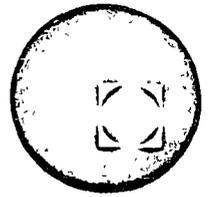




centro de educación continua  
facultad de ingeniería, unam



ESTUDIOS DE TRANSITO

Ier. CAP. INTRODUCCION A LOS  
ESTUDIOS DE TRANSITO

ING. JUAN MANUEL PEREZ NUÑEZ

ESTUDIOS DE TRANSITO

Ing . Juan Manuel Pérez Núñez

CENTRO DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.

Ago-Sept. 1974.

## TEMA: ESTUDIOS DE TRANSITO

### I.) INTRODUCCION.

La Ingeniería de Tránsito, es considerada como una rama de la Ingeniería Vial, dedicada al estudio de la circulación de la corriente vehicular, con la finalidad de alcanzar, tanto en vías urbanas, rurales y sus terminales, un grado óptimo de eficiencia, libertad, rapidez y seguridad. Para cumplir con este propósito, es fundamental tener una visión del cómo y del por qué, está circulando el tránsito; esto se logra gracias a los estudios de tránsito, mediante los cuales es posible obtener un conocimiento más o menos exacto, de la naturaleza tanto del tránsito, como de la vía de circulación.

Los objetivos que usualmente se persiguen con los estudios de tránsito, se resumen enseguida:

- a) Comparar con bases bien cimentadas unas vías de circulación con otras, para así programar correctamente cualquier actuación inmediata, mediata y futura.
- b) Justificar la economía de las inversiones en las que el tránsito interviene como una variable.
- c) Proyecto de las características físicas de las vías de circulación de acuerdo con las necesidades del tránsito.
- d) Proyecto del señalamiento fijo y automático.
- e) Asignación de tránsito a nuevas rutas.

Actualmente entre los principales estudios de tránsito, realizados en el país por las dependencias oficiales y privadas avocadas para ello se encuentran: el inventario geométrico y de señalamiento; los estudios

de volúmenes de tránsito; estudios de origen y destino; estudios de velocidades y estudios sobre accidentes.

## II.) VOLUMENES DE TRANSITO (Definiciones).

- 1.- Volumen de Tránsito.- "Es el No. de vehículos que pasan por un tramo de calle o carretera en tiempo considerado".- (Por hora o día).
- 2.- Densidad de Tránsito.- "Es el No. de vehículos que se encuentran en cierta longitud de calle o carretera en un instante dado".
- 3.- T. P. D.- "Es el promedio de los volúmenes diarios registrados en un período determinado.- Los más comunes son el TPDS y el TPDA."
- 4.- Tránsito Máximo Horario.- "Es el máximo número de vehículos que pasan por un tramo de calle o carretera durante una hora, para un lapso de observación establecido" (generalmente se hace en un año).
- 5.- Volumen Horario de Proyecto.- "Es el volumen horario de tránsito que determina las características geométricas de una calle o carretera.- Se representa como VHP".
- 6.- Tránsito Generado.- "Es el volumen de tránsito que se origina por la construcción de una calle o carretera nueva o mejoramiento de las mismas y/o por el desarrollo de la zona por donde cruzarán".
- 7.- Tránsito Inducido.- "Es una parte del volumen de tránsito que circulaba por otra calle o carretera y cambia su itinerario para pasar por la que se construye o mejora".

## OBTENCION DEL VOLUMEN DE TRANSITO.

- 1.- Estudios de O y D.
- 2.- Muestreos de Tránsito.
- 3.- Estaciones Maestras.

Los estudios de volúmenes de tránsito se efectúan para conocer el número de vehículos que circulan por cada punto de una red vial, - tanto rural como urbana y estar en posibilidad de detectar el nivel operacional de la misma.

Estos estudios de tránsito consisten fundamentalmente en aforos de tránsito los cuales varían desde los muy amplios en todo un sistema carretero, hasta aforos en lugares específicos como puentes, intersecciones, etc.

Este simple dato en la Ingeniería de Tránsito es de suma importancia debido a que por sí solo expresa la magnitud e importancia de - cualquier obra vial. Existen principalmente dos métodos de aforos: los manuales y los realizados por medio de contadores automáticos todo - ello en función de la duración y del tipo de estudio por realizar.

Para los aforos de tránsito en carreteras se considera como primer paso, la determinación de tramos representativos, los cuales estarán limitados por cruces o entronques, mismos que determinan variación en los volúmenes de tránsito. En zonas urbanas se puede seguir la misma técnica, aunque se dificulta un poco más, por la alta transitabilidad de vehículos.

Para aforos en intersecciones, se registran los volúmenes de - tránsito correspondientes a cada uno de los tramos que concurren -- en la intersección.

El equipo utilizado en las estaciones de aforo manual, consiste

# A FORO DE VEHICULOS INSTRUCCIONES

4.

CRUCE DE \_\_\_\_\_ EN EL km \_\_\_\_\_

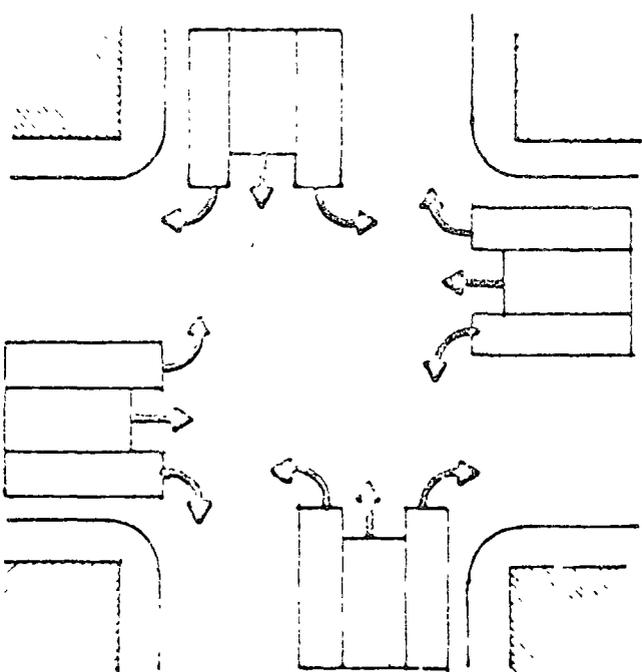
CON \_\_\_\_\_ EN EL km \_\_\_\_\_

ENTRONQUE DENOMINADO \_\_\_\_\_

TIEMPO DE AFORO \_\_\_\_\_

MOVIMIENTOS AFORADOS \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_



HACER UN DIAGRAMA DE LA INTERSECCION BAJO ANALISIS, INDICANDO EL NORTE, MOVIMIENTOS AFORADOS Y NOMBRES DE CALLES Y CAMINOS CON SU NUMERO DE RUTA

## INSTRUCCIONES GENERALES

**QUE SE VA A CONTAR.** A menos que se indique otra cosa, los vehículos entrando a la intersección son los únicos que se cuentan. Cada vehículo va siendo anotado de acuerdo, primeramente, a la dirección a la que está viajando, y posteriormente de acuerdo con el tipo de movimiento: vuelta derecha, de frente o vuelta izquierda. Las vueltas en "U" deben contarse como vueltas izquierdas.

**HOJA DE CAMPO:** La hoja de campo cuenta con cuatro cuadros en donde se anotan los vehículos que entran a la intersección por cada una de las cuatro direcciones correspondientes. Antes de iniciar el conteo se puede colocar la hoja de campo de tal modo que cada movimiento correspondiente a su dirección real para facilitar las anotaciones. Cada hoja se puede emplear para un período de tiempo preestablecido. Anótese una raya vertical para cada vehículo hasta cuatro y crúcense estas cuatro con la correspondiente al quinto vehículo, y así sucesivamente.

**EQUIPO:** (1) Un reloj. (2) Dos o más lápices. (3) Borrador. (4) Sacapuntas

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 COMISION DE INGENIERIA DE TRANSITO  
 Departamento Técnico  
 Oficina de Vialidad.

AFOROS DE TRANSITO.

CARRETERA O CALLE: \_\_\_\_\_ SENTIDO: \_\_\_\_\_

UBICACION: \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA: \_\_\_\_\_

HORA	A	B	C
0-1			
1-2			
2-3			
3-4			
4-5			
5-6			
6-7			
7-8			
8-9			
9-10			
10-11			
11-12			
12-13			
13-14			
14-15			
15-16			
16-17			
17-18			
18-19			
19-20			
20-21			
21-22			
22-23			
23-24			

A= Automóviles

B= Autobuses

C= Camiones.

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS  
 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS EN COOPERACIÓN  
 MUESTREO DE TRANSITO

CARRETERA México-Tehuacán

TRAMO

Amozoc-Tepaca

Km

166 + 739

JUNTA LOCAL DE CAMINOS DE

Puebla

NOMBRE DE ENTRONQUE

Libramiento Tepaca

AÑO 69

MES 03

DIA 14

DIA SEMANA 5

MOV. HORA	de Libramiento a Puebla			de Libramiento a Tepaca			de		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
7 - 8	12	1	18	0	0	0			
8 - 9	9	2	20	0	0	0			
9 - 10	15	0	19	0	0	0			
10 - 11	24	3	19	0	0	0			
11 - 12	19	1	15	0	0	2			
12 - 13	20	1	16	1	0	0			
13 - 14	25	4	22	0	0	0			
14 - 15	20	1	17	0	0	0			
15 - 16	24	1	23	0	0	0			
16 - 17	35	1	17	0	0	0			
17 - 18	30	0	19	1	0	0			
18 - 19	35	0	10	0	0	0			
19 - 20	30	1	6	2	0	0			
20 - 21	14	1	5	1	0	0			
21 - 22	3	0	1	0	0	0			

315

17

277

5

0

2

DATOS TOMADOS POR: Raúl Alarcón Torres

REVISADOS POR: Ing. Angel Aragón P.

OBSERVACIONES: Coronas 9.20 m, Carpeta 7.00 m, Acotamiento 2.20 m.

## Método manual

El aforo manual es un método para obtener datos de volúmenes de tránsito a través de personal de campo conocido como aforadores de tránsito. Los aforos manuales son usados cuando la información deseada no puede ser obtenida mediante el uso de dispositivos mecánicos. El método manual permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo y otras características. Registro de movimiento de giros y otros movimientos, tanto vehiculares como de peatones. Los recuentos manuales son usados frecuentemente para comprobar la exactitud de los contadores mecánicos. Este tipo de recuento también es necesario cuando los requisitos para el mismo son poco comunes. Por ejemplo, cuando se necesitan recuentos durante períodos de tiempo corto. Algunas veces las malas condiciones de tiempo interfieren con el uso de contadores mecánicos de tránsito y, claro está, si no se dispone de equipo automático, el aforo deberá realizarse manualmente.

Las formas de campo son hojas para anotaciones directas en los tramos de camino sometidos a estudio. Las formas de campo pueden ser usadas para cualquier período de tiempo que se desee; por ejemplo, períodos de cinco, quince, treinta o sesenta minutos. Usualmente se usa por lo menos, una forma nueva para cada período de una hora. Esta depende del volumen de tránsito y de las preferencias individuales.

Cuando dos personas llevan a cabo un aforo de volúmenes de tránsito en una intersección simple, de cuatro ramas con sentidos de

circulación doble, deberán estar colocados diagonalmente, en esquinas opuestas. Cada observador deberá contar los vehículos que entran de de dos accesos. Generalmente una persona puede atender dos accesos cuando el tránsito es de orden mediano. Sin embargo, cuando el tránsito es elevado puede necesitarse un observador por cada acceso o, en casos extremos, varios observadores por acceso. Cuando los volúmenes de tránsito son elevados o se está estudiando una intersección compleja, son usados registradores acumulativos operados manualmente. Ver registros de campo en las páginas 4 y 5.

Por lo tanto, los recuentos manuales están generalmente limitados para períodos cortos o en lugares donde esta forma es la única para poder realizarlos. Los recuentos manuales pueden variar desde 5 minutos a veinticuatro horas de duración. Los recuentos durante veinti--cuatro horas son realizados generalmente en tres turnos de ocho horas. En estaciones permanentes para recuentos contínuos se realizan aforos manuales clasificados para períodos de dieciseis horas en una semana, sábados y domingos, en cada una de las cuatro estaciones del año.

También se usa simplemente lápiz y papel para, con el sistema antiguo, registrar con una rayita el tipo de vehículo aforado. Pág. 6.

Cumpliendo con los aforos manuales, se mencionará también el uso de este tipo de aforos en los aeropuertos y terminales camione--ras, con el fin de obtener más información básica del movimiento de -

pasajeros, tanto en las salas de espera como en los pasillos de dichas terminales. Esta información servirá posteriormente, para la desición adecuada de ver si se amplían o nó dichas instalaciones.

En las páginas Nos. 10 y 11 se observan los registros de los movimientos diarios de aeronaves y pasajeros, los cuales pueden ser - nacionales o internacionales.

COMISION DE INVESTACIONES Y FOMENTO  
 DEPARTAMENTO DE ECONOMIA DEL MAQUERO

MOVIMIENTO DIARIO DE AFILIACIONES

AFILIACION: ACAPULCO, GRO.

FECHA: DEL 14 AL 24 DE MAYO DE 1972

D I A	COMERCIALES		PARTICULARES		OFICIALES	
	NAC.	INT.	NAC.	INT.	NAC.	INT.
	LL. S	LL. S	LL. S	LL. S	LL. S	LL. S
DOM. 14						
LUN. 15						
MAR. 16						
MIE. 17						
JUE. 18						
VIE. 19						
SAB. 20						
DOM. 21						
LUN. 22						
MAR. 23						
MIE. 24						
TOTALES						
V.P.D.						





pasajeros, tanto en las salas de espera como en los pasillos de dichas terminales. Esta información servirá posteriormente, para la decisión adecuada de ver si se amplían o nó dichas instalaciones.

En las páginas Nos. 10 y 11 se observan los registros de los movimientos diarios de aeronaves y pasajeros, los cuales pueden ser nacionales o internacionales.

Espaciamiento de Peatones. - El Manual de Ingeniería de Tránsito (1), para fines de proyecto hace uso de un carril para peatones de 0.61 m de anchura. Sobre la base de la anchura de los hombros, esto puede ser considerado como una suposición válida. Sin embargo, en el curso de estudios de campo, se observó que un espacio de 0.61 m por peatón fué adoptado intermitentemente y solo bajo condiciones de corriente densas. En condiciones de flujo libre, la mayor parte de los peatones prefieren evitar el contacto de uno con otro y por lo tanto adoptan espacios más amplios entre las personas. El espaciamiento normal en la corriente de tránsito, también determina la facilidad de alcanzar y rebasar a otros peatones. Para determinar estos espaciamientos naturales bajo diferentes concentraciones de tránsito, las distancias entre personas fueron medidas en una muestra grande de fotografías de tiempo-lapso. En la figura 1 se muestran los resultados de estas mediciones ajustadas a parábolas, como lo sugiere en su estudio de las aceras, un tanto cuanto similar, conducido por Navin y Wheeler (1).

---

(1) Baerwald, J.E., ed. Traffic Engineering Handbook. Institute of Traffic Engineers, 3rd . 1965.

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS  
COMISION DE INGENIERIA DE TRANSITO.  
DEPARTAMENTO TECNICO  
OFICINA DE VIALIDAD

DESPEGUE Y ATERRIZAJE EN CABECERA DE PISTAS

AEROPUERTO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ PISTA: \_\_\_\_\_

HORA	ATERRIZAJE	DESPEGUE	T I P O		OFICIAL
			COMERCIAL	PARTICULAR	

DATOS TOMADOS POR: \_\_\_\_\_ SUPERVISADO POR: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

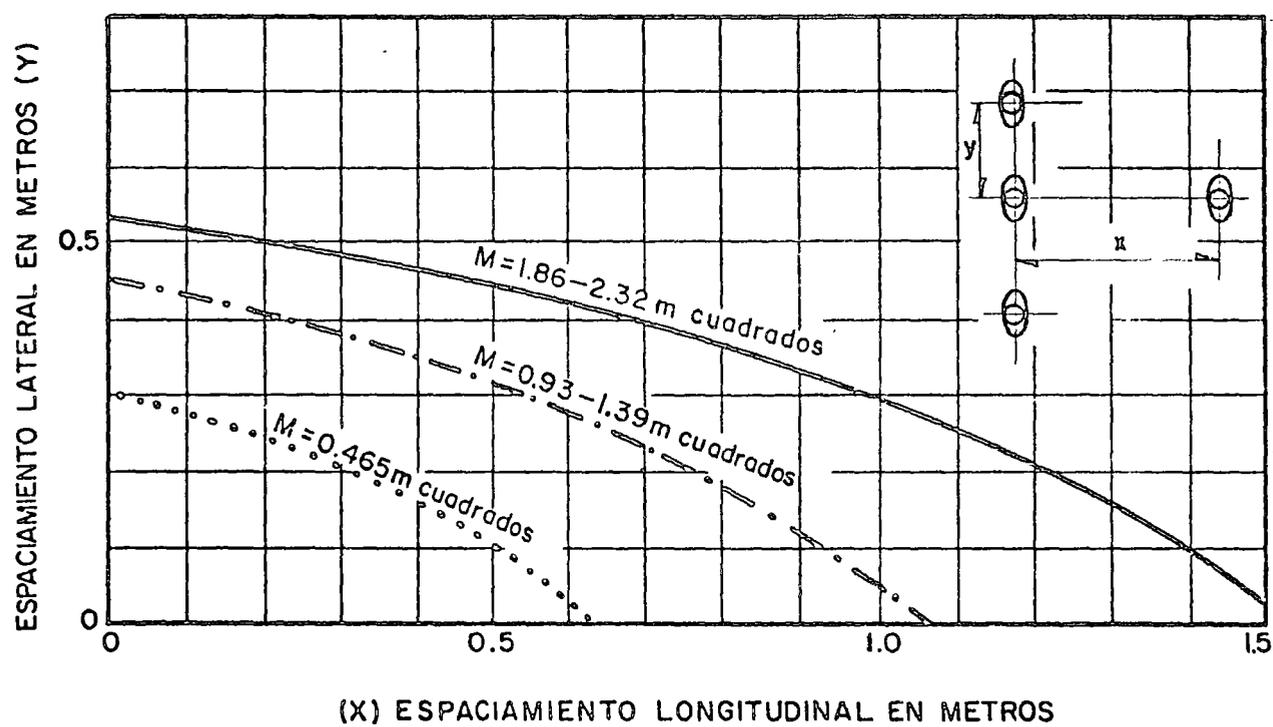


FIGURA 1.- Espaciamiento longitudinal y lateral de peatones en la corriente de tránsito

INSTRUCTIVO PARA RECOPIRAR DATOS DE ESTUDIO EN AEROPUERTOS

1. Seccionar al aeropuerto:
  - a) Areas para conteo de personas, sala de espera, sala de migración, terraza, etc.
  - b) Areas para conteo de vehículos; estacionamiento y acceso de vehículos al aeropuerto.
  - c) Areas para el conteo de aeronaves, plataformas.
2. Se instalarán una o dos personas en cada área equipadas de un reloj y un contador manual.
3. La persona con categoría de Cabo tendrá la obligación, además de vigilar la gente de su turno; de proveerlos de las formas correspondientes al iniciarse el día.

