTOTAL	<u>1,206</u>
EJE C ENTRE EJE II Y EJE III	40
EJE D ENTRE EJE I Y EJE II	151
EJE D ENTRE EJE II Y EJE III	60
EJE D ENTRE EJE III Y EJE IV	107
EJE E ENTRE EJE I Y EJE II	145
EJE E ENTRE EJE II Y EJE III	63
EJE E ENTRE EJE III Y EJE IV	36
EJE II ENTRE EJE B Y EJE C	43
EJE II ENTRE EJE C Y EJE D	66
EJE II ENTRE EJE D Y EJE E	56
EJE II ENTRE EJE E Y EJE F	76
EJE III ENTRE EJE B Y EJE C	43
EJE III ENTRE EJE C Y EJE D	66
EJE III ENTRE EJE E Y EJE F	76
SUBTOTAL	<u>1,028</u>
TOTAL	2,234



UNIVERSIDAD DE SONORA
OFERTA DE ESTACIONAMIENTOS DENTRO DEL CAMPUS

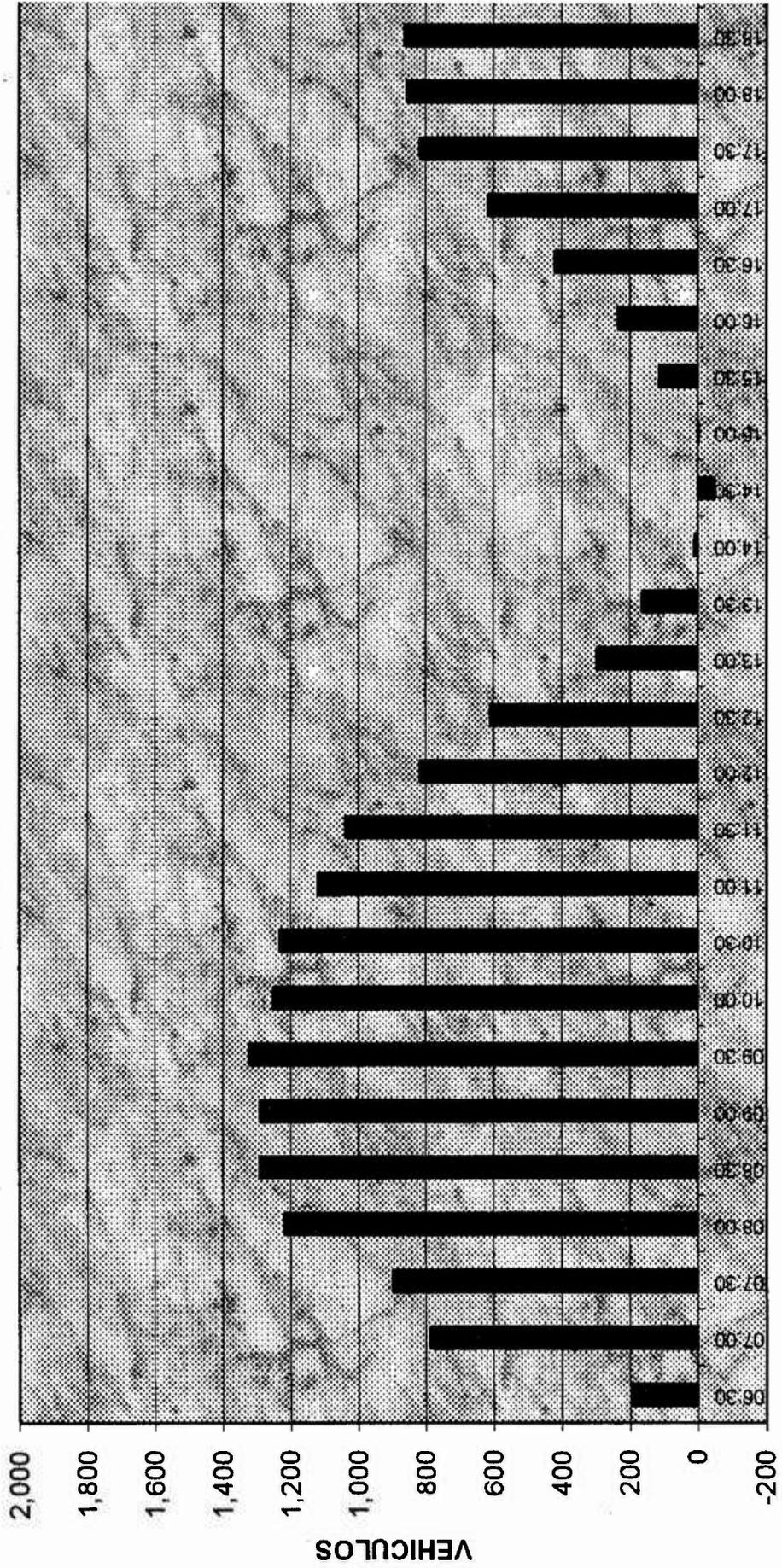
.UNES

e del 2000

ACC. 1	ACC. 2		ACC. 3		ACC. 4		ACC. 5		ACC. 6		ACC. 7		ACC. 8		RESUMEN			
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
1	4	61	34	144	0	0	41	32	22	6	2	61	20	44	32	349	155	194
29	15	260	150	280	0	0	57	203	42	22	7	101	54	76	53	971	378	593
11	26	129	79	117	0	0	87	82	51	8	7	65	28	47	69	459	347	112
25	51	204	183	241	0	0	66	222	100	8	9	122	80	124	136	946	625	321
24	26	177	166	112	0	0	71	130	85	16	15	90	68	67	113	616	544	72
26	32	176	196	143	0	0	154	145	89	26	10	79	70	69	113	664	664	0
13	18	104	124	97	0	0	55	79	66	17	13	80	59	36	59	426	394	32
17	36	118	160	96	0	0	84	89	93	30	24	61	50	32	67	443	514	-71
22	39	100	126	97	0	0	57	77	74	19	20	77	58	29	69	421	443	-22
10	58	122	140	93	0	0	73	74	90	21	18	64	63	44	96	428	538	-110