Estas mismas formas serán recogidas y engrapadas al finalizar el día por el encargado del último turno y guardarlas en un lugar seguro.
4. Se anota cada 20 minutos el número de personas que se encuentren dentro de cada área, esto también se hará con el número de vehículos en el estacionamiento.
5. En el acceso de vehículos al aeropuerto se instala uno o dos contadores electrónicos, según el caso.
6. Se instalan dos personas en cada plataforma, que anotarán cada 20 minutos el número de aeronaves clasificándolas por tipo, peso y número de motores y separándolas en tres grupos: Comerciales, Particulares y Oficiales.

7. Se copian los datos de la forma # 34 de "ASA" (movimiento de Aerona-  
vases y Pasajeros) cuidando completar todos los días del estudio,  
aún en el caso de que el último día se recibieran después de ter-  
minado el aforo.
8. El estudio tendrá una duración de 8 días ininterrumpidos incluyendo  
domingos y días festivos.
9. Se toman fotografías del aeropuerto.
10. Cada aforador será responsable del material y equipo que use para  
desempeñar su cargo.
11. La persona encargada del estudio al recoger datos, revisará que es-  
tén completos al igual que los aparatos usados en dicho estudio.

## RECUEENTOS EN CORDON

Un recuento en cordón es el que se hace alrededor de una zona en particular, llevando a cabo recuentos en todas las calles que conducen hacia adentro o hacia afuera de la zona. Los datos obtenidos muestran los volúmenes de tránsito que entran y salen.

Totalizando las "entradas" y "salidas", puede determinarse la acumulación de vehículos dentro del cordón, para períodos determinados.

Los recuentos en cordón son usados comúnmente como parte de un estudio amplio de origen y destino o en estudios importantes de la zona comercial o de negocios.

Como parte de un estudio de origen y destino se llevan a cabo recuentos que se usarán como base para investigar dónde conviene hacer las entrevistas en la zona por estudiar. Ya no es posible, ni necesario, entrevistar a los ocupantes de todos los vehículos que cruzan el cordón, únicamente se toman unas muestras. Los recuentos, tomados durante el período de entrevistas, sirven de base para hacer el análisis de éstas. Se hacen recuentos tanto manuales como con aparatos contadores. Por medio de un recuento manual se determina el tipo de vehículos que causan más conflictos. Los recuentos con aparatos se hacen en períodos de 24 horas desde antes de principiar las entrevistas. Esto sirve para dos propósitos: en primer lugar, son usados como base para programar las entrevistas y proporcionar el personal requerido y, en segundo lugar, permite comparar los volúmenes de tránsito durante el po de las entrevistas con los volúmenes que se presentan los días que no hay entrevistas. Si el tránsito es extraordinario durante el período de entrevistas, será detectado y corregido.

circulación doble, deberán estar colocados diagonalmente, en esquinas opuestas. Cada observador deberá contar los vehículos que entran desde dos accesos. Generalmente una persona puede atender dos accesos cuando el tránsito es de orden mediano. Sin embargo, cuando el tránsito es elevado puede necesitarse un observador por cada acceso o, en casos extremos, varios observadores por acceso. Cuando los volúmenes de tránsito son elevados o se está estudiando una intersección compleja, son usados registradores acumulativos operados manualmente. Ver registros de campo en las páginas 4 y 5.

Por lo tanto, los recuentos manuales están generalmente limitados para períodos cortos o en lugares donde esta forma es la única para poder realizarlos. Los recuentos manuales pueden variar desde 5 minutos a veinticuatro horas de duración. Los recuentos durante veinticuatro horas son realizados generalmente en tres turnos de ocho horas. En estaciones permanentes para recuentos contínuos se realizan aforos manuales clasificados para períodos de dieciseis horas en una semana, sábados y domingos, en cada una de las cuatro estaciones del año.

También se usa simplemente lápiz y papel para, con el sistema antiguito, registrar con una rayita el tipo de vehículo aforado. Pág. 6.

Cumpliendo con los aforos manuales, se mencionará también el uso de este tipo de aforos en los aeropuertos y terminales camioneras, con el fin de obtener más información básica del movimiento de -

Los recuentos manuales toman en cuenta en sus registros el tipo de vehículo, el sentido de la circulación y la hora. De esta manera, si así se desea, pueden aplicarse factores según la hora, el tipo y el sentido, para cada estación.

Los recuentos en cordón en la zona comercial generalmente se hacen para registrar las tendencias a largo plazo, así como los movimientos hacia o de la zona. Estos recuentos de volúmenes registran el tipo de vehículo, la dirección del viaje y se hacen para períodos de 15 minutos. También se registra el número de pasajeros a bordo de automóviles, camiones y vehículos de transporte público masivo. De esta manera se tiene registrado el número de personas que entran y salen de la zona comercial en los distintos tipos de vehículos. Esta información proporciona durante un período de varios años, una valiosa relación entre la ocupación de los transportes públicos y el transporte en automóviles particulares. El número de personas que entran a la zona en estudio, en vehículos, así como la acumulación de gente en ella, comparados con la población total de la ciudad, proporciona también valiosa información. Esta clase de estudios también muestran los períodos de máxima intensidad de tránsito, las rutas que se usan en forma más frecuente, así como los desequilibrios direccionales en el flujo. Esto último es muy útil, sobre todo en lo relativo a calles de un solo sentido o en movimientos desordenados en distintos carriles. Los da-

tos también son muy útiles en la formación de planes para semáforos, de necesidades de iluminación vial y para estudiar los índices de accidentes. La información es útil también para las compañías de transportes públicos y ferrocarriles metropolitanos, que la utilizan para ajustar sus itinerarios de servicio, de acuerdo con las necesidades.

Este estudio se hace desde un punto seleccionado en cada una de las calles que conducen hacia la zona comercial.

Generalmente la zona cubierta, incluye tanto las calles principales del centro, como aquéllas situadas en la periferia, carentes de locales comerciales, pero que son utilizados como estacionamiento por las personas que van a la zona comercial. En la Figura 2 se ilustra el cordón que rodea la zona por estudiar.

Las estaciones de aforo son localizadas en los puntos donde el cordón cruza cada calle. Las calles y callejuelas de poco tránsito pueden pasarse por alto siempre y cuando el tránsito no aforado no sea mayor de 3 a 4% del total. Con objeto de simplificar el recuento generalmente se localizan las estaciones a media cuadra. Mediante una cuidadosa localización del cordón puede reducirse el número de estaciones a un mínimo, aprovechando las barreras naturales o artificiales, que se oponen al movimiento de vehículos.

los recuentos en cordón, en zonas centrales de negocios se llevan a cabo un día de la semana, por año. El día elegido para el

# SIMBOLOGIA

**—** LINEA DE CORDON

**- - -** LINEA DE DISTRITO

**02** NUMERO DE DISTRITO

**- - -** LINEA DE ZONA

**2** NUMERO DE ZONA

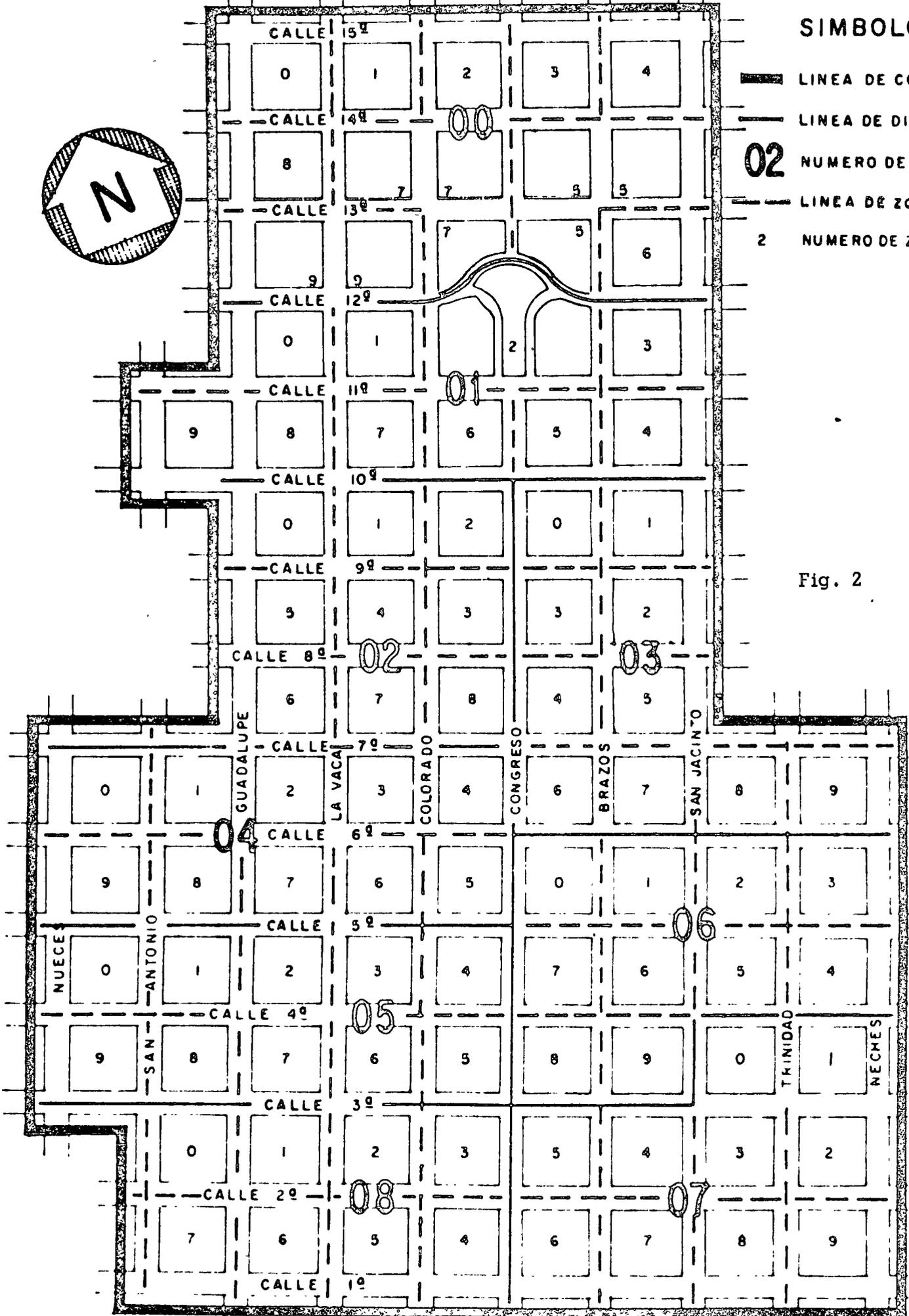
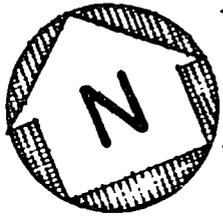


Fig. 2

recuento deberá ser un mes cuyo tránsito promedio diario sea cercano al promedio anual por ejemplo mayo u octubre\*. En las ciudades grandes los recuentos se hacen en períodos de 12 horas (generalmente de las 7 de la mañana a las 7 de la tarde). Sin embargo, esto puede variar de acuerdo con las condiciones locales; en muchos casos es deseable extender el tiempo a 16 horas; en otros, algo menos de las 12 h es suficiente. Si un recuento se hace en mayo de cierto año, en lo sucesivo convendrá que los recuentos anuales se realicen en la misma fecha de cada año.

Los observadores deben colocarse en los principales puntos de entrada y salida a lo largo del cordón o límite de la zona. El recuento se hace en intervalos de 15 minutos, anotando peatones y toda clase de vehículos de motor que entren o salgan del distrito (las figuras de la 3 a la 7 muestran las hojas de campo y resumen empleadas en estudios de recuentos en cordón). El dato relativo al número de autobuses y tranvías que entran y salen de la zona limitada por el cordón puede obtenerse en las empresas de transporte público. Si tal dato no está disponible y no puede obtenerse por medio de las empresas de transporte público, deberá hacerse un recuento en las estaciones del cordón durante un período de 12 horas. Si se emplean otros medios de transporte masivo para entrar y salir de la zona, como ferrocarriles urbanos o transborda-

---

\* Estos datos se refieren a condiciones en los EE. UU.

dores, por ejemplo, los datos deben ser obtenidos directamente de las compañías que administran estos transportes. Estos estudios generalmente se hacen en cooperación con algún grupo cívico local como la Cámara de Comercio. Su ayuda es aprovechada para obtener un menor costo del estudio, obteniendo, además, una cooperación más efectiva, por parte de los sistemas de transporte colectivo.

**RECUESTO EN CORDON**  
**HOJA DE CAMPO PARA AUTOMOVILES, CAMIONES Y VEHICULOS VARIOS**

TRANSITO DIRIGIENDOSE HACIA \_\_\_\_\_ SOBRE CALLE \_\_\_\_\_  
 ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ DE LAS \_\_\_\_\_ A LAS \_\_\_\_\_

RECUESTO CADA CUARTO DE HORA	N U M E R O D E		
	AUTOMOVILES, INCLUYENDO TAXIS	CAMIONES	OTROS VEHICULOS EXCLUYENDO AUTOBUSES Y TRANVIAS

FECHA \_\_\_\_\_ ANOTADOR \_\_\_\_\_

Fig. 3

# RECUENTO EN CORDON

## AUTOMOVILES Y OTROS TIPOS DE VEHICULOS

### HOJA DE RESUMEN

FECHA \_\_\_\_\_ TRANSITO SOBRE LA CALLE \_\_\_\_\_  
ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ RECOPIADO POR \_\_\_\_\_

15 MIN EMPEZANDO A LAS	NUMERO ENTRANDO					NUMERO SALIENDO					SUMA TOTAL
	AUTO- MOVILES	CAMIONES	VEHICULOS DE TRANS. PUB	DIVERSOS	TOTAL	AUTO- MOVILES	CAMIONES	VEHICULOS DE TRANS. PUB	DIVERSOS	TOTAL	
<b>TOTAL</b>											
<b>PROMEDIO</b>											
<b>HORA MAXIMA</b>											

# RECUESTO EN CORDON

## HOJA DE CAMPO - PEATONES

TRANSITO SOBRE EL LADO \_\_\_\_\_ DE LA CALLE \_\_\_\_\_

ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ DE LAS \_\_\_\_\_ A LAS \_\_\_\_\_ h

INTERVALOS DE 15 MIN.	ENTRANDO	SALIENDO

FECHA \_\_\_\_\_ OBSERVADOR \_\_\_\_\_

Fig. 5

# RECuento EN CORDON

## HOJA DE RESUMEN - PEATONES

FECHA \_\_\_\_\_ PEATONES SOBRE LA CALLE \_\_\_\_\_

ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ CALLE \_\_\_\_\_

RECOPIADO POR \_\_\_\_\_ CALLE \_\_\_\_\_

15 MIN EMPEZANDO A LAS	PEATONES SOBRE																							
	CALLE						CALLE						CALLE						CALLE					
	LADO		LADO		TOTAL		LADO		LADO		TOTAL		LADO		LADO		TOTAL		LADO		LADO		TOTAL	
	E	S	E	O	E	O	E	S	E	O	E	S	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O
<b>TOTAL</b>																								
<b>PROMEDIO</b>																								
<b>HORA MAXIMA</b>																								

Fig. ○

# RECUENTO EN CORDON

## HOJA DE RESUMEN - TOTAL DE PERSONAS

FECHA \_\_\_\_\_ TRANSITO SOBRE LA CALLE \_\_\_\_\_

ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ RECOPIADO POR \_\_\_\_\_

15 MIN EMPEZ. A LAS	PERSONAS ENTRANDO VIA					TOTAL <del>ENTRANDO</del>	PERSONAS SALIENDO VIA					TOTAL <del>SALIENDO</del>	SUMA TOTAL
	AUTO- MOVILES	CAMION	VENS. DIVERGOS	VENS. DE TRANSP. PUBLICO	CAMI- MANEO		AUTO- MOVILES	CAMION	VENS. DIVERGOS	VENS. DE TRANSP. PUBLICO	CAMI- MANEO		
TOTAL													
PROM.													
MORA MAXIMA													

Fig. 7



.

Método automático.

En las estaciones de aforo automático, el registro de los volúmenes de tránsito, varía esencialmente según el tipo de detector empleado, mismo que puede ser neumático o electrónico.

El equipo neumático se instala de preferencia en carreteras de baja velocidad y de poco tránsito, esto se debe a las limitaciones que presenta en el registro de vehículos y en la duración de la manguera de hule de que van provistos los aparatos. Ver figuras 7 y 8.

El equipo consta de tres partes:

Detector, que se compone de una manguera que es el elemento sensible de la 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, su sección circular o de media caña con estrías longitudinales en su parte plana, ofrece mayor adherencia al pavimento y evita que resbale sobre la carpeta de la carretera al paso de los vehículos. Ver figuras 7 y 8.

Convertidor.- Es un electroimán que transforma los impulsos del

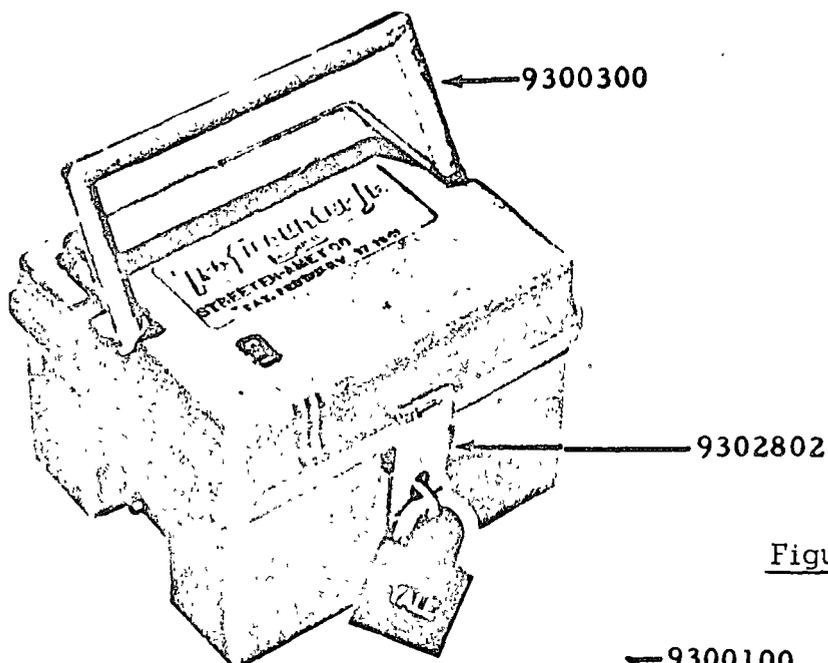


Figura No. 7

9301004

PARTE No.DESCRIPCION

9301004	Caja del contador
9300300	Asa de la caja
9300100	Tapa de la caja
9301200	Bisagra de la tapa
9300200	Parte inferior de la caja
9302802	Cerradura
9302806	Cerradura

9300200

9302806

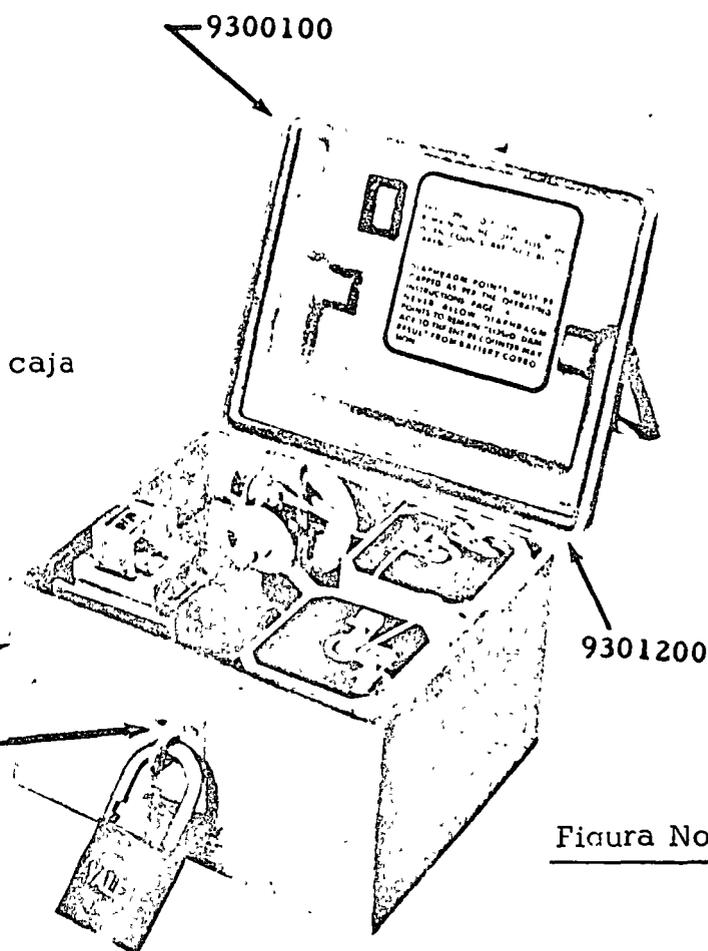


Figura No. 8

aire que se producen dentro de la manguera en movimiento longitudinal - de una muelle que se encuentra montada sobre un yugo envisagrado en el extremo del electroimán.

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

El registro de los datos se hará de acuerdo a las necesidades - del estudio, cada hora o cada día, siempre a la misma hora. En la mayoría de los casos será cada día. Ver registro en las págs, 30 y 31.

Instalación y Funcionamiento.- Para facilitar la vigilancia y toma de datos de estos aparatos, se ha visto la conveniencia de instalarlos, donde se pueda contar con el personal necesario, para la lectura - periódica de datos y observación de funcionamiento.

Fijado el punto de la estación, se procede a instalar la parte - detectora, se recorta la manguera con una longitud un poco mayor que la sección transversal de la carretera, uno de los extremos se obtura con - un clavo estriado y se fija el terreno por medio de una abrazadera sujeta en el acotamiento, en el otro acotamiento se fija otra abrazadera, la cual - nos permitirá dar la tensión necesaria a la manguera para su correcto - funcionamiento, fijando el extremo de la manguera al aparato, procurando no tener fugas. Ver figuras 9, 10 y 11; Págs. 32 y 33.

En el convertidor, la manguera queda conectada a un diafragma que acciona unos platinos que cierran el circuito que activa el electro- imán; en el diafragma se encuentran unos engranes para graduar la presión

FORMA 10-05-C00

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA  
 OFICINA DE DATOS BASICOS  
 ESTACIONES MAESTRAS.- LECTURAS DIARIAS

CARRETERA: \_\_\_\_\_

TRAMO: \_\_\_\_\_

NUM. TRAMO:       KM.    SENT. AÑO:   MES:  

FECHA	DIA	HORA	LECTURA
	1 LUN		
	2 MAR		
	3 MIE		
	4 JUE		
	5 VIE		
	6 SAB		
	7 DOM		

DATOS TOMADOS POR: \_\_\_\_\_

APARATO No. \_\_\_\_\_

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 COMISION DE INGENIERIA DE TRANSITO  
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE TRANSITO

*VOLUMENES DE TRANSITO*

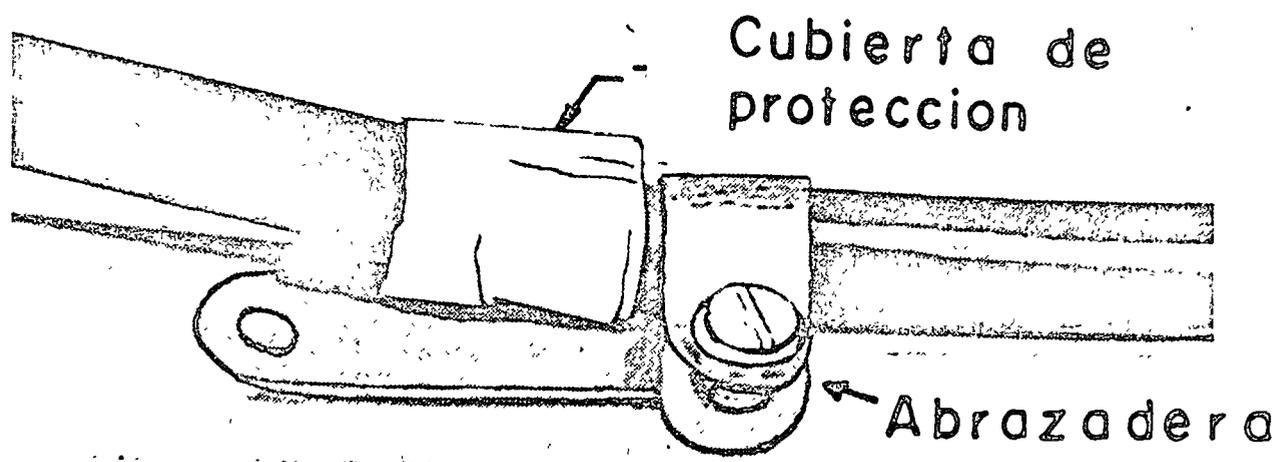
ESTACION No. \_\_\_\_\_ CALLE \_\_\_\_\_

CIUDAD \_\_\_\_\_ SENTIDO DE CIRCULACION \_\_\_\_\_

MES \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

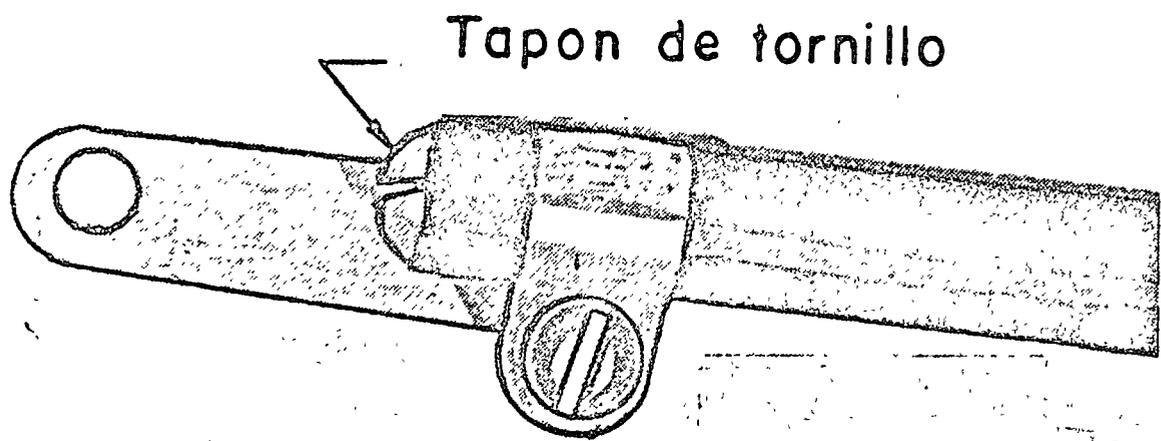
FECHA								
DIA	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	
PERIODO	V O L U M E N E S							
0 - 1								
1 - 2								
2 - 3								
3 - 4								
4 - 5								
5 - 6								
6 - 7								
7 - 8								
8 - 9								
9 - 10								
10 - 11								
11 - 12								
12 - 13								
13 - 14								
14 - 15								
15 - 16								
16 - 17								
17 - 18								
18 - 19								
19 - 20								
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 0								
TOTAL								

T. P. D. = \_\_\_\_\_



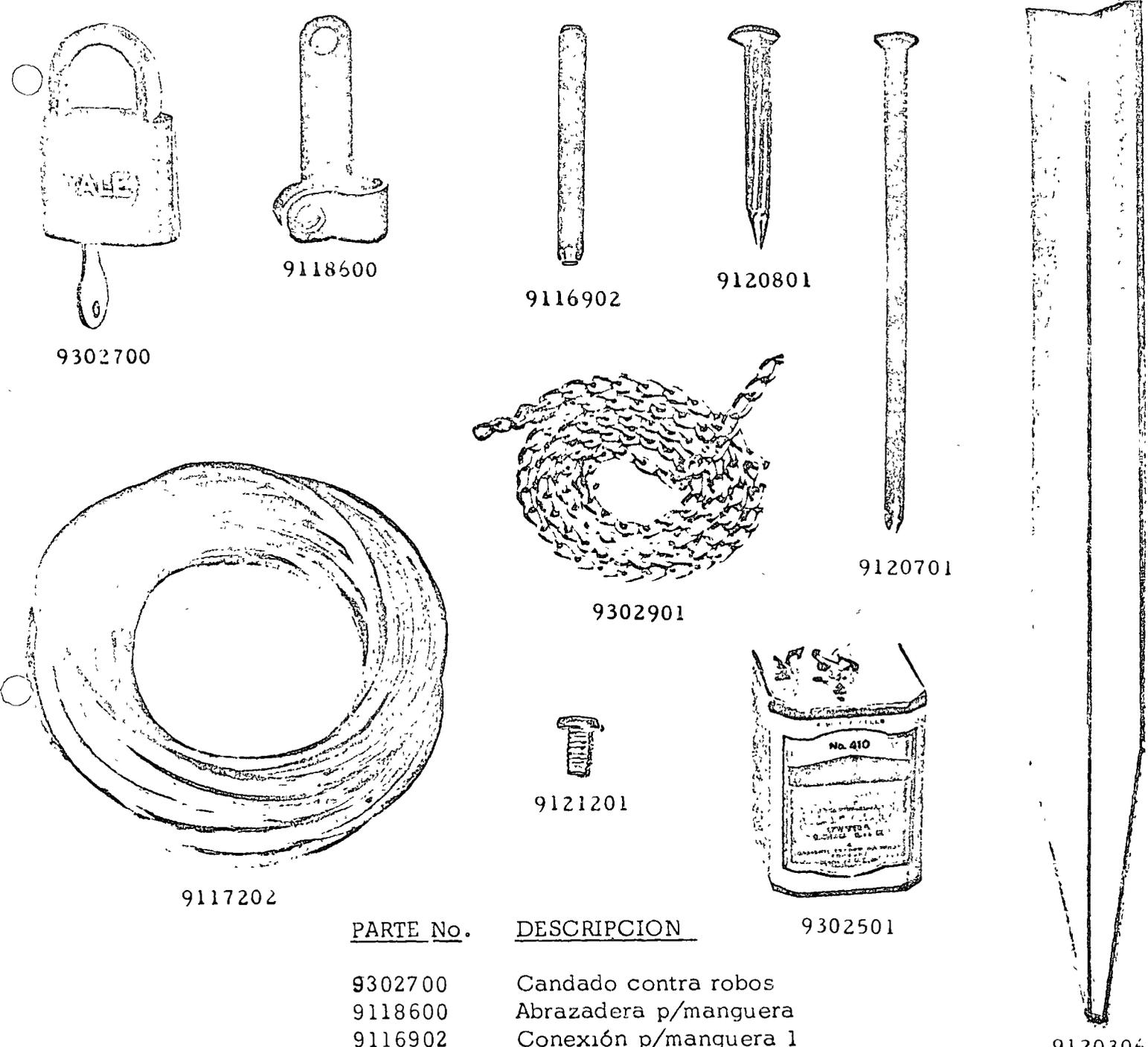
EXTREMO CERCANO AL CONTADOR

FIGURA No. 9



EXTREMO LEJANO AL CONTADOR

FIGURA No. 10.



<u>PARTE No.</u>	<u>DESCRIPCION</u>	
9302700	Candado contra robos	
9118600	Abrazadera p/manguera	
9116902	Conexión p/manguera 1	
9120801	Clavo acerado	
9120701	Clavo acerado p/abrazadera	
9120306	Estaca	
9117202	Manguera de caucho	
9121201	Tornillo ajuste p/abrazadera	
9302501	Pila de 6 Voltios	
9302901	Cadena contra robos.	

Tornillo de 1/4-20, 1 pulgada (para final de manguera de camino)  
 Tornillo de 1/4-20, 1/2 pulgada (para Gra pa)

Fig. 11

del aire, permitiendo eliminar los vehículos ligeros, como bicicletas y motocicletas que no interesan en los estudios.

Cerrado el circuito, el electroimán transforma los impulsos del aire en el movimiento longitudinal de la muelle, activando los engranes del contador con media unidad por impulso; todo el conjunto - formado por el convertidor y el contador se encuentra encerrado en una caja metálica con una ventanilla, directamente encima del contador, - la cual permite tomar los datos sin abrir el aparato. Ver págs. 12 y 13.

Puede suceder que al leer el contador, la última cifra aparecerá comprendida entre dos números, uno arriba y otro abajo, esto se debe a que el contador marca media unidad por eje, que pasa sobre la manguera, pero al pasar otro eje más, se observarán las cinco cifras - claramente; como el registro del contador, es acumulativo, las lecturas deben ser progresivas, cuando las cinco cifras son nuevas, no se detiene el contador, por lo que al parecer los cinco ceros, equivalen a 10,000 pares de ejes. A este tipo de estaciones es necesario tomarles la lectura todos los días y a la misma hora con el objeto de conocer la variación diaria. Estas lecturas son anotadas en una tarjeta de duración semanal, la cual es remitida a las oficinas centrales donde - son transcritas a tarjetas I. B. M., las cuales mediante computadoras, proporcionan listados con los datos de volúmenes, variaciones, porcentajes, etc., del tránsito que pasa por determinado lugar.