15	26	76	96	71	0	0	73	59	78	14	18	60	56	18	48	313	395	-82
7	46	115	168	66	0	0	81	79	108	14	15	55	70	41	110	377	598	-221
10	64	66	149	89	0	0	67	65	105	8	6	58	49	21	85	317	525	-208
17	76	74	157	65	0	0	88	71	126	19	15	52	83	22	88	320	633	-313
8	45	100	101	60	0	0	59	71	77	10	23	58	71	7	71	314	447	-133
7	47	66	115	87	0	0	49	61	90	9	19	48	55	28	83	306	458	-152
11	44	114	115	134	0	0	86	98	125	4	12	78	62	41	96	480	540	-60
11	55	146	215	190	0	0	61	131	123	9	12	83	49	61	72	631	587	44
24	27	162	158	155	0	0	89	92	60	11	13	64	35	60	68	568	450	118
18	34	149	178	199	0	0	79	93	66	14	8	88	46	52	81	613	492	121
17	14	157	123	163	0	0	76	113	44	12	7	66	41	51	89	579	394	185
21	35	186	192	243	0	0	95	167	87	13	13	81	54	44	82	755	558	197
19	50	177	167	244	0	0	81	102	69	22	12	57	37	60	64	681	480	201
18	52	191	229	191	0	0	86	117	90	27	22	57	55	47	76	648	610	38
8	38	134	165	164	0	0	94	108	80	8	12	61	48	46	85	529	522	7
24	72	167	236	231	0	0	138	131	111	8	10	48	58	30	118	639	743	-104
17	82	164	236	114	0	0	132	87	90	7	14	48	46	67	142	504	742	-238
11	107	135	269	117	0	0	194	74	175	9	15	40	81	21	109	407	950	-543
7	61	121	241	89	0	0	114	44	104	3	8	31	97	18	156	313	781	-468
48	1,280	3,951	4,668	4,092	0	0	2,487	2,896	2,520	394	379	1,933	1,643	1,303	2,530	15,017	15,507	

LUNES

ENTRADAS - SALIDAS ACUMULADAS
(VEHICULOS QUE PERMANECEN DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA)
(Septiembre del 2000)