Fallas y Composturas más comunes en los Contadores Neumáticos.-

Entre las fallas más comunes de estos aparatos se encuentran las siguientes: a) Contador Defectuoso; b) Flejes Rotos; c) Electroimán Defectuoso; d) Conexiones y Pilas Defectuosas; e) Partes Flojas - del Equipo. Ver figuras de las páginas Nos. 40 y 41.

a) Contador Defectuoso.- Generalmente con el uso, los discos del contador y muy especialmente el de las unidades se fracturan y en ocasiones se rompen algunos de los números, cuyos pedazos traban el mecanismo del contador, con lo cual, la lectura diaria permanece constante e hipotéticamente resulta nulo el tránsito, lo cual es falso. En estos casos, se desmonta el contador y se extrae el pedazo roto volviéndose a instalar y verificando si la compostura hecha fué satisfactoria. En ocasiones, son más de un número los rotos en cuyo caso, si este número es mayor de 3, se considera prudente reponer el contador, para lo cual previamente se habrá informado a las oficinas centrales, para que exista antecedente del estado físico del contador y asimismo, se solicitará el repuesto.

b) Flejes Rotos.- Como consecuencia del continuo trabajo de estas piezas, es común que se rompan, doble o traben, siendo necesario reponerlas por unas nuevas. El contador utiliza tres tipos de flejes, mismos que deben ser revisados en cada servicio de mantenimiento, solicitando en su caso las refacciones a México. Una vez efectuada la reposición se observará un tiempo prudente el funcionamiento

del contador para verificar si la reposición o compostura fueron correctas.

c) Electroimán Defectuoso.- En virtud del continuo funcionamiento de esta pieza se va formando una capa de carbón entre el borne superior del electroimán y la placa metálica que acciona cada vez que es activado; en ocasiones, la falla se encuentra en el embobinado del electroimán o en sus conexiones. En el primer caso basta lijar las partes carbonatadas con una lija de agua y calibrar la abertura entre placa y electroimán. En el caso de que la bobina falle será necesario probarle la continuidad para investigar si falla por corto o por trozadura del alambre, generalmente, en estos casos se necesita cambiar la bobina, ya que fabricar una en el campo resulta tardado y en ocasiones no se tiene o se cuenta con material adecuado para hacerlo. Las fallas en las conexiones necesitan soldadura para reforzarlas por lo que en estos dos últimos casos es necesario concentrar el aparato al taller para realizar adecuadamente ambas reparaciones. Cuando la falla es de consideración; es decir, cuando el electroimán se encuentra muy deteriorado y prácticamente próximo a su total inutilidad, deberá reportarse y solicitar su repuesto nuevamente; una vez realizada la reposición se verificará el funcionamiento del mismo.

d) Conexiones y Pilas Defectuosas.- Hay ocasiones en que a pesar de que las pilas tienen el voltaje adecuado, el aparato no recibe la

alimentación correcta. Lo anterior, generalmente es ocasionado - por falsos contactos y deficiencias en las conexiones del aparato. - Esto se puede detectar visualmente revisando las conexiones o bien con la ayuda de un multímetro midiendo voltaje y probando la continuidad del circuito. Una vez localizada la falla se hará la corrección pertinente y se probará nuevamente la continuidad del circuito y el voltaje del mismo. En la hoja de revisión se hará una breve descripción de la falla y de la compostura hecha, utilizando para ello el renglón de observaciones.

e) Partes Flojas del Equipo.- La vibración que produce el paso de los vehículos sobre la manguera al activar el aparato ocasiona que algunas de las partes se vayan aflujando como por ejemplo los tornillos que calibran o regulan la abertura entre placa y electroimán, el tornillo que regula al fleje de la misma placa y el tornillo que regula el resorte de la placa del electroimán. Generalmente lo anterior se detecta visualmente al observar el funcionamiento del equipo ya que a pesar de que los platinos funcionen bien, el contador no cambia de numeración correctamente motivado por lo anterior.

Para corregir estas fallas se procede a calibrar cada uno de los tornillos dejándolos perfectamente fijos con la ayuda de la tuerca que para tal objeto trae el equipo. Una vez terminada la compostura se observará el funcionamiento del aparato durante un tiempo prudente, verifi-

cando que el contador marque correctamente el número de vehículos que pasen por el lugar y se notará en el renglón de observaciones - las fallas encontradas así como la compostura realizada. En la página siguiente se muestra una forma de revisión de contadores neumáticos.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA  
 OFICINA DE DATOS BASICOS

REGISTRO DE REVISION PARA EQUIPOS NEUMATICOS

ESTACION MAESTRA No. \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_

CARRETERA \_\_\_\_\_

1.- FECHA \_\_\_\_\_

2.- LECTURA 

--	--	--	--	--

3.- PILAS EN USO No. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ VOLTAJE " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ FECHA COLOCACION " \_\_\_\_\_ "

4.- CONEXIONES DE MANGUERA: {  
 A.- AL APARATO (X) (Bien) (Mal)  
 B.- AL EXTREMO (X) (Bien) (Mal)  
 C.- INTERMEDIA (X) (Bien) (Mal)

5.- ESTADO DE MANGUERA: {  
 A.- (X) (Normal) (Grietas) (Escamas)  
 B.- (X) (Tensa) (Floja)

6.- PLATINOS (X) (Bien) (Mal)

7.- CONTADOR (X) (Bien) (Mal)

8.- OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

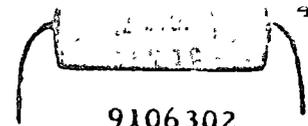
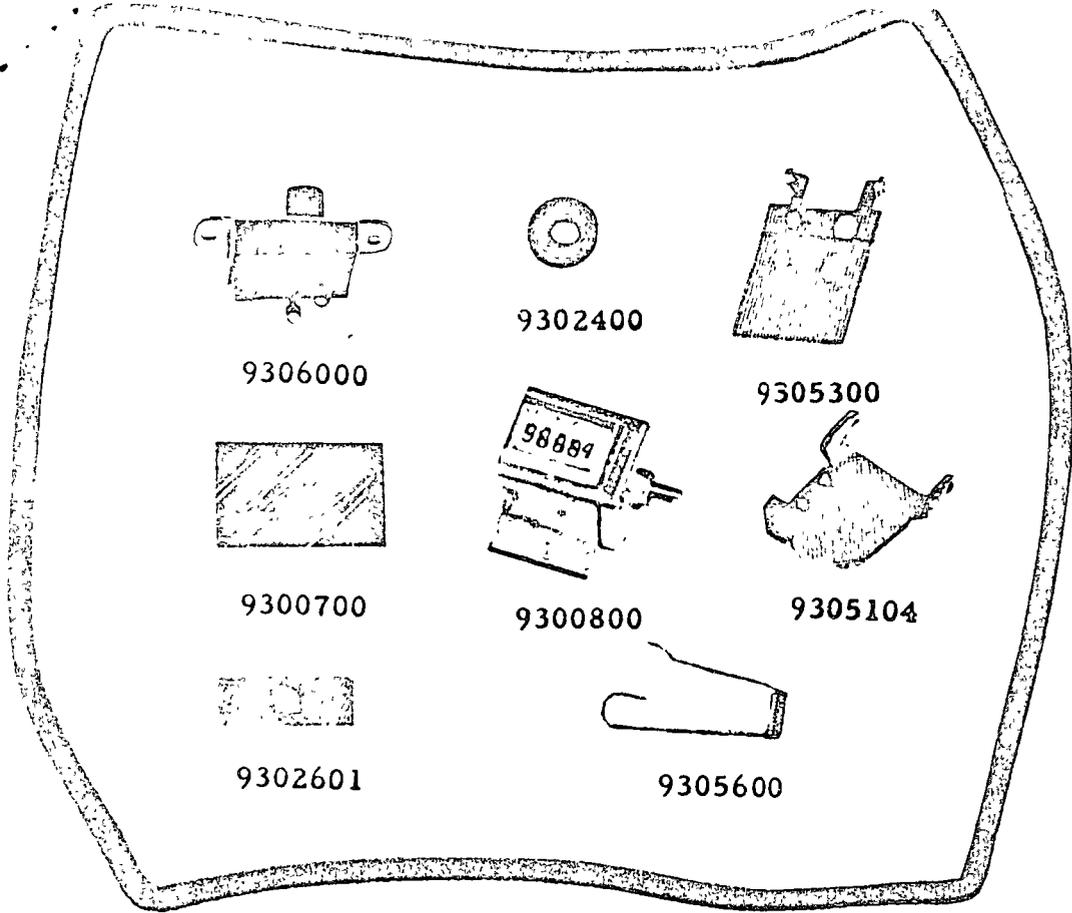
\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

9.- CAMBIOS: PILAS Nos. \_\_\_\_\_ Por Nos. \_\_\_\_\_

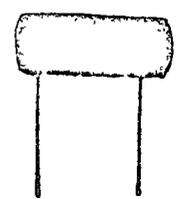
10.- CAMBIOS MANGUERA (X) (Misma) (Nueva)

11.- REVISO \_\_\_\_\_

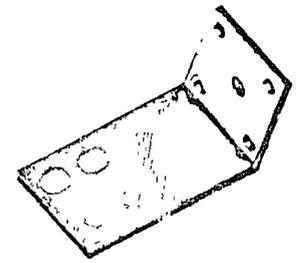
N O T A: Para el buen funcionamiento de los equipos y la indispensable continuidad de los datos, se ha establecido una revisión rutinaria dentro de los primeros 5 días de cada mes, la cual deberá reportarse a la mayor brevedad a esta Dirección General, así como



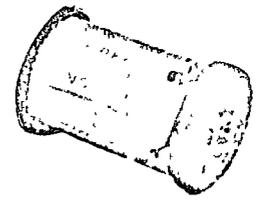
9106302



9216700

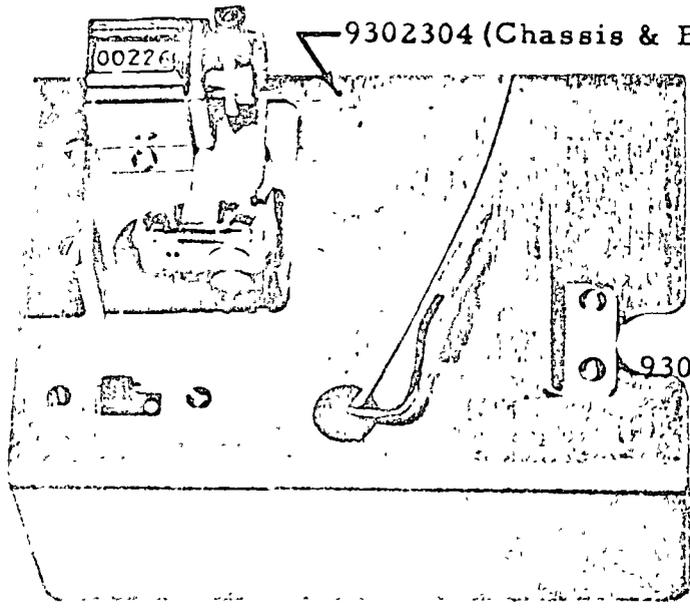


9305400



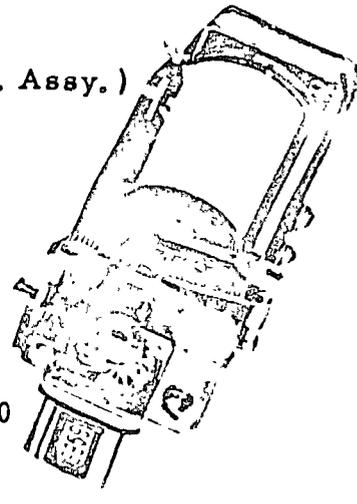
9305000

9304202

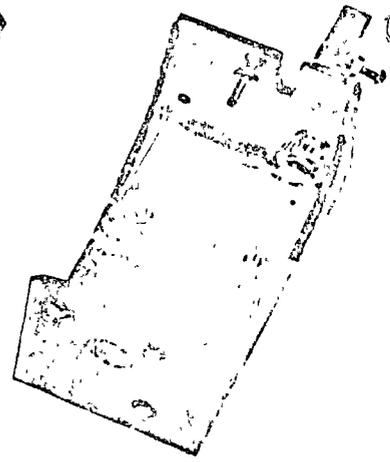


9302304 (Chassis & Brkt. Assy.)

9305900



9300104



9304402



9304600



9304802



9304700



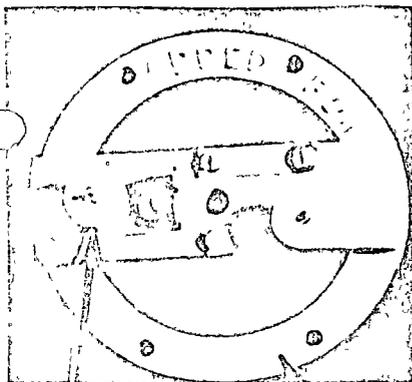
9301204

PARTE No.    DESCRIPCION

- 9304202    Empaque (tapa de la caja)
- 9306000    Interruptor
- 9302400    Anillo de Chassis
- 9305300    Yugo o Culata
- 9300700    Vidrio del Visor
- 9300800    Contador
- 9305104    Armadura del Contador
- 9302601    Soporte de la Pila
- 9305600    Resorte de Armadura
- 9106302    Condensador

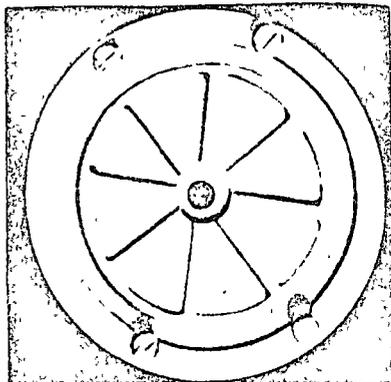
PARTE No.    DESCRIPCION

- 9305400    Pieza de Talón
- 9305000    Bobina
- 9301404    Unidad Completa de Conteo
- 9300104    Montaje de Contador
- 9304402    Soporte del Contador
- 9304600    Resorte de Operación Disparador
- 9304802    Resorte de Sostén
- 9304700    Resorte de Presión Disparador
- 9301204    Cremallera del Disparador
- 9305900    Soporte de Diafragma

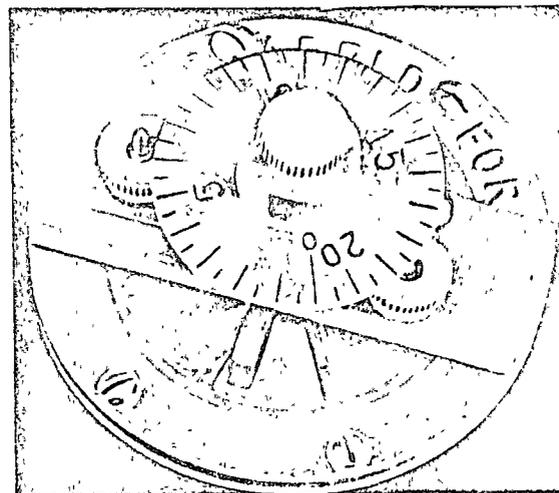


9103306

9115400



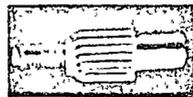
9115300



9101406



9103506



9101806



9116400



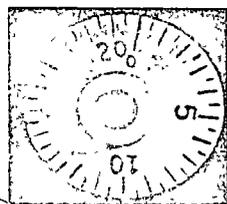
9217100



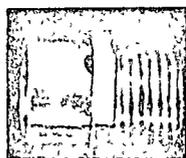
9117500



9304900



9101906



9303300



9300404



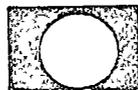
9115506



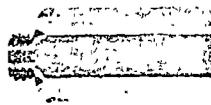
9300204



9303700



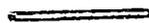
9303500



9303002



9305500



9305200



9129500

PARTE No.DESCRIPCIONPARTE No.DESCRIPCION

9103306

Montaje de Puente

9303300

Válvula de Escape

9115400

Anillo del Diafragma

9300404

Tapa de Válvula de Escape

9115300

Base del Diafragma

9303700

Tornillo de ajuste para Vál.

9101406

Montaje del Diafragma

9303500

Disco de Válvula de Escape

9103506

Enlace de Antena

9303002

Cuerpo de Válvula de Escape

9101806

Tornillo de Contacto

9115106

Membrana de Diafragma

9116400

Codo del Diafragma

9300204

Válvula Superior de Escape

9217100

Tornillo de Fijación

9305500

Brazo de Operación de Trinquete

9117500

Tuerca de Bloqueo

9305200

Perno de Armadura

9304900

Tornillo Estriado

9129500

Tapón de la Válvula de Escape

9101906

Cuadrante



cando que el contador marque correctamente el número de vehículos que pasen por el lugar y se notará en el renglón de observaciones - las fallas encontradas así como la compostura realizada. En la página siguiente se muestra una forma de revisión de contadores neumáticos.

El equipo electrónico se instala de preferencia en carreteras de alta velocidad y gran volumen de tránsito. Ver figs. 12 y 13 Pág. 42.

Consta de tres partes: Detector.- Que está integrado por una antena generalmente construída en forma rectangular con alambre de cobre fundido en la carpeta y que constituye la parte sensible de la instalación, ya que crea un campo magnético que es alterado con el paso de los vehículos.

Transmisor.- Encargado de comunicar las alteraciones del detector, el graficador para su registro.

Graficador.- Donde se reciben las señales emitidas por el transmisor las que son acumuladas durante cierto período de tiempo, - por lo general una hora, al cabo del cual son registrados en una cinta de papel en código binario, cada 5, 15 o 60 minutos según se desea.