HORA

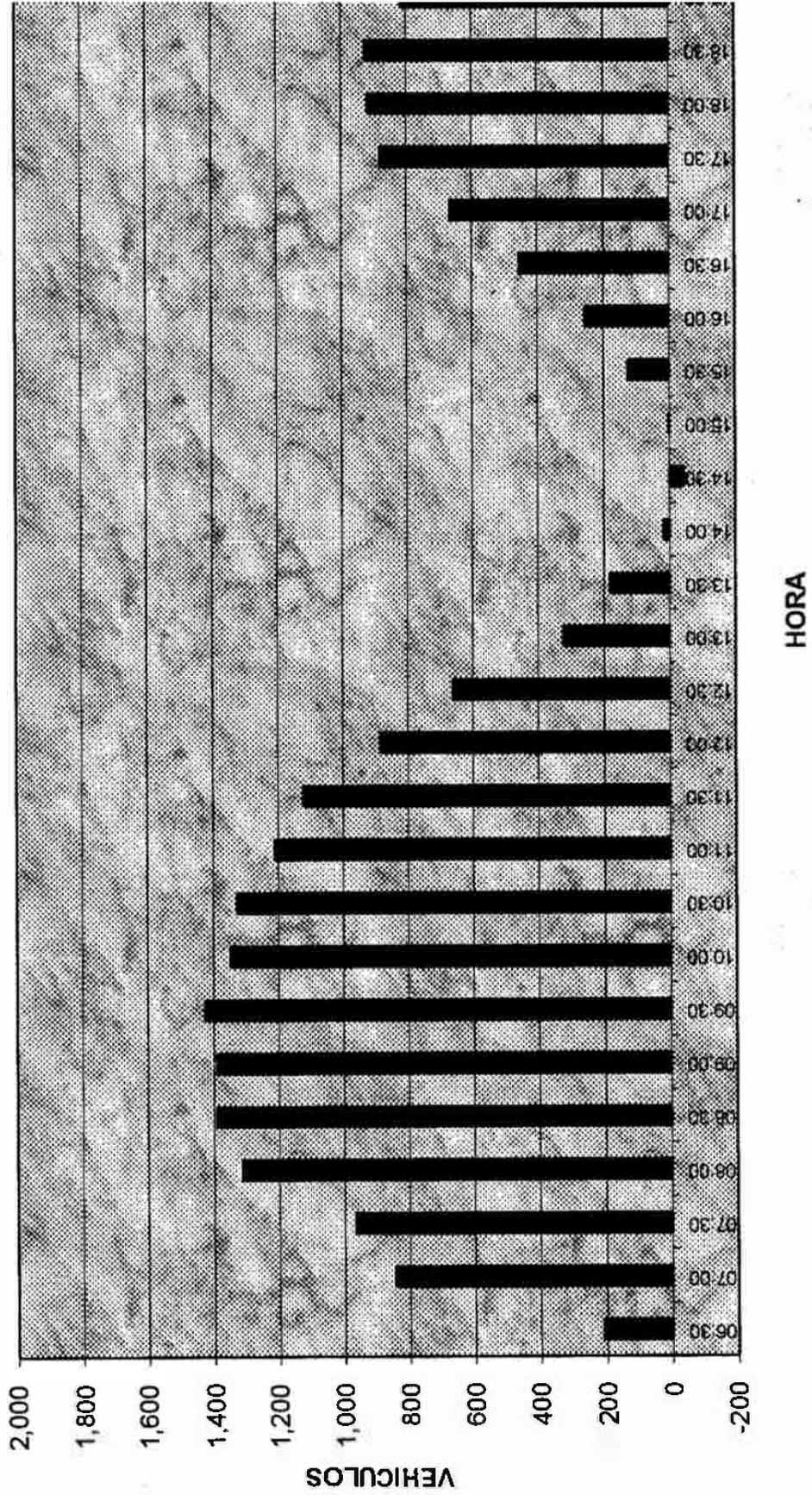
MIÉRCOLES

13 de septiembre del 2000

	ACC. 1		ACC. 2		ACC. 3		ACC. 4		ACC. 5		ACC. 6		ACC. 7		ACC. 8		RESUMEN		
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	ES
00	1	4	66	37	155	0	0	44	34	23	6	2	66	21	47	34	375	165	210
30	31	16	279	161	301	0	0	61	218	45	23	8	108	58	81	57	1,041	406	635
00	12	28	139	85	125	0	0	93	88	55	9	7	70	30	50	74	493	372	121
30	27	55	219	197	259	0	0	71	239	107	9	10	131	86	133	146	1,017	672	345
00	26	28	190	178	120	0	0	76	140	91	17	16	97	73	72	121	662	583	79
30	28	34	189	210	153	0	0	166	156	96	28	11	85	75	74	121	713	713	0
00	14	19	112	133	104	0	0	59	85	71	18	14	86	63	39	63	458	422	36
30	18	39	127	172	103	0	0	90	96	100	32	26	66	54	34	72	476	553	-77
00	24	42	107	135	104	0	0	61	83	79	20	21	83	62	31	74	452	474	-22
30	11	62	131	150	100	0	0	78	80	97	22	19	69	68	47	103	460	577	-117
00	16	28	82	103	76	0	0	78	63	84	15	19	64	60	19	51	335	423	-88
30	7	49	123	180	71	0	0	87	85	116	15	16	59	75	44	118	404	641	-237
00	11	69	71	160	96	0	0	72	70	113	9	6	62	53	22	91	341	564	-223
30	18	81	79	169	70	0	0	94	76	135	20	16	56	89	23	95	342	679	-337
00	9	48	107	108	64	0	0	63	76	83	11	25	62	76	8	76	337	479	-142
30	7	50	71	124	93	0	0	53	65	97	10	20	51	59	30	89	327	492	-165
00	12	47	122	123	144	0	0	92	105	134	4	13	84	67	44	103	515	579	-64
30	12	59	157	231	204	0	0	66	141	132	10	13	89	53	65	77	678	631	47
00	26	29	174	170	167	0	0	96	99	64	12	14	69	38	64	73	611	484	127
30	19	37	160	191	214	0	0	85	100	71	15	9	94	49	56	87	658	529	129
00	18	15	169	132	175	0	0	81	121	47	13	8	71	44	55	96	622	423	199
30	22	38	200	206	261	0	0	102	179	93	14	14	87	58	47	88	810	599	211
00	20	54	190	179	262	0	0	87	109	74	23	13	61	40	64	69	729	516	213
30	19	56	205	246	205	0	0	92	125	97	29	23	61	59	50	82	694	655	39
00	9	41	144	177	176	0	0	101	116	86	9	13	65	51	49	91	568	560	8
30	26	77	179	253	248	0	0	148	141	119	9	11	52	62	32	127	687	797	-110
00	18	88	176	254	122	0	0	142	93	97	7	15	52	49	72	152	540	797	-257
30	12	115	145	289	125	0	0	208	79	188	10	16	43	87	22	117	436	1,020	-584
00	8	66	130	259	96	0	0	122	47	112	3	9	33	104	19	168	336	840	-504
481	1,374	4,243	5,012	4,393	0	0	2,668	3,109	2,706	422	407	2,076	1,763	1,393	2,715	16,117	16,645		

MARTES

ENTRADAS-SALIDAS ACUMULADAS
(VEHICULOS QUE PERMANECEN DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA)
(Septiembre del 2000)