REGISTRO DE REVISION PARA EQUIPOS NEUMATICOS

ESTACION MAESTRA No. \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_

CARRETERA \_\_\_\_\_

1.- FECHA \_\_\_\_\_

2.- LECTURA 

--	--	--	--	--

3.- PILAS EN USO No. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_ VOLTAJE \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ FECHA COLOCACION \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_

4.- CONEXIONES DE MANGUERA: {  
A.- AL APARATO (X) (Bien) (Mal)  
B.- AL EXTREMO (X) (Bien) (Mal)  
C.- INTERMEDIA (X) (Bien) (Mal)

5.- ESTADO DE MANGUERA: {  
A.- (X) (Normal) (Grietas) (Escamas)  
B.- (X) (Tensa) (Floja)

6.- PLATINOS (X) (Bien) (Mal)

7.- CONTADOR (X) (Bien) (Mal)

8.- OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

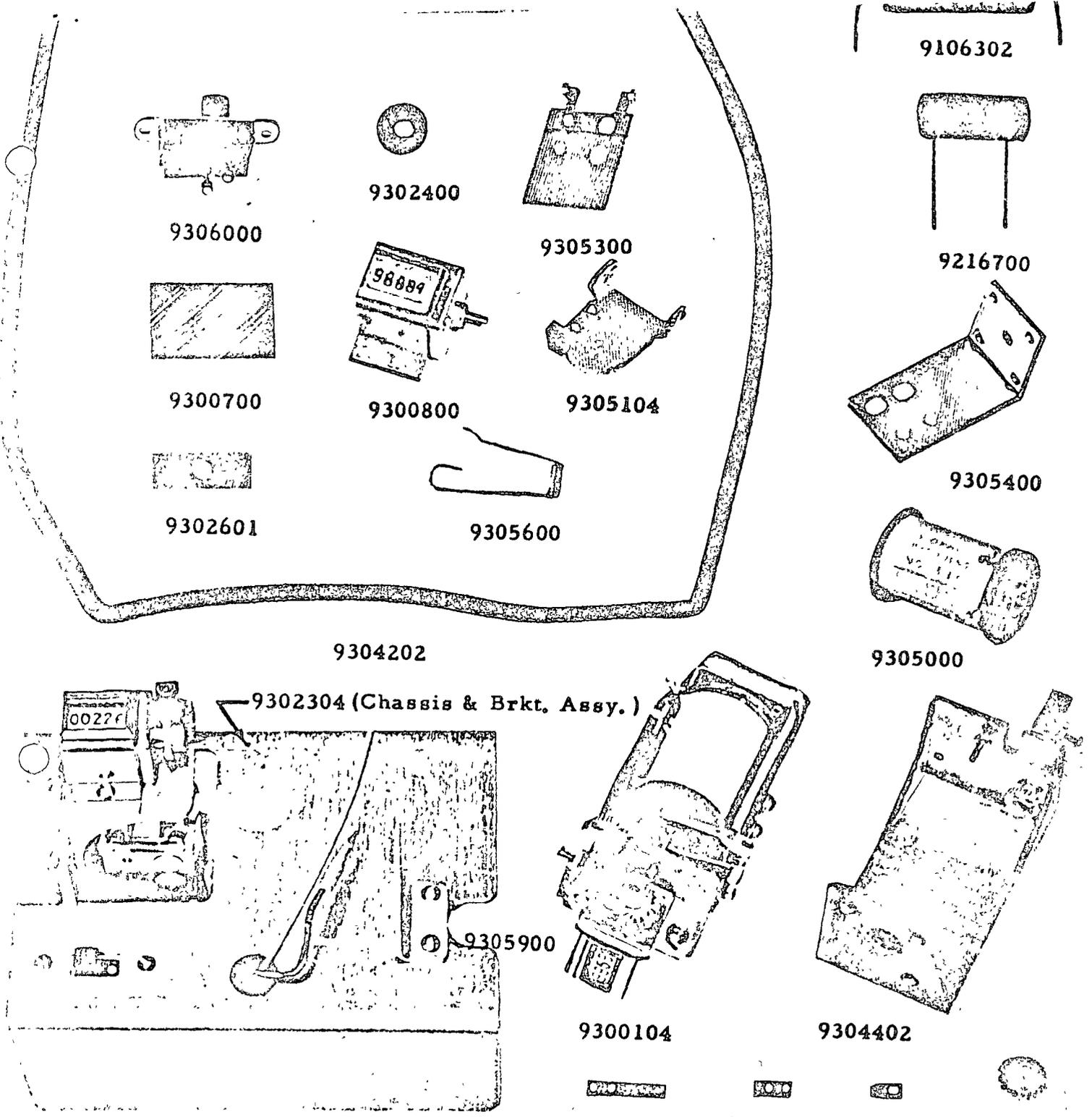
\_\_\_\_\_

9.- CAMBIOS: PILAS Nos. \_\_\_\_\_ Por Nos. \_\_\_\_\_

10.- CAMBIOS MANGUERA (X) (Misma) (Nueva)

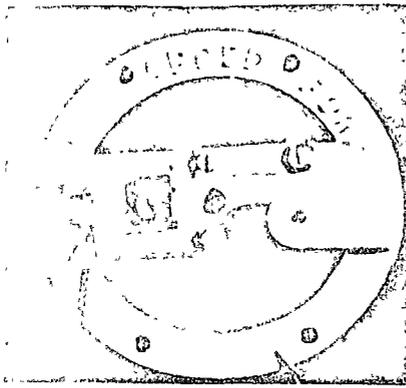
11.- REVISO \_\_\_\_\_

NOTA: Para el buen funcionamiento de los equipos y la indispensable continuidad de los datos, se ha establecido una revisión rutinaria dentro de los primeros 5 días de cada mes, la cual deberá reportarse a la mayor brevedad a esta Dirección General, así como cualquier otra que se haga de emergencia.

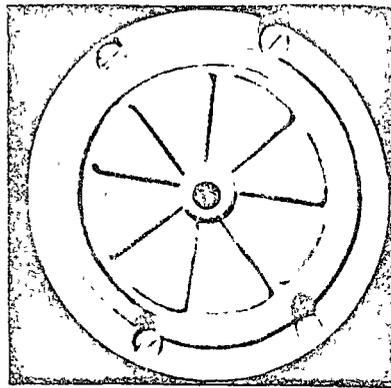


PARTE No.	DESCRIPCION
9301404	Unidad Completa de Conteo
9304202	Empaque (tapa de la caja)
9306000	Interruptor
9302400	Anillo de Chassis
9305300	Yugo o Culata
9300700	Vidrio del Visor
9300800	Contador
9305104	Armadura del Contador
9302601	Soporte de la Pila
9305600	Resorte de Armadura
9106302	Condensador
9216700	Resistencia

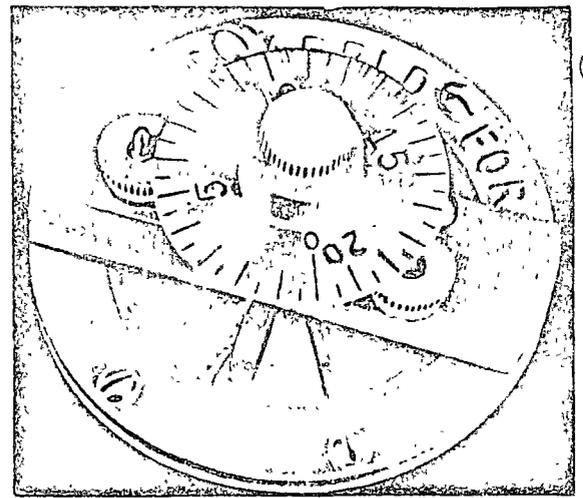
PARTE No.	DESCRIPCION
9305400	Pieza de Talón
9305000	Bobina
9301404	Unidad Completa de Conteo
9300104	Montaje de Contador
9304402	Soporte del Contador
9304600	Resorte de Operación Disparador
9304802	Resorte de Sostén
9304700	Resorte de Presión Disparador
9301204	Cremallera del Disparador
9305900	Soporte de Diafragma
9302304	Chassis



9103306  
9115400



9115300



9101406



9103506



9101806



9116400



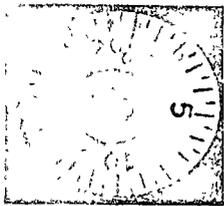
9217100



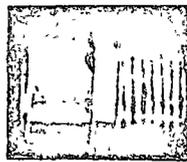
9117500



9304900



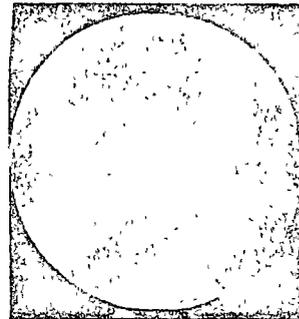
9101906



9303300



9300404



9115506



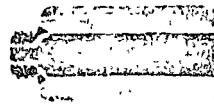
9300204



9303700



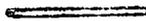
9303500



9303002



9305500



9305200



9129500

PARTE No.

DESCRIPCION

PARTE No.

DESCRIPCION

9103306  
9115400  
9115300  
9101406  
9103506  
9101806  
9116400  
9217100  
9117500  
9304900  
9101906

Montaje de Puente  
Anillo del Diafragma  
Base del Diafragma  
Montaje del Diafragma  
Enlace de Antena  
Tornillo de Contacto  
Codo del Diafragma  
Tornillo de Fijación  
Tuerca de Bloqueo  
Tornillo Estriado  
Cuadrante

9303300  
9300404  
9303700  
9303500  
9303002  
9115106  
9300204  
9305500  
9305200  
9129500

Válvula de Escape  
Tapa de Válvula de Escape  
Tornillo de ajuste para Vál.  
Disco de Válvula de Escape  
Cuerpo de Válvula de Escape  
Membrana de Diafragma  
Válvula Superior de Escape  
Brazo de Operación de Trinquete  
Perno de Armadura  
Tapón de la Válvula de Escape

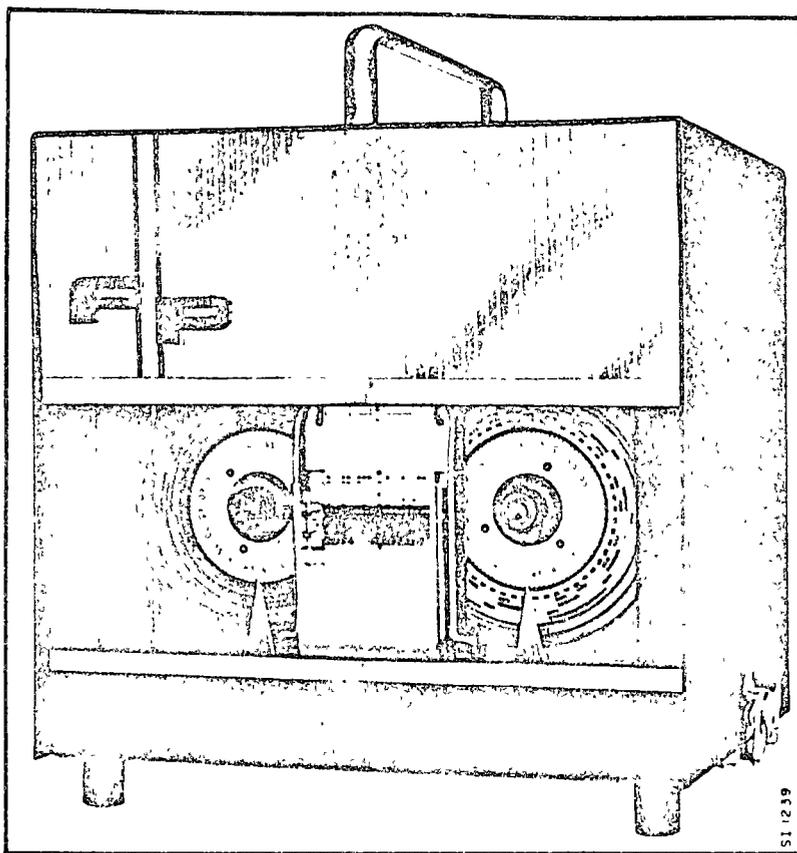


Fig. 12

REGISTRADOR ESTUCHE NORMAL

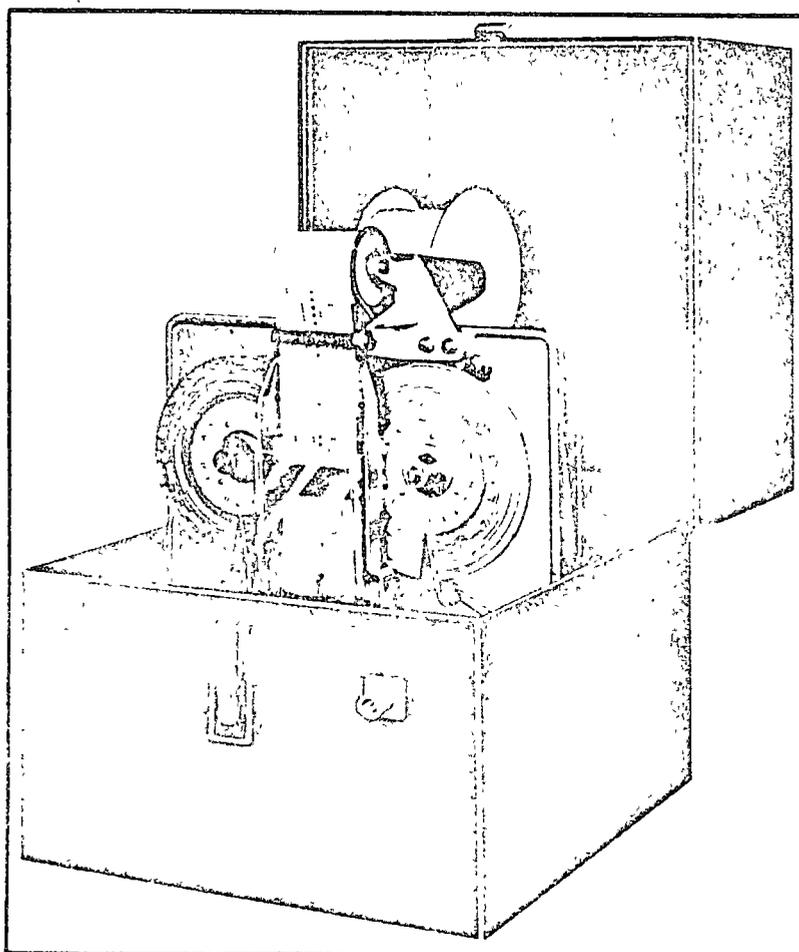


Fig. 13

REGISTRADOR ESTUCHE IMPERMEABLE

En este caso cada señal recibida, corresponde a un vehículo que es el elemento que altera el campo magnético de la parte sensible del equipo.

En ambos casos, los contadores magnéticos y electrónicos, son acumulativos y funcionan con pilas eléctricas de diferentes voltajes, según el caso.

#### Instalación y Funcionamiento.

Localizando el punto para la estación, se hacen unas pequeñas ranuras sobre la carpeta asfáltica, donde se introduce el alambre componente de la antena, la cual debe tener en total una resistencia, en ohms, considerable.

Se conecta al graficador colocando después, el rollo de cinta de papel especial, procurando que la hora que tiene marcada la cinta coincida con la hora de poner en marcha el graficador.

Para sincronizar el graficador se cuenta con discos que pueden registrar los datos acumulados, desde cada cinco minutos hasta una hora; este mecanismo activa un eje al cual se acoplan dos discos con el sistema en código binario: 1-2-4-8 etc.

Para que cada estación registre el tránsito de un tramo representen

tativo de la carretera analizada, se ha establecido que cada contador permanezca instalado un período de siete días completos durante las 24 horas, excluyendo los períodos de vacaciones y días festivos, salvo los casos específicos en que se desee conocer los volúmenes máximos a que esté expuesta una carretera o las calles de una ciudad. La clasificación de los vehículos es como sigue:

A = Automóviles    B = Autobuses    y    C = Camiones

El conteo debe ser cada hora, para observar como varía el volumen durante el día, pues es sabido que durante la mañana el volumen es diferente que, por ejemplo, a la hora de comer que es cuando disminuye un poco.

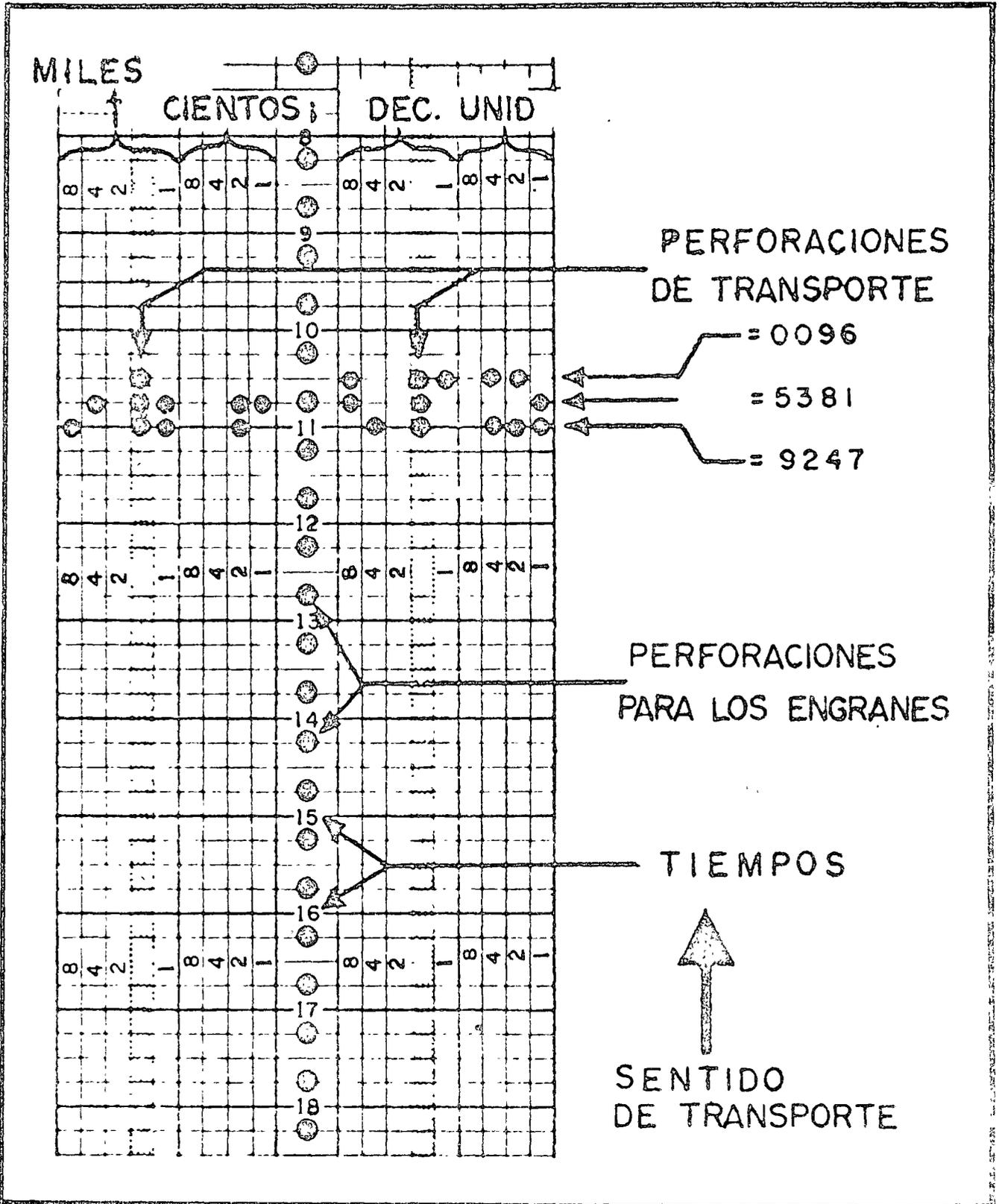
De acuerdo a la duración e importancia del estudio, las estaciones de aforo pueden ser de tres tipos: de muestra, de control y de clasificación.

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 colocación es determinada normalmente, por los puntos de cambio significativo en el volumen de tránsito, es decir de entronques, límites de población, etc.

Una vez recabada la información, se elabora el perfil de los volúmenes de tránsito, indicando las variaciones de los volúmenes a lo largo de la ruta. Ver ejemplo en la pág. 45, Fig. 14.

b) Las estaciones de control, son aquellas cuya duración es permanente o de una semana. Su operación es automática y sirve para esta-



COPIA DE LA CINTA REGISTRADORA

FIGURA No. 14.

blecer los patrones en las variaciones horarias, diarias, semanales y mensuales.

Su localización es determinada por los puntos altos, bajos y de cambio rápido de los volúmenes de tránsito indicados por su perfil.

c) Las estimaciones de clasificación, como su nombre lo indica son aquellas manuales, donde se determina la composición del tránsito, tal como se observa en las Págs. 48, 49, 50 y 51.

Las cintas perforadas dado el caso que se haya utilizado este sistema, se mandan primero a una interpretadora, la cual produce tarjetas perforadas que posteriormente son utilizadas por una computadora electrónica, misma que proporciona el listado adecuado con todos los datos. Con esta información se pueden elaborar las gráficas de variación tanto en el espacio como en el tiempo, así como los mapas con los volúmenes de tránsito promedio diario anual. Ver página 52.

En la página 53 se presenta el tipo de registro para una red de instalación de estaciones de aforo de tránsito, tanto mecánicos como electrónicos.



RUFA NUM.

FECHA DE ... 1973.

CARRETERA AV. JUAN GILBERTO DEL VALLE, LA PAZ, BOLIVIA, SIN.

VOLUMENES DE TRANSITO  
24 H.

AL CENTRO PAZALIAN

20000

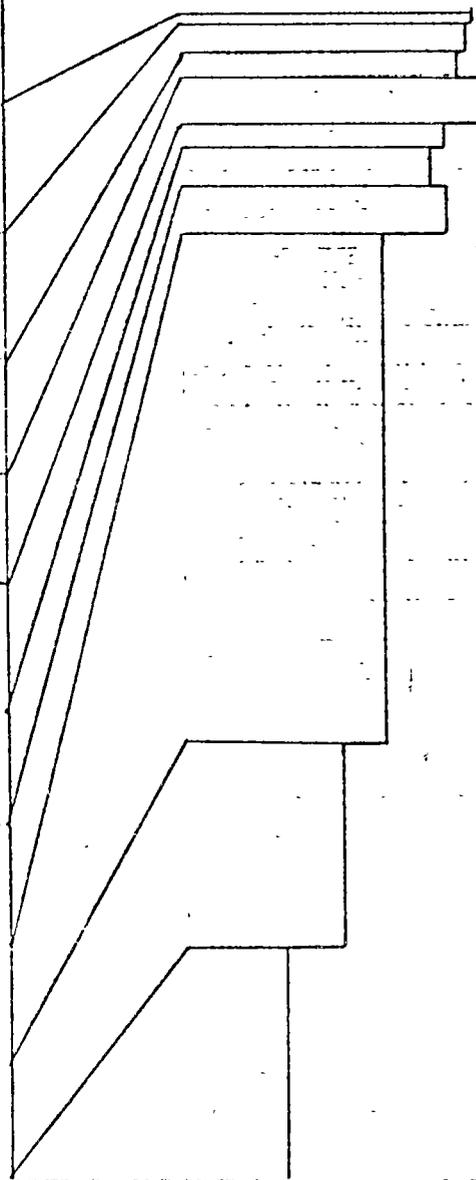
15000

10000

5000

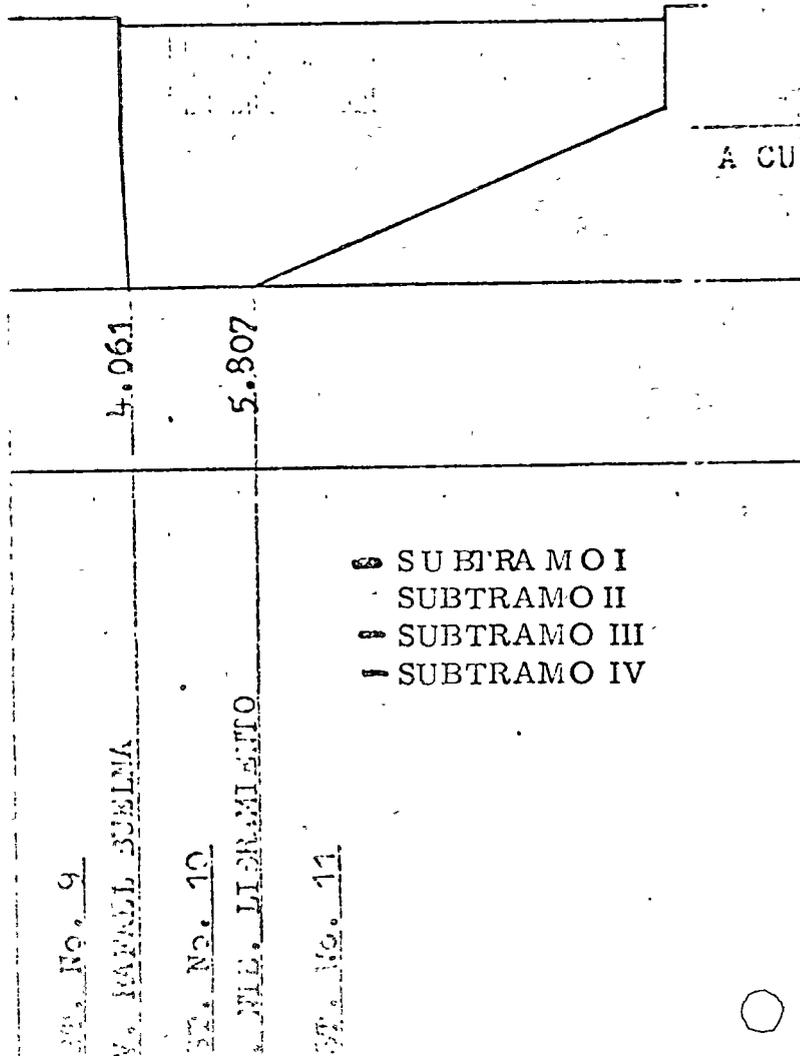
0

DESCRIPCION DEL LUGAR	KILOMETRO
PRINCIPIA CABILDON	0.000
EST. No. 1 CALLE PAPAGAYO	0.027
EST. No. 2 AV. ROSAS	0.117
EST. No. 3 CALLE FLORENCIOS	0.197
EST. No. 4 CALLE GARCERAN	0.347
EST. No. 5 CALLE RIO AMAZONAS	0.417
EST. No. 6 CALLE ALBATROS	0.547
EST. No. 7 CALLE RIO PIAXTLA	0.707
EST. No. 8 AV. INSURGENTES	2.307
EST. No. 9 AV. REVOLUCION	2.967





ESTACIONES DE CONTROL SEMANALES



A CULTIVO

4.061

5.807

No. 9

Y. MARTEL SUELMA

No. 10

DEL JERAMIENTO

No. 11

- SUBTRAMO I
- SUBTRAMO II
- SUBTRAMO III
- SUBTRAMO IV



Carretera: \_\_\_\_\_ Titulo: \_\_\_\_\_  
 Estación: \_\_\_\_\_ Dirección del Tránsito: \_\_\_\_\_  
 Lapse de: \_\_\_\_\_ Hrs. Fecha: \_\_\_\_\_  
 Estado del Tiempo: \_\_\_\_\_ y del Pavimento: \_\_\_\_\_

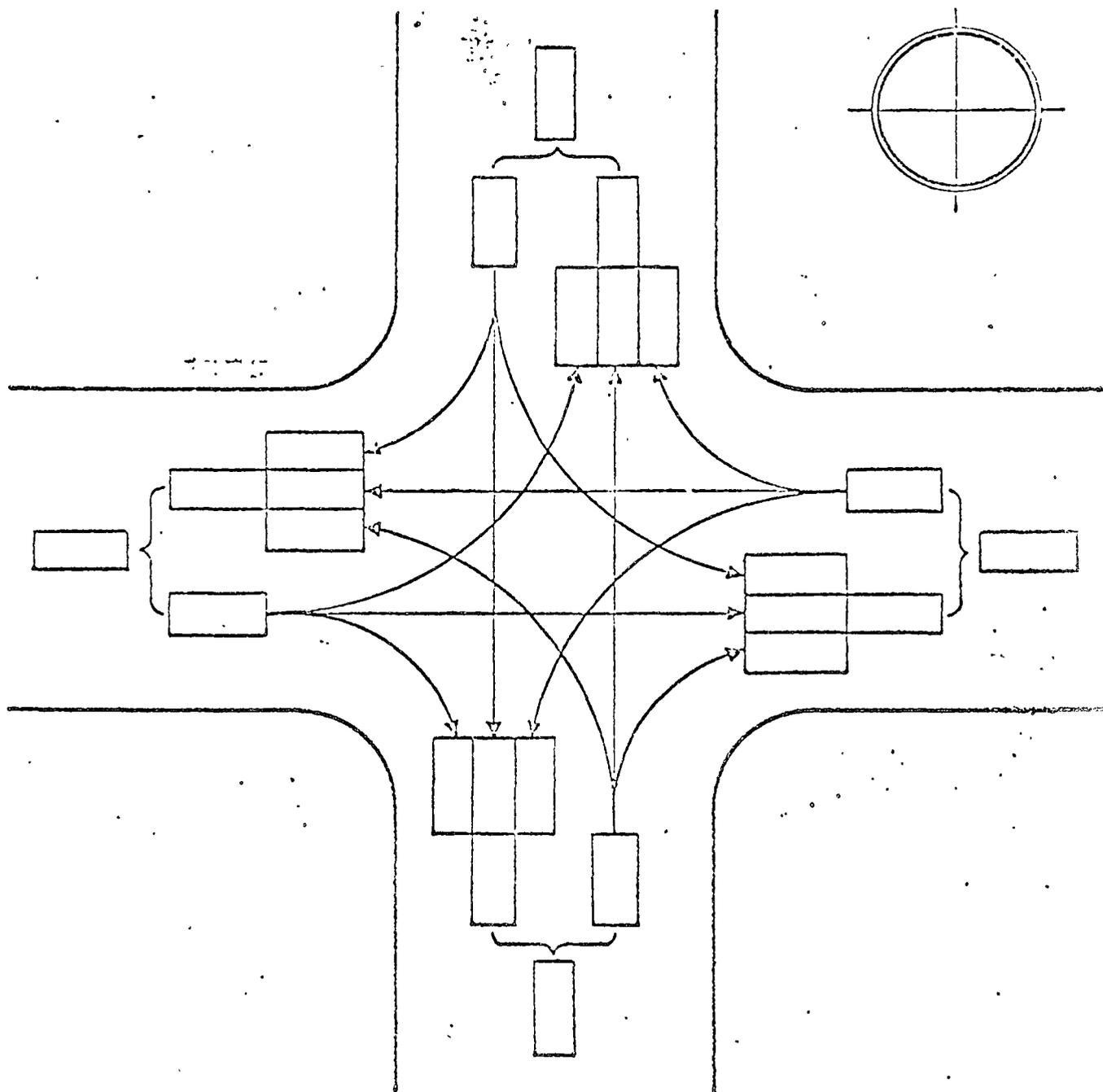
LAPSO*																			
h	m	h	m	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T	
00	15																		
15	30																		
30	45																		
45	00																		
00	15																		
15	30																		
30	45																		
45	00																		
00	15																		
15	30																		
30	45																		
45	00																		
00	15																		
15	30																		
30	45																		
45	00																		
00	15																		
15	30																		
30	45																		
45	00																		
00	15																		
15	30																		
30	45																		
45	00																		

### VOLUMENES DE TRANSITO

TRANSITO \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_

CARRETERA      \_\_\_\_\_

Km



SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
COMISION DE INGENIERIA DE TRANSITO  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE TRANSITO

Carretera: \_\_\_\_\_

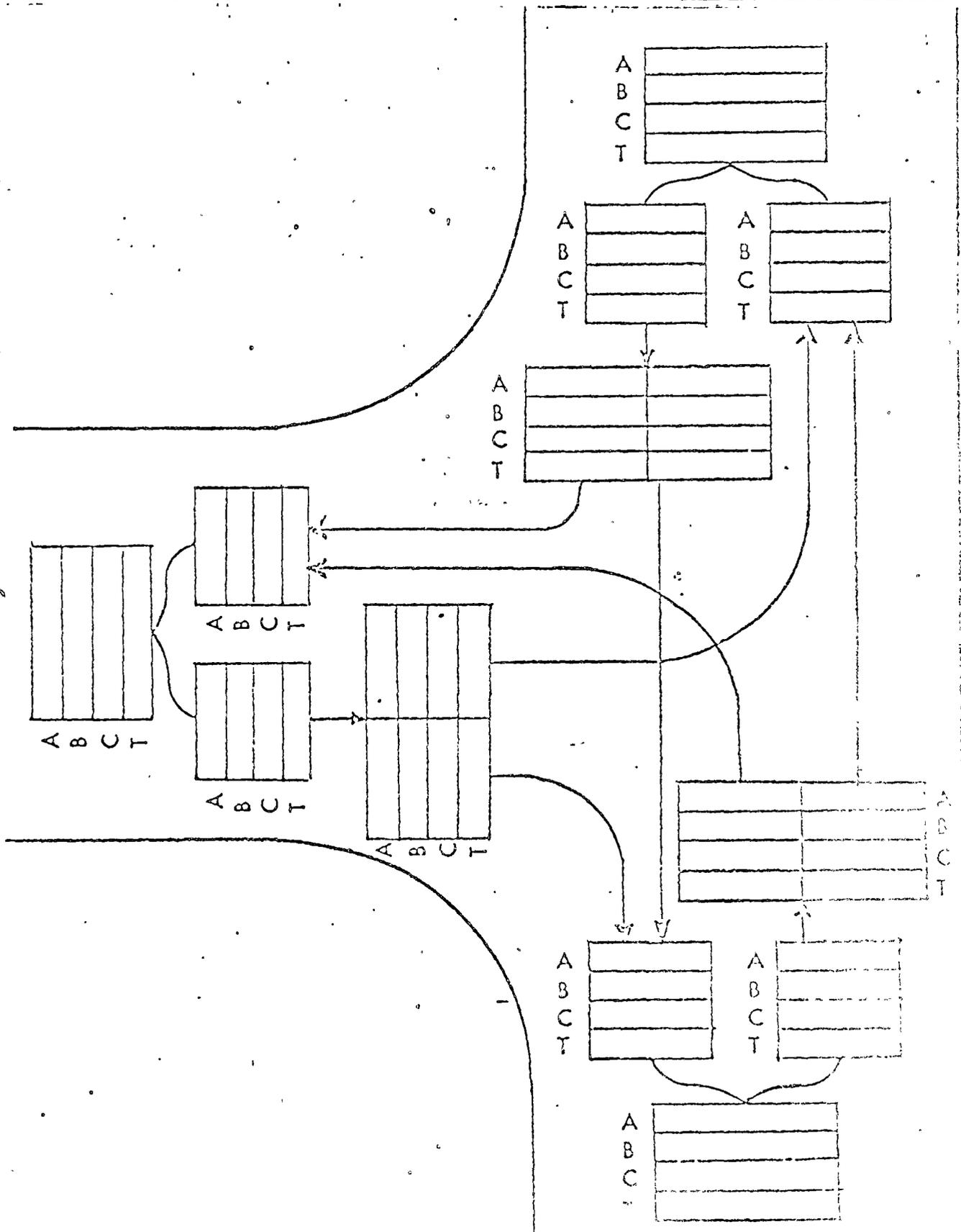
Tramo: \_\_\_\_\_

Estación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Estado del Tiempo: \_\_\_\_\_

y del Pavimento: \_\_\_\_\_



Carretera: \_\_\_\_\_

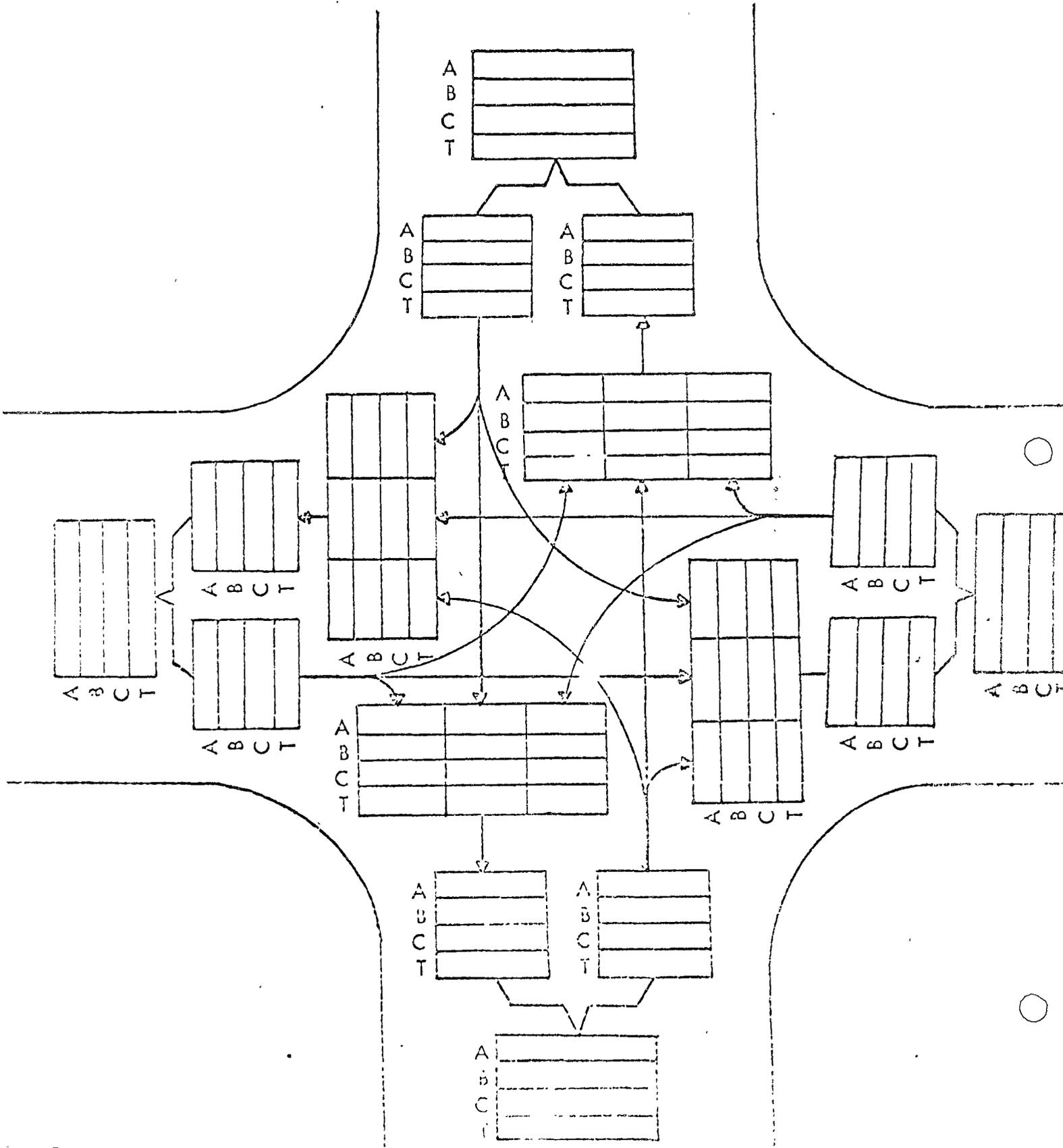
Tramo: \_\_\_\_\_

Estación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Estado del Tiempo: \_\_\_\_\_

y del Pavimento: \_\_\_\_\_



										8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2											
										8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2
										8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2
										8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2											8 4 2