MIERCOLES

ore del 2000

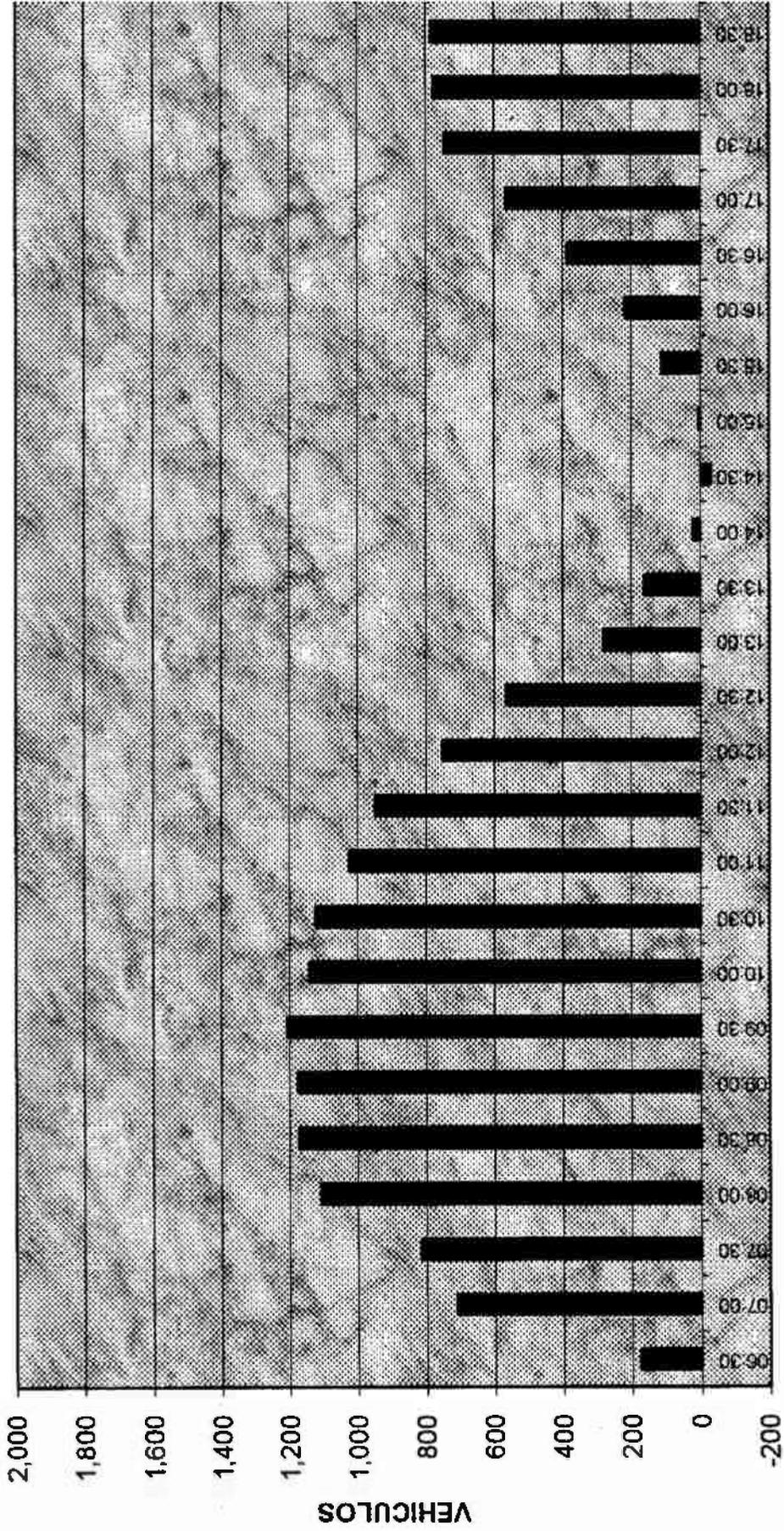
E	ACC. 1		ACC. 2		ACC. 3		ACC. 4		ACC. 5		ACC. 6		ACC. 7		ACC. 8		RESUMEN		
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
1	3	56	31	131	0	0	37	29	20	5	2	56	18	40	29	318	140	178	
26	13	235	136	254	0	0	51	184	38	20	7	91	49	68	48	878	342	536	
10	24	117	72	105	0	0	78	74	46	8	6	59	25	42	62	415	313	102	
23	46	185	166	218	0	0	60	201	90	8	8	111	72	112	123	858	565	293	
22	24	160	150	101	0	0	64	118	77	14	13	82	62	61	102	558	492	66	
24	29	160	177	129	0	0	140	132	81	24	9	72	63	62	102	603	601	2	
12	16	95	112	88	0	0	50	72	60	15	12	72	53	33	53	387	356	31	
15	33	107	145	87	0	0	76	81	84	27	22	56	46	29	61	402	467	-65	
20	35	90	114	88	0	0	51	70	67	17	18	70	52	26	62	381	399	-18	
9	52	111	126	84	0	0	66	67	82	19	16	58	57	40	87	388	486	-98	
13	24	69	87	64	0	0	66	53	71	13	16	54	51	16	43	282	358	-76	
6	41	104	152	60	0	0	73	72	98	13	13	50	63	37	99	342	539	-197	
9	58	60	135	81	0	0	61	59	95	8	5	52	45	19	77	288	476	-188	
15	68	67	143	59	0	0	79	64	114	17	13	47	75	20	80	289	572	-283	
8	41	90	91	54	0	0	53	64	70	9	21	52	64	7	64	284	404	-120	
6	42	60	105	78	0	0	45	55	82	8	17	43	50	25	75	275	416	-141	
10	40	103	104	121	0	0	77	89	113	3	11	71	57	37	87	434	489	-55	
10	50	132	195	172	0	0	56	119	111	8	11	75	45	55	65	571	533	38	
22	24	147	143	141	0	0	81	83	54	10	12	58	32	54	62	515	408	107	
16	31	135	161	180	0	0	72	84	60	13	8	79	41	47	73	554	446	108	
15	13	143	111	148	0	0	68	102	40	11	7	60	37	46	81	525	357	168	
19	32	169	174	220	0	0	86	151	78	12	12	73	49	40	74	684	505	179	
17	46	160	151	221	0	0	73	92	62	20	11	51	34	54	58	615	435	180	
16	47	173	208	173	0	0	77	105	82	24	20	51	50	42	69	584	553	31	
8	35	121	149	148	0	0	85	98	72	8	11	55	43	41	77	479	472	7	
22	65	151	213	209	0	0	125	119	100	8	9	44	52	27	107	580	671	-91	
15	74	148	214	103	0	0	120	78	82	6	13	44	41	61	128	455	672	-217	
10	97	122	244	105	0	0	175	67	159	8	13	36	73	19	99	367	860	-493	
7	56	110	218	81	0	0	103	40	95	3	8	28	88	16	142	285	710	-425	
406	1,159	3,580	4,227	3,703	0	0	2,248	2,622	2,283	359	344	1,750	1,487	1,176	2,289	13,596	14,037		

MIERCOLES

ENTRADAS-SALIDAS ACUMULADAS

(VEHICULOS QUE PERMANECEN DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA)

(Septiembre del 2000)



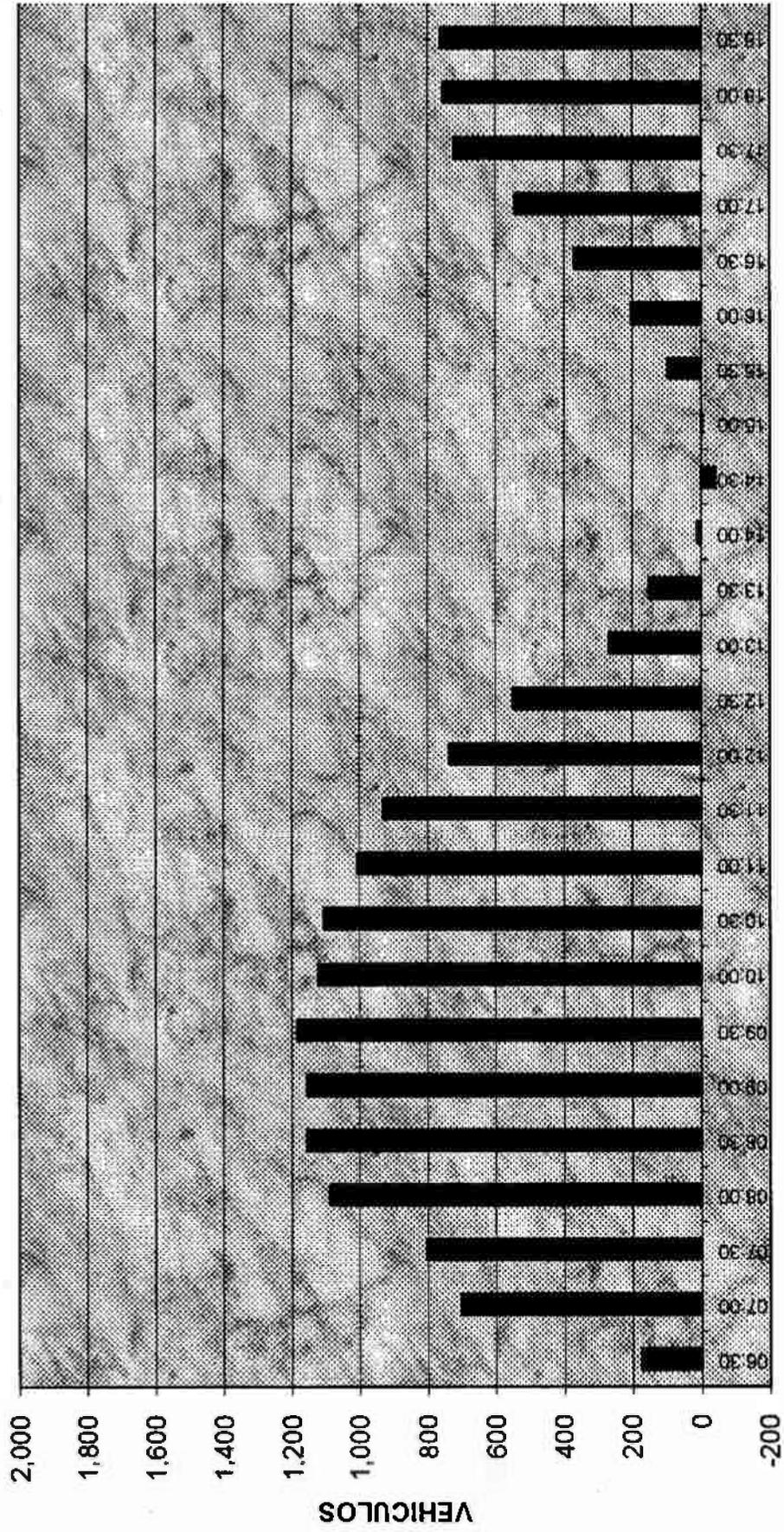
JUEVES

re del 2000

E	ACC. 1		ACC. 2		ACC. 3		ACC. 4		ACC. 5		ACC. 6		ACC. 7		ACC. 8		RESUMEN		
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
1	3	55	31	129	0	0	36	28	19	5	2	55	17	39	28	312	136	176	
26	13	231	134	250	0	0	51	181	37	19	7	90	48	67	47	864	337	527	
10	23	115	71	104	0	0	77	73	46	7	6	58	25	42	61	409	309	100	
22	46	182	163	215	0	0	59	198	89	7	8	109	71	110	121	843	557	286	
22	23	158	148	100	0	0	63	116	76	14	13	81	61	60	103	551	484	67	
23	28	157	174	127	0	0	138	129	80	23	9	71	62	61	103	591	591	0	
12	16	93	110	86	0	0	49	71	59	15	12	71	52	32	52	380	350	30	
15	32	105	143	86	0	0	75	80	83	27	22	55	45	28	60	396	460	-64	
20	35	89	112	86	0	0	51	69	65	17	17	69	51	26	61	376	392	-16	
9	51	109	125	83	0	0	65	66	81	18	16	57	57	39	86	381	481	-100	
13	23	68	86	63	0	0	65	52	70	13	16	53	50	16	42	278	352	-74	
6	41	102	149	59	0	0	72	71	96	13	13	49	62	36	98	336	531	-195	
9	57	59	133	80	0	0	60	58	94	7	5	51	44	18	76	282	469	-187	
15	67	65	140	58	0	0	78	63	112	17	13	46	74	19	79	283	563	-280	
7	40	89	90	53	0	0	52	63	69	9	21	51	63	7	63	279	398	-119	
6	42	59	103	77	0	0	44	54	81	8	17	42	49	25	74	271	410	-139	
10	39	101	102	119	0	0	76	87	111	3	11	70	56	36	86	426	481	-55	
10	49	130	192	169	0	0	55	117	110	8	11	74	44	54	64	562	525	37	
22	24	144	141	138	0	0	80	82	53	10	12	57	32	53	61	506	403	103	
16	31	133	158	178	0	0	71	83	59	13	7	78	41	46	72	547	439	108	
15	13	140	110	145	0	0	67	100	39	11	7	59	36	46	80	516	352	164	
18	32	166	171	217	0	0	85	149	77	12	12	72	48	39	73	673	498	175	
17	45	158	149	217	0	0	72	91	61	19	11	51	33	53	57	606	428	178	
16	46	170	204	170	0	0	76	104	81	24	19	51	49	42	68	577	543	34	
7	34	119	147	146	0	0	84	96	71	7	11	54	42	41	76	470	465	5	
22	64	149	210	206	0	0	123	117	99	7	9	43	51	27	105	571	661	-90	
15	73	146	211	101	0	0	118	77	81	6	13	43	41	60	126	448	663	-215	
10	95	120	240	104	0	0	173	65	156	8	13	36	72	18	97	361	846	-485	
7	55	108	215	80	0	0	101	39	93	2	7	27	86	16	139	279	696	-417	
401	1,140	3,520	4,162	3,646	0	0	2,216	2,579	2,248	349	340	1,723	1,462	1,156	2,252	13,374	13,820		