PART NO 212B008



Contadores Electrónicos.- Estas estaciones operan mediante un dispositivo electromecánico integrado por un sistema electromagnético - que detecta el paso de vehículos por determinado lugar y un sistema mecánico que (cuantifica) acumula el número de veces que el sistema electromagnético ha sido alterado, registrando periódicamente en una cinta el número de veces que esto ha sucedido; todo lo anterior se realiza en forma automática y operan de la siguiente manera: los vehículos son detectados mediante una antena rectangular de uno, dos, o más volts (dependiendo del ancho de la carpeta y del tránsito del lugar donde se instale el aparato) alimentada con corriente directa de 7.5 volts y conectada en sus extremos a un aparato electrónico (detector) que recibe el impulso o variación del campo magnético provocado por el paso de un vehículo sobre la antena y a su vez transmite esta señal en un relay de mercurio donde es aplicada y transmitida a un "moto", al cual acciona para que realice un trabajo consistente en girar cierta cantidad angular por cada estímulo recibido. Este movimiento se transmite por medio de un sinfin a un sistema de engranes que accionan a un par de discos graduados y codificados mediante pistas en una de sus caras. Estas pistas están en contacto con un juego de punzones los cuales al ser accionados periódicamente por la presión que ejerce un brazo mecánico de acuerdo con un sistema de relojería, marca físicamente sobre una cinta la lectura observada en ese instante en los discos y que no es otra cosa que el número de vehículos (acumulados) que

han pasado sobre la antena detectora.

Esta cinta es retirada cada mes al ejercerse el servicio de revisión y mantenimiento del equipo y remitida a las oficinas centrales, donde son interpretadas y procesadas en computadoras para obtener listados en los que aparecen volúmenes, variantes, porcentajes, etc. del tránsito que pasa por determinado lugar.

Mantenimiento.- Para garantizar dentro de lo posible el perfecto - funcionamiento de las estaciones maestras de conteo de vehículos, es necesario efectuar mensualmente por lo menos, un servicio de mantenimiento y revisión.

Mantenimiento y Revisión de los Contadores Electrónicos.- Existe una forma especial de revisión en la que aparece el mínimo de información necesaria para conocer el estado físico del actual funcionamiento del equipo, la cual debe ser totalmente llenada en forma breve y concisa, Se recomienda que se proporcione además del número ó números de los registradores y detectores, así como el kilometraje real en el que se encuentra - instalado cada equipo; a continuación se describe brevemente la manera en que debe ser llenada la forma mencionada, así como la mecánica a seguirse en el mantenimiento de revisión.

1).- Debe elaborarse un programa e itinerario para las revisiones y servicio de mantenimiento de los equipos, con la finalidad de que se efectúe precisamente cada mes.

- 2). Al llegar al sitio donde se encuentra la estación deberá realizarse - una inspección ocular del lugar, verificando el estado superficial de la carpeta, precisamente en el lugar donde está alojada la antena de tectora, reportando en su caso si es necesario reponer asfalto. Respecto al lugar donde se encuentra el aparato, se reportará si es necesario desyerbar y en caso de que el equipo no esté protegido mediante tinaco de asbesto-cemento u otra obra de protección, será necesario reportarlo. En cualquiera de las situaciones anteriores, el encargado de las revisiones y del mantenimiento está facultado de acuerdo con su iniciativa a solicitar o sugerir lo necesario para garantizar la seguridad del equipo y su respectiva instalación y funcionamiento.
- 3).- Se debe(n) limpiar o lubricar el (los) candado(s) con el objeto de preservarlo(s) de la acción de agentes climatológicos, químicos, etc., - que puedan afectar su funcionamiento o acortar la vida útil del mismo.
- 4).- Se procede a llenar la forma de revisión, anotando en la esquina superior derecha en lugar visible, la información complementaria solicitada al principio del presente inciso, consiste en anotar el número o números del registrador y del detector así como el kilometraje del sitio donde se encuentra la estación maestra en cuestión. Acto seguido se anotará correctamente el número y nombre de la estación maestra, los cuales deben de coincidir exactamente por los datos oficialmente. El número dado a cada estación corresponde a un ordenamiento cronológico de instalación y, el nombre generalmente corresponde

al del lugar donde se instaló la estación o al lugar, población o ciudad cercana a la misma.

En el renglón correspondiente al nombre de la carretera, se anotarán el número y nombre previamente establecido.

En el punto número 1 de la hoja de revisión deberá anotarse siempre la fecha en que se realice la revisión y el servicio de mantenimiento.

En el punto número 2 se anotará la lectura de los discos, un número en cada casillero y además se indicará la hora en que fué formulada, utilizando para este objeto el espacio en blanco inmediato a la derecha de los 5 (cinco) casilleros.

En los puntos números 3, 4, 5 y 6, se anotará tanto el número de los grupos de pilas en uso, así como su respectivo voltaje. El número de las pilas obedece en forma progresiva al número de cambios hechos menos 2, ya que el primer par de grupos de pilas llevan los números 1 y 2. Cada grupo de pilas está compuesto por la combinación de 5 pilas de 1.5 volts cada una, en serie, lo que nos dá una fuente de energía de 7.5 volts por cada grupo. Estas pilas están interconectadas por medio de alambre o cable del número 22 aislados o forrados y se debe tener especial cuidado al hacer las conexiones, ya que siendo una labor tan sencilla, en ocasiones no se ajustan correctamente a los bornes ocasionando falsos contactos que vienen a perjudicar lógicamente el funcionamiento del equipo. Cada paquete se amarrará ya

sea con el mismo tipo de alambre o cable, o con cualquier otro elemento aislante, para evitar movimientos que aflojen las conexiones y además ponerle a una sola pila de cada grupo, el número y la fecha que le corresponde, de acuerdo con el número de cambio y fecha en que esto fué hecho.

En la revisión de este punto solo se anota el número y el voltaje observado en cada grupo de pilas anexando inmediatamente a la derecha del voltaje, la fecha en que fué instalado cada grupo; en el mantenimiento se revisarán las conexiones, el estado físico de cada pila y se hará limpieza de cada una de las pilas eliminando la presencia de polvo, óxido o sulfatación y en su caso, se efectuará el cambio del grupo defectuoso ya sea por bajo voltaje (6.5 volts por grupo) o por tiempo de uso, el fabricante garantiza que cada pila dura normalmente 6 meses; sin embargo, se recomienda que el cambio se haga uno o dos meses antes, es decir de 4 a 5 meses de uso, ya que las condiciones climatológicas y de servicio son diferentes para cada estado, así como por descarga rápida o vaciado de cualquiera de los dos grupos, etc. Se recomienda que los cambios se hagan por grupo completo de 5 pilas, para garantizar la uniformidad del voltaje de alimentación.

En el punto número 7 se nota la posición que indique el detector en el momento de hacer la revisión, no en la que se deje al terminar la revisión y el mantenimiento.

En el punto número 8 se anotará el voltaje de prueba del detector, -  
obtenido del multímetro cuyo polo negativo se pondrá en el extremo -  
izquierdo de la antena y el positivo en el lugar indicado en el detec-  
tor (en el lado extremo izquierdo), se presiona el botón de prueba -  
(test) y se anotará precisamente el voltaje observado en esta posi-  
ción. El mantenimiento de este punto consiste en limpiar los extre-  
mos de la antena y sus conexiones, verificando si están correctas, -  
así como la comprobación del voltaje del detector y su posición correc-  
ta (voltaje máximo menos una posición), para lo cual se procede en -  
forma análoga a la de la prueba para obtener el voltaje en que se en-  
cuentra trabajando, con la diferencia de que se va probando cada po-  
sición del detector a partir del número 1 y con el botón de prueba --  
oprimido; al ir cambiando de posición en forma ascendente, el volta-  
je también aumenta hasta encontrar un valor máximo que se indentifi-  
ca inmediatamente al cambiar la siguiente posición donde se observa  
un voltaje menor al observado en la posición anterior y que correspon-  
de al voltaje máximo.

Una vez determinada la posición del voltaje máximo, se lleva la per-  
lla a la posición inmediata anterior que es la posición en que teórica-  
mente funciona en condiciones óptimas. Si el aparato quedó debida-  
mente calibrado, en esta posición se escuchará una señal semejante  
a la que produce el paso de un vehículo y además se prenderá el foco

indicador comprobando de esta manera que la posición encontrada en esta forma es la correcta. Lo anterior no debe formarse estrictamente al pie de la letra ya que en algunas ocasiones no se logra el óptimo funcionamiento en esta posición encontrada, pues no siempre coincide la posición del voltaje máximo menos una posición con el encendido de la lámpara indicadora o bien en dicha posición no marca el detector los vehículos. De manera general debe procederse a determinar siempre la posición teórica de funcionamiento y dependiendo del resultado obtenido se cambiará de posición en más o menos hasta encontrar la posición que se observe más adecuada para el funcionamiento del detector y en general del equipo.

En el punto número 9 únicamente se cruzará una de las dos palabras encerradas entre paréntesis (bien o mal) dependiendo del funcionamiento del detector al momento de llegar a la estación en cuestión.

El punto número 10 se llenará en forma análoga al punto anterior.

El punto número 11 se llenará de tal manera que constituya un resumen breve y conciso de lo encontrado al efectuar la revisión, así como en los trabajos ejecutados en el servicio de mantenimiento y cualquier otra información que se juzgue de interés reportar. Dentro de este punto quedará comprendido el corte de tramo de cinta mensual, al cual hay que anotarle al principio y al final como mínimo los siguientes datos: número y nombre de la estación maestra, fechas de las revisiones (del

principio y final de la cinta) hora de las mismas, lecturas observadas (que deberán coincidir, la última lectura del tramo de cinta anterior - con la primera lectura del rollo que queda en servicio) en ambas ocasiones; observaciones si proceden, y por último, nombre y firma de la persona que efectúe la revisión del mantenimiento.

El punto número 12 no solo se utilizará cuando se efectúen cambios - de grupos o reposición de los mismos. En el primer caso se anotarán los números de los grupos y además en el punto número 11 se explicará el motivo o causas del cambio. En caso de reposición de uno o de los dos grupos de pilas, se le anotará el número inmediato superior y la fe cha en que se hizo la reposición y en el punto número 11 se hará cons tancia de la reposición hecha.

Finalmente, en el punto número 13 se anotará el nombre y la firma de la persona que efectuó la revisión y el mantenimiento.

Toda la información anterior (contenida en la hoja de revisión) así como el tramo de cinta deben remitirse a la mayor brevedad posible a las oficinas centrales. Debe enviarse siempre la hoja de revisión, llenada en el campo, nunca una copia mecanográfica de la misma, para evitar errores de transcripción y pérdida de tiempo.

PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR LA DURACION DE LOS AFOROS EFECTUADOS EN ZONAS RURALES, UTILIZADOS EN LA ESTIMACION DEL TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL.

Según R. R. Bodle, la estimación del tránsito diario promedio anual (TPDA) en secciones de un sistema de carreteras, ha sido desde hace tiempo una fase importante dentro del proceso que se sigue para la planeación de carreteras.

El TPDA se ha estado utilizando como un factor fundamental para la determinación del vehículo-kilómetro de recorrido sobre carreteras que se clasifican en varias categorías según pertenezcan a sistemas rurales o urbanos.

Por otra parte, el TPDA, juntamente con otras características del tránsito, facilita al ingeniero de caminos, al proyectista y al administrador la información necesaria para establecer una clasificación sistemática de las redes carreteras, así como también la introducción de especificaciones para diseño, programas de seguridad, cambios en los volúmenes anuales de tránsito, regularización del señalamiento y de modelos de distribución, y desarrollo de programas para el mejoramiento y mantenimiento de las carreteras. Más aún, para efectuar estudios de planeación, también se obtienen datos de tránsito considerando los efectos producidos por actividades comerciales, tales como, moteles y hoteles, restaurantes, autoser-

vicios, industrias, y algunos otros centros de reunión o recreativos.

Varios Departamentos Estatales de Carreteras utilizan tres tipos básicos de aforos, para obtener el TPDA. En forma contínua se encuentra operando contadores horarios localizados en un cierto número de puntos y también se efectúan aforos intermitentes o temporales, ya sea 4, 6 ó 12 veces al año con tiempos de duración desde 48 horas hasta dos semanas. Así se ha observado que la mayoría de los datos de tránsito se obtienen en tiempos reducidos de aforo para 24 ó 48 horas, pero se pueden alargar hasta 5 ó 7 días. En muy pocos Estados, los aforos se efectúan 2 ó 4 veces al año, lo cual es conveniente para encontrar el TPDA en lugares del sistema carretero donde no operen contadores permanentes o estaciones temporales.

Los Departamentos de Carreteras de EE. UU. , han estado usando desde hace muchos años, cierto procedimiento que introduce factores de ajuste en los tiempos de aforo para obtener el TPDA. Generalmente, los datos obtenidos de cada estación de aforo que opera con tiempos reducidos de conteo se asocian con los obtenidos de un simple contador permanente, suponiendo que presenten similitud en la variación mensual. Después se escoge un factor de ajuste del contador permanente para aplicarlo al tiempo de conteo y obtener, de esta forma, el TPDA.

En mayo de 1963, el Bureau of Public Roads publicó un manual intitulado "Guía para Aforos de Tránsito", que fué el resultado de una in-

investigación efectuada por varios Departamentos de carreteras en cooperación con Public Roads y que expone un método eficiente que muestra la forma de ajustar los tiempos de aforo en las estimaciones del TPDA. El procedimiento consiste en agrupar los contadores permanentes con las estaciones temporales de aforo cuyas características de tránsito sean similares; en la mayoría de los Estados se han definido de 3 a 4 grupos. Una vez que ha sido designado todo el sistema de carreteras estatales a uno de los diferentes grupos, identificado previamente, los tiempos de aforo se ajustan para ese grupo mediante la aplicación del factor mensual promedio, estimándose posteriormente el TPDA.

El factor mensual utilizado en el grupo de registradores permanentes y estaciones temporales, se define como sigue:

$$F = \frac{\text{Tránsito Diario Promedio Anual}}{\text{Tránsito Promedio en los días hábiles de la semana para el mes}}$$

El factor mensual promedio para el grupo en cuestión, es entonces el promedio de los factores mensuales individuales considerados para el grupo de contadores permanentes y estaciones temporales. Las causas más frecuentes de error en este método que indica la forma de estimar el TPDA en un punto son los siguientes:

1. El factor mensual para el tiempo de aforo de una estación, generalmente no será exactamente igual al promedio del grupo.

2. El tiempo de aforo (24 ó 48 horas, 5 ó 7 días) será diferente del promedio en los días hábiles de la semana (día promedio en el

caso de que se trata de un conteo de 7 días) para el mes.

3. El tramo de un camino, sobre el cual se lleva a cabo un aforo durante cierto tiempo, puede ser asignado en forma equivocada a un cierto grupo. Este error es puramente circunstancial.