JUEVES

ENTRADAS-SALIDAS ACUMULADAS
(VEHICULOS QUE PERMANECEN DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA)
(Septiembre del 2000)



HORA

N VIERNES

embre del 2000

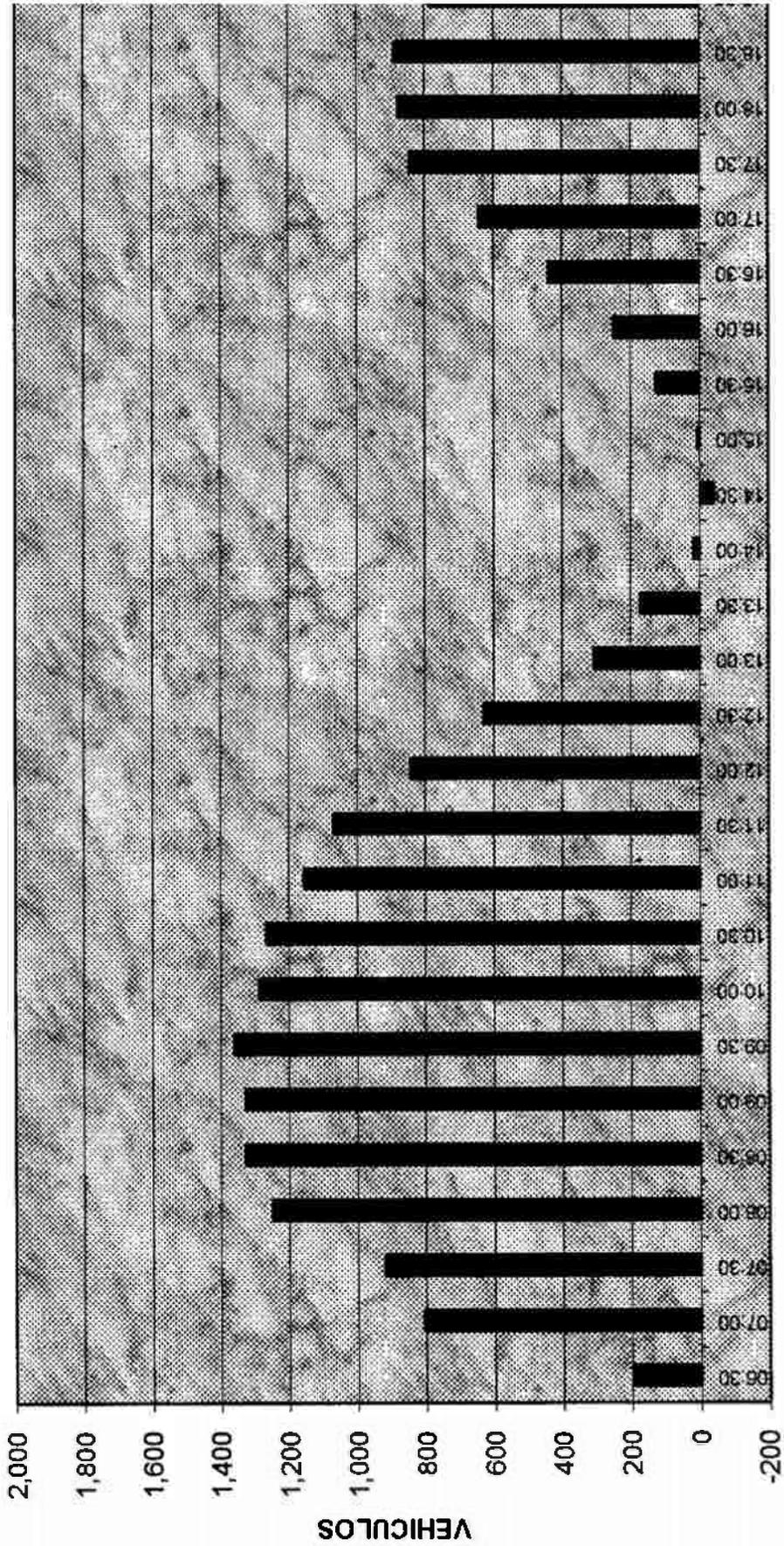
E	ACC. 1		ACC. 2		ACC. 3		ACC. 4		ACC. 5		ACC. 6		ACC. 7		ACC. 8		RESUMEN		
	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
1	4	63	35	148	0	0	42	33	22	6	2	63	20	45	33	359	158	201	
30	15	266	154	287	0	0	58	208	43	22	8	103	55	77	55	993	388	605	
12	27	133	81	119	0	0	89	84	52	9	7	67	29	48	71	472	356	116	
26	52	209	188	247	0	0	68	228	102	9	10	125	82	127	139	971	641	330	
25	27	181	170	115	0	0	72	134	87	16	15	93	70	69	116	633	557	76	
27	33	180	200	146	0	0	158	149	92	27	10	81	72	71	116	681	681	0	
13	18	107	127	99	0	0	56	81	68	17	13	82	60	37	60	436	402	34	
17	37	121	164	98	0	0	86	92	95	30	25	63	51	33	69	454	527	-73	
23	40	102	129	99	0	0	58	79	75	19	20	79	59	30	71	431	452	-21	
10	59	125	143	95	0	0	74	76	93	21	18	66	65	45	98	438	550	-112	
15	27	78	98	72	0	0	74	60	80	14	18	61	57	18	49	318	403	-85	
7	47	117	172	68	0	0	83	81	111	14	15	56	72	42	112	385	612	-227	
10	66	68	153	92	0	0	69	67	108	9	6	59	50	21	87	326	539	-213	
17	77	75	161	67	0	0	90	72	129	19	15	54	85	22	91	326	648	-322	
9	46	102	103	61	0	0	60	72	79	10	24	59	72	8	72	321	456	-135	
7	48	68	118	89	0	0	50	62	93	10	19	49	56	29	85	314	469	-155	
12	45	116	117	137	0	0	88	100	128	4	12	80	64	42	98	491	552	-61	
12	56	150	220	195	0	0	63	135	126	10	12	85	50	62	73	649	600	49	
25	28	166	162	159	0	0	92	94	61	12	13	66	36	61	70	583	462	121	
18	35	153	182	204	0	0	81	95	68	14	9	90	47	54	83	628	505	123	
17	14	161	126	167	0	0	77	116	45	12	8	68	42	52	92	593	404	189	
21	36	191	196	249	0	0	97	171	89	13	13	83	55	45	84	773	570	203	
19	51	181	171	250	0	0	83	104	71	22	12	58	38	61	66	695	492	203	
18	54	195	235	195	0	0	88	119	93	28	22	58	56	48	78	661	626	35	
9	39	137	169	168	0	0	96	111	82	9	12	62	49	47	87	543	534	9	
25	73	171	241	237	0	0	141	135	114	9	10	50	59	30	121	657	759	-102	
17	84	168	242	115	0	0	135	89	93	7	14	50	47	69	145	516	760	-244	
12	110	138	276	119	0	0	198	75	179	10	15	41	83	21	111	416	972	-556	
8	63	124	247	92	0	0	116	45	107	3	9	31	99	18	160	321	801	-480	
462	1,311	4,046	4,780	4,190	0	0	2,542	2,967	2,585	405	386	1,982	1,680	1,332	2,592	15,384	15,876		

VIERNES

ENTRADAS-SALIDAS ACUMULADAS

(VEHICULOS QUE PERMANECEN DENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA)

(Septiembre del 2000)



SEMANA

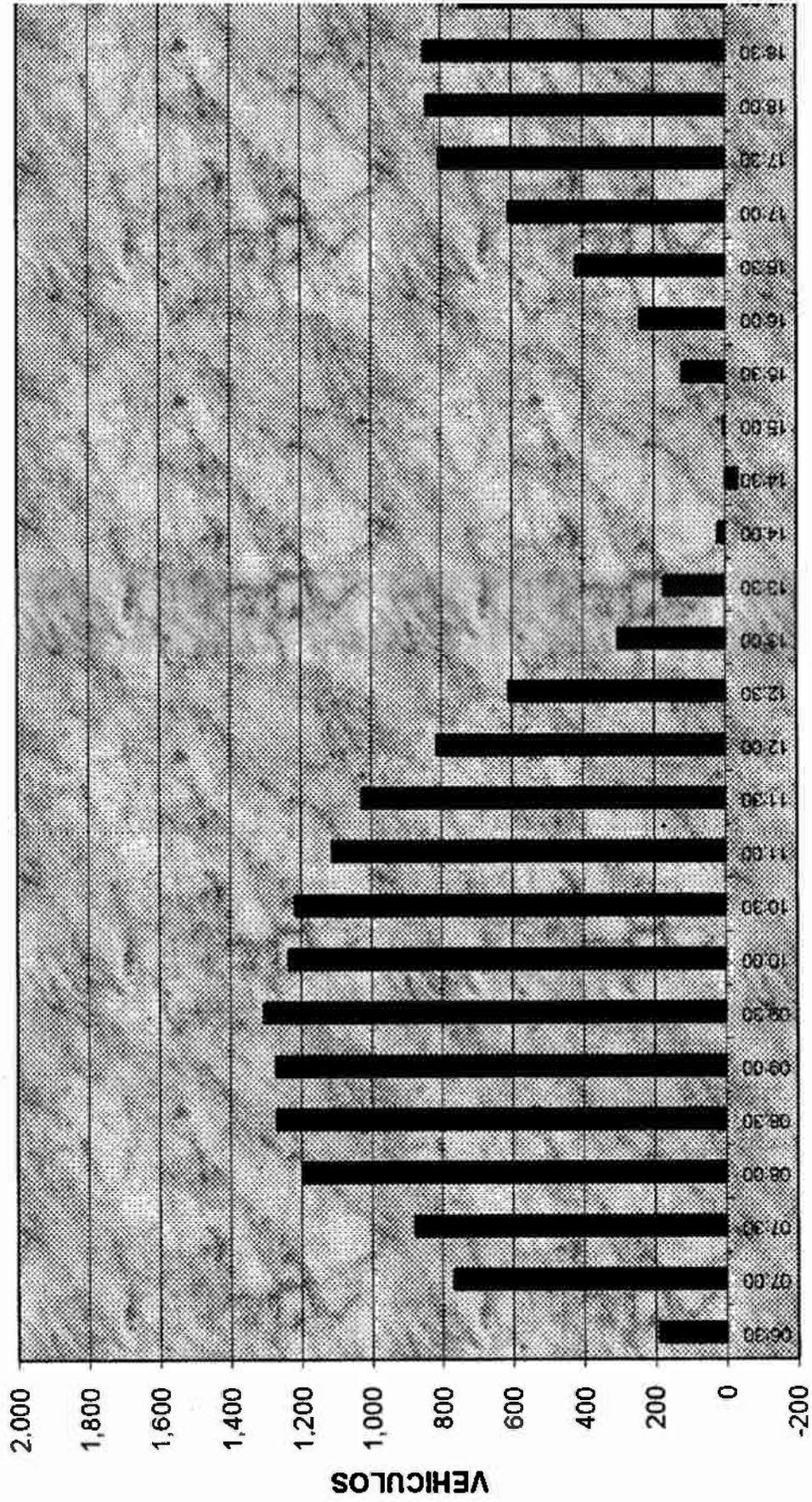
bre del 2000

ACC. 1		ACC. 2		ACC. 3		ACC. 4		ACC. 5		ACC. 6		ACC. 7		ACC. 8		RESUMEN		
E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E-S
1	4	60	34	141	0	0	40	31	21	6	2	60	19	43	31	342	151	191
28	14	254	147	274	0	0	56	199	41	21	7	99	53	74	52	949	370	579
11	26	127	78	114	0	0	85	80	50	8	7	64	27	46	67	450	340	110
25	50	200	179	236	0	0	65	218	98	8	9	120	78	121	133	928	612	316
24	26	173	162	110	0	0	69	128	83	15	14	89	67	66	110	605	531	74
26	31	172	191	140	0	0	151	142	88	26	10	78	68	67	110	651	649	2
13	17	102	121	95	0	0	54	78	65	16	13	78	57	35	57	417	384	33
16	35	116	157	94	0	0	82	88	91	29	24	60	49	31	66	434	504	-70
22	38	98	123	95	0	0	56	76	72	18	19	76	56	28	67	413	431	-18
10	56	120	137	91	0	0	71	73	89	20	17	63	62	43	94	420	526	-106
14	26	75	94	69	0	0	71	57	77	14	17	58	55	17	47	304	387	-83
7	45	112	164	65	0	0	79	78	106	14	14	54	68	40	107	370	583	-213
10	63	65	146	88	0	0	66	64	103	8	6	56	48	20	83	311	515	-204
16	74	72	154	64	0	0	86	69	123	18	14	51	81	21	87	311	619	-308
8	44	98	99	58	0	0	57	69	76	10	23	56	69	7	69	306	437	-131
7	46	65	113	85	0	0	48	59	89	9	18	47	54	27	81	299	449	-150
11	43	111	112	131	0	0	84	96	122	4	12	77	61	40	94	470	528	-58
11	54	143	211	186	0	0	60	129	120	9	12	81	48	59	70	618	575	43
24	26	159	155	152	0	0	88	90	58	11	13	63	35	58	67	557	442	115
17	34	146	174	195	0	0	78	91	65	14	8	86	45	51	79	600	483	117
16	14	154	120	160	0	0	74	110	43	12	7	65	40	50	88	567	386	181
20	35	182	188	238	0	0	93	163	85	13	13	79	53	43	80	738	547	191
18	49	173	163	239	0	0	79	100	67	21	12	56	36	58	63	665	469	196
17	51	187	224	187	0	0	84	114	89	26	21	56	54	46	75	633	598	35
8	37	131	161	160	0	0	92	106	78	8	12	59	47	45	83	517	510	7
24	70	163	231	226	0	0	135	129	109	8	10	47	56	29	116	626	727	-101
16	80	160	231	111	0	0	129	85	89	7	14	47	45	66	139	492	727	-235
11	105	132	264	114	0	0	190	72	171	9	14	39	79	20	107	397	930	-533
7	60	119	236	88	0	0	111	43	102	3	8	30	95	17	153	307	765	-458

438	1,253	3,869	4,569	4,006	0	0	2,433	2,837	2,470	385	370	1,894	1,605	1,268	2,475	14,697	15,175	
-----	-------	-------	-------	-------	---	---	-------	-------	-------	-----	-----	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--

SEMANA

(ENTRADAS-SALIDAS ACUMULADAS)



HORA

V. CONCLUSIONES

La gran necesidad de calles y carreteras en muchos países ha requerido que se dé atención al aspecto diseño estructural de los pavimentos, construyendo la mayor longitud en un tiempo mínimo, así como prolongando la duración de su infraestructura. Sin embargo en los últimos años, se ha acrecentado el grave problema del tránsito motivo por el cual se ha empezado a estudiar el aspecto operacional y es precisamente bajo este concepto que surge la INGENIERÍA DE TRANSITO, como una rama de la ingeniería relacionada con la planeación, proyecto geométrico y la operación vehicular de calles y carreteras y correspondencias con otros modos de transporte, con el fin de lograr la seguridad, eficiencia y movimiento adecuado de personas y cosas.

Entre más se incremente el flujo vehicular, se incrementarán los accidentes y congestionamientos y es cuando se trata de atender estos problemas. En primer término evitando los accidentes y luego resolviendo el congestionamiento, que causan pérdidas humanas y materiales en proporciones lamentables.

A menudo la organización y la planeación para el trabajo puede ser simple o aún puede ser una cosa de rutina, en algunos casos la organización puede requerir de contratación de personal adicional.

En la operación del tránsito se deben incluir todas las medidas necesarias para la regulación. Las leyes y ordenanzas para el conductor, el vehículo, el peatón y la operación del tránsito. En la operación se abarcan, entre los aspectos más importantes el control de intersecciones, zonificación de velocidades, calles y control de estacionamiento.

La planeación comprende las nuevas construcciones y el mejoramiento de las existentes, con el fin de satisfacer una necesidad producida por la falta de

seguridad y eficiencia. Siendo necesario el análisis de las características de los tiempos de recorrido tanto del vehículo privado como del transporte público.

En el proyecto geométrico se incluyen el diseño de arterias urbanas, carreteras, proyecto de intersecciones, estacionamientos y ampliación o mejoramiento de vialidades.

t El ingeniero debe tener conocimientos generales de los reglamentos de tránsito, con el fin de interpretarlos y hacerlos cumplir. Además de implementar programas de adiestramiento de conductores y de educación vial.

BIBLIOGRAFÍA

Ingeniería de Tránsito Fundamentos Y Aplicaciones
Rafael Cal y Mayor R. / James Cárdenas G.

Una fisonomía de la Ingeniería de Tránsito
Leonardo Lazo Margáin / Gilberto Sánchez Ángeles

Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito
Paul C. Box / Joseph C. Oppenlander

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas

Apuntes de Estudios de Ingeniería de Tránsito
Maestría en Ingeniería de Tránsito
Universidad Autónoma de Nuevo León

2. Se realiza el aforo con cortes a cada cinco minutos.
3. En el formato se involucra la edad aproximada del peatón.