El error relativo en cualquier estimación del TPDA para un tramo donde se efectúa el aforo, puede expresarse como sigue:

$$E = \frac{(XF - TPDA)}{TPDA} 100 \quad \text{--- (1)}$$

donde:

E = Error relativo

X = 24 horas de aforo o el día promedio para el período

F = Factor mensual promedio del grupo

El coeficiente de variación del error relativo, se puede expresar de la forma siguiente:

$$CV = (CV_x^2 + CV_f^2)^{1/2} \quad \text{--- (2)}$$

donde

$CV_x$  = Coeficiente de variación de los tiempos de conteo

$CV_f$  = Coeficiente de variación de los factores de ajuste mensuales

La fórmula (2) involucra las siguientes suposiciones:

1. x y f son variables escogidas al azar
2. Las dos variables no están correlacionadas

Si en cada tramo del sistema carretero, se colocara un contador continuo del tránsito, se podría suponer que la cantidad de los factores mensuales resultantes podría distribuirse uniformemente en los promedios mensuales del grupo. Los valores para cualquier mes tendrían un rango de 0.20 considerando desde el factor más bajo al más alto; el coeficiente de variación de los factores para un mes, generalmente será del orden de 4 ó 5%. En consecuencia para obtener un error relativo de 10% en el cálculo del TPDA (esto es, un coeficiente de variación para el cálculo del - 10%), el coeficiente de variación correspondiente a los tiempos de aforo para cualquier mes, no deberá exceder a 8 ó 9 por ciento.

Muchos de los Departamentos de carreteras cuentan con tiempos de aforo de 24 ó 48 horas y utilizan contadores para el tránsito del tipo acumulativo; muy pocos Estados consideran tiempos de aforo de 72 horas, 5 ó 7 días. Generalmente al considerar estos tiempos de aforo más prolongados se utilizan contadores portátiles. Anteriormente se efectuaron estudios para determinar la duración más apropiada de los aforos, en don de por lo general se usaron contadores permanentes y se seleccionaron - al azar muestras de duración variable. Posteriormente las muestras se - compararon con uno de los dos promedios más conveniente, el de los días hábiles de la semana para el mes considerado o el de los días del mes.

Petroff y Blensly publicaron los resultados de un estudio sobre -

el problema mencionado, haciéndose notar lo siguiente:

"Si se observan los datos, se infiere que, desde el punto de -  
vista práctico, los aforos de 24 horas en los días hábiles de la sema-  
na tienen un coeficiente de variación de  $\pm 10\%$  o menos cuando se -  
compara con el volumen medio para una semana de un cierto mes en -  
estaciones que presentan un volumen medio de aproximadamente 500  
vehículos por día o más. Lo anterior se cumple por lo general para -  
todos los meses, excepto los correspondientes a la temporada inver-  
nal en algunos Estados"..... Aforos de 48 horas de duración me-  
joran la exactitud en un 20 a 25%, llegando así al límite confiable -  
desde 68% a cerca de 75% para una desviación Std. de 10%, también -  
reduciendo el rango de los volúmenes hasta 300 vpd aproximadamente".

"Lo anterior, traducido al lenguaje cotidiano significa que dos  
tercios a tres cuartos, dependiendo de la duración del aforo, de todos  
los conteos presentarán un error de aproximadamente 10% o menos -  
cuando se compara con el volumen medio durante los días hábiles de -  
la semana del mes durante el cual se efectuaron los conteos y cuando  
los volúmenes son de 300 a 500 vehículos por día o menos". Estas ob-  
servaciones corresponden a tiempos de aforos en áreas rurales.

El presente estudio analiza la exactitud relativa de los tiempos  
de aforo, considerando el conjunto o población en vez de muestras, -

# Ejemplo.- Estimación del Volumen Promedio Diario Anual.

CARRETERA: MONTERREY - LAREDO

KM: 10 + 000

- 1.- Estación de correlación número: 24
- 2.- Volumen Promedio Diario Semanal Actual = 5887 Fecha: ENE Y FEB. 74

3.- Volumen Promedio Diario Semanal del Libro.

Del día 2450 MIERCOLES

+

Al día 2401 MARTES

Suma: 19380 ÷ número de días = 2768  
(7)

4.- FACTOR DE CORRELACION.

$$r = \frac{\text{Volumen Promedio Diario Anual del Libro}}{\text{Volumen Promedio Diario Semanal del Libro}} = \frac{2664}{2768} = 0.9624$$

5.- Volumen Promedio Diario Anual Actual

V.P.D.A. (actual) = Factor  $\times$  Volumen Promedio Diario Semanal (actual)

$$= 0.9624 \times 5887 = 5665$$

J.R.O

para 24 y 48 horas en días hábiles de la semana, ó también 5 ó 7 días. Aforos de 72 horas no se consideraron debido a su uso tan reducido. El objetivo del estudio fué determinar si las observaciones hechas por Petroff y Glensly son todavía aplicables y también obtener la información suficiente sobre la exactitud que se va obteniendo en los cálculos del TPDA a medida que se aumenta la duración de los aforos. En algunos Estados, los volúmenes obtenidos en viernes son más similares a los obtenidos en sábado y domingo que en los días hábiles; por esta razón se consideraron los aforos de 24 horas efectuados de lunes a jueves.

Sin embargo, como conclusión de estos estudios, se recomienda que para el cálculo del TPDA en caminos rurales con TPDA menores de 500 vehículos por día, no deben usarse aforos ni de 24 o 48 horas si el error relativo esperado para la estimación del TPDA es de  $\pm 10\%$ ; en este caso se recomienda aforos de 5 o 7 días.

Por otra parte, en el Seminario de Modernización de Intersecciones a Nivel, Ed. SOP. 1970 se presentan algunas consideraciones referentes a la duración de un estudio de aforos en este tipo de intersecciones: El aforo se deberá realizar durante 5 días consecutivos. Se recomienda no considerar en este período los días martes y miércoles, o bien miércoles y jueves. Si no existen instrucciones precisas para el análisis de la intersección, el tiempo diario del aforo será de 15 horas,

iniciándose a las 7 hrs. para concluir a las 22 hrs.

De no tener instrucciones diferentes al respecto, para cada uno de los movimientos de los vehículos el registro será realizado cada hora en las hojas de campo correspondientes, conforme a la clasificación de los vehículos anteriormente indicada.

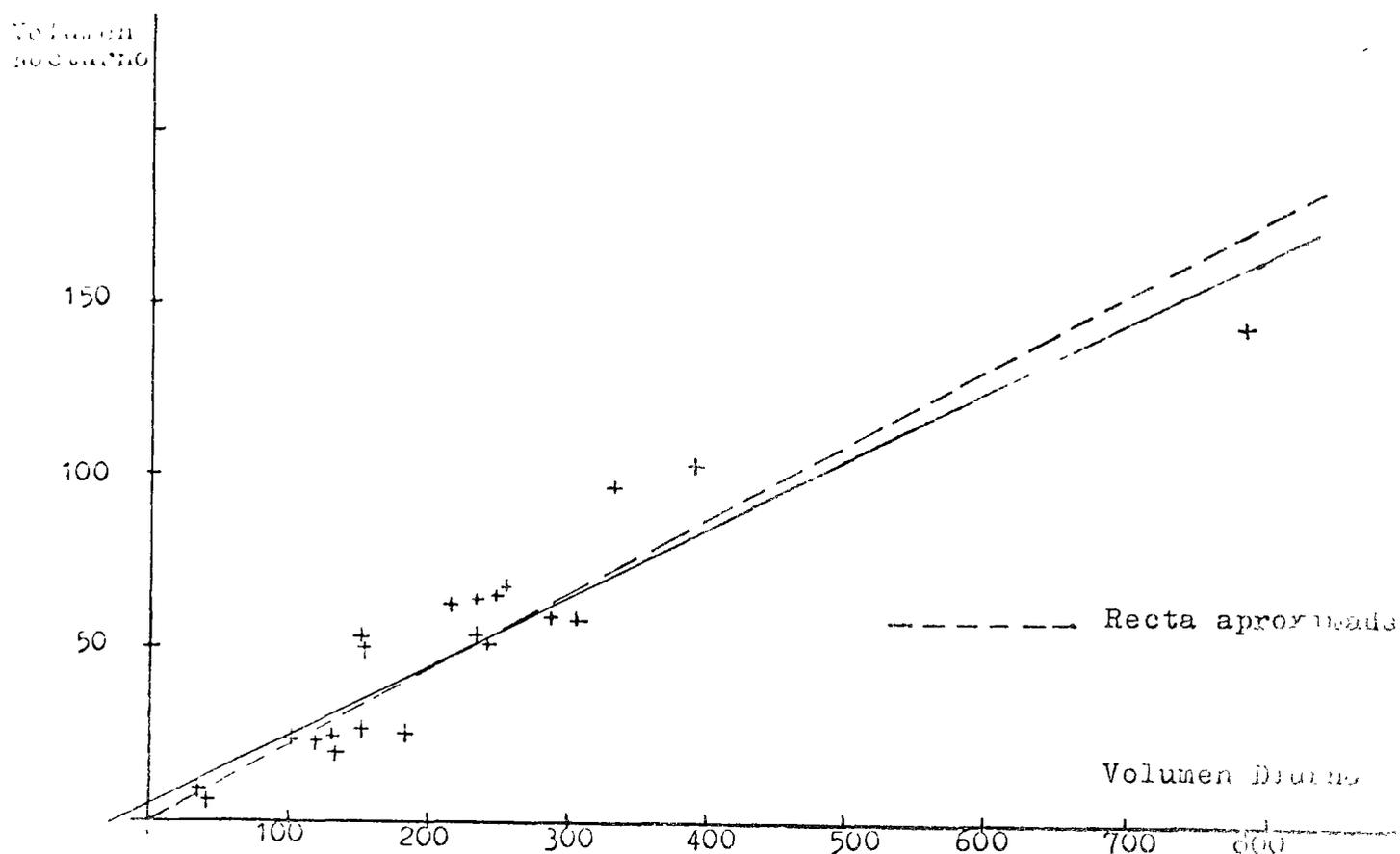
La razón de realizar el conteo durante un período menor que el convencional de 7 días, es simplemente un ahorro en el trabajo de campo, ya que según estudios realizados, la diferencia entre el error cometido por la elección del tamaño de la muestra, es en este caso insignificante.

El problema que se presenta en este punto es ocasionado por el tiempo diario del aforo. Los datos obtenidos en ese período, no permiten determinar el volumen promedio diario; sin embargo, permiten mediante la aplicación de factores de corrección, estimar el volumen requerido.

Para dar una idea clara del significado de los factores que se emplean, se hará una breve descripción del análisis, cuyo resultado permitió la determinación de los mismos y de un ejemplo para mostrar la secuela que es conveniente observar.

En el estudio se consideró como volumen diurno de tránsito a aquel que pasa de las 7.00 hrs. a.m. a las 10.00 hrs. p.m. y como nocturno al que pasa de las 10.00 p.m. a las 7.00 a.m.

Para cada entidad de la República, se tomaron datos de varios años, correspondientes a volúmenes diurnos y nocturnos registrados en diferentes puntos dentro de la entidad y se representaron gráficamente en un sistema de ejes cartesianos en el cual, cada Estación de Aforo, a la que le corresponde un cierto volumen diurno y un cierto volumen nocturno, queda representada con un punto en el plano.



Por medio del método de mínimos cuadrados, se ajustó a los puntos obtenidos una recta del tipo  $Y = mx + b$ , en donde  $X$  representa el volumen diurno,  $Y$  el volumen nocturno,  $m$  y  $b$  la pendiente y la

ordenada al origen de la recta ajustada, respectivamente.

Se calculó también el coeficiente de correlación para determinar si este ajuste lineal era bueno, resultando para todas las entidades bastante satisfactorio.

Puesto que en un gran número de casos, el valor  $b$  resultó muy pequeño, se obtuvieron nuevos ajustes de rectas del tipo  $Y=m'x$ , ó sea rectas que pasan por el origen. Con ello, se tiene simplemente que el volumen nocturno es el  $m'$  % del volumen diurno.

A la luz de estos resultados, se concluyó que sí es posible realizar los aforos en el turno diurno, y calcular el nocturno correspondiente de acuerdo con la recta ajustada.

En el mismo estudio, se determinaron también, los factores para corregir la composición de vehículos en el tránsito diurno, con objeto de obtener la composición del tránsito total, ya que en algunas carreteras, durante la noche, circula gran cantidad de camiones y la composición de ellos, obtenida en el tránsito diurno, resulta inferior a la real.

Ejemplo.- Supóngase que una carretera del estado de Campeche se aforó durante una semana, pero únicamente de 7 a.m. a 10 p.m. Y se obtuvo un promedio diario diurno de 500 vehículos con una composición de  $A = 52\%$   $B = 14\%$   $C = 34\%$ .

Para el estado de Campeche la recta que relaciona el volumen nocturno con el diurno es  $\text{Vol. Noct} = 0.221 (\text{vol. diurno})$  y los factores de corrección de composición son para A 0.97, para B 0.91 y para C 1.08.

Por consiguiente, el cálculo del promedio diario en la estación considerada, se hará como sigue:

$$\text{Vol. Noct} = 0.221 \times 500 = 110$$

$$\text{Prom. diario} = \text{vol. diurno} + \text{vol. noct} = 500 + 110 = 610$$

o bien:

$$\text{Prom. diario} = (1 + 0.221) \times 500 = 610$$

Y su composición correspondiente será:

$$\% A = 0.97 \times .52 = 50 \%$$

$$\% B = 0.91 \times 14 = 13 \%$$

$$\% C = 1.08 \times 34 = 37 \%$$

O sea que el promedio diario será:

$$\text{Automóviles} \quad 0.50 \times 610 = 305$$

$$\text{Autobuses} \quad 0.13 \times 610 = 79$$

$$\text{Camiones} \quad 0.37 \times 610 = \underline{226}$$

$$\text{T O T A L:} \quad 610$$

Una vez estimado el volumen promedio diario, el siguiente paso será estimar el volumen promedio diario anual, con base en el dato conocido.

El procedimiento comúnmente empleado es aquel en el que

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA  
DEPARTAMENTO DE ANALISIS DEL SISTEMA VIAL

CORRELACION ENTRE VOLUMENES DE TRANSITO  
DIURNOS Y NOCTURNOS POR ENTIDADES

ENTIDAD	DE	COEFICIENTE	RECTA DE REGRESION		RECTA APROXIMADA
		CORRELACION	PENDIENTE ( m )	ORD.AL ORIGEN ( b )	PENDIENTE ( m' )
1.-	AGUASCALIENTES	0.96	0.122	6.9	0.126
2.-	B.CALIFORNIA NTE.	0.96	0.132	21.4	0.142
3.-	B.CALIFORNIA SUR.	0.56	0.170	13.1	0.211
4.-	CAMPECHE	0.94	0.203	5.9	0.221
5.-	COAHUILA	0.91	0.188	12.8	0.200
6.-	COLIMA	0.93	0.174	1.0	0.175
7.-	CHIAPAS	0.96	0.177	6.6	0.187
8.-	CHIHUAHUA	0.93	0.184	13.8	0.190
9.-	DURANGO	0.89	0.245	-7.7	0.232
10.-	GUANAJUATO	0.94	0.282	-59.8	0.250
11.-	GUERRERO	0.93	0.186	3.0	0.188
12.-	HIDALGO	0.90	0.216	-6.6	0.211
13.-	JALISCO	0.92	0.175	22.0	0.189
14.-	MEXICO	0.96	0.143	22.2	0.148
15.-	MICHOACAN	0.92	0.216	-2.3	0.214
16.-	MORELOS	0.92	0.155	8.7	0.162
17.-	NAYARIT	0.88	0.203	1.8	0.204
18.-	NUEVO LEON	0.93	0.177	37.5	0.198
19.-	OAXACA	0.90	0.183	17.8	0.211
20.-	PUEBLA	0.86	0.222	25.1	0.240
21.-	QUERETARO	0.99	0.350	-41.2	0.335
22.-	QUINTANA ROO	0.90	0.206	5.1	0.221
23.-	S.LUIS POTOSI	0.97	0.313	-13.0	0.299
24.-	SINALOA	0.90	0.196	2.8	0.197
25.-	SONORA	0.91	0.191	-9.5	0.182
26.-	TABASCO	0.92	0.188	-7.4	0.180
27.-	TAMAULIPAS	0.92	0.170	24.8	0.190
28.-	TLAXCALA	0.65	0.132	130.1	0.204

ENTIDAD	DE	COEFICIENTE	RECTA DE REGRESION		RECTA APROXIMADA
		CORRELACION	PENDIENTE ( m )	ORD.AL ORIGEN ( b )	PENDIENTE ( m' )
9.-	VERACRUZ	0.91	0.222	-10.3	0.216
0.-	YUCATAN	0.97	0.197	11.9	0.206
1.-	ZACATECAS	0.95	0.245	5.1	0.252

RECTA DE REGRESION  $y = m x + b$

RECTA APROXIMADA  $y = m' x$

EN DONDE :

$x =$  VOLUMEN DIURNO ( DE 7 A.M a 10 P.M)

$y =$  VOLUMEN NOCTURNO ( DE 10 P.M a 7 A.M)

TABLA No. 1 ARREGLO DE LOS FACTORES DE  
ESTACIONES DE CONTEO PERMANENTE

Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
<u>(C)</u> 1.00	<u>(H)</u> 0.87	<u>(H)</u> 0.76	<u>(I)</u> 0.57	<u>(I)</u> 0.51	<u>(I)</u> 0.75	<u>(H)</u> 0.95	<u>(C)</u> 1.02
(D) 1.03	(E) .90	(E) .79	(B) .66	(B) .64	(G) .81	(D) .95	(K) 1.07
(J) 1.04	(D) .92	(G) .83	(F) .68	(K) .65	(K) .82	(K) .98	(D) 1.10
(F) 1.05	(C) .93	(L) .85	(H) .69	(F) .67	(H) .85	(A) 1.00	(F) 1.10
(E) 1.07	(J) .95	(D) .88	(K) .70	(A) .71	(A) .86	(L) 1.00	(A) 1.13
(A) 1.08	(G) .97	(B) .90	(G) .70	(H) .72	(D) .89	(F) 1.03	(B) 1.15
(H) 1.09	(F) .98	(I) .90	(L) .71	(G) .74	(B) .90	(G) 1.04	(E) 1.15
(G) 1.16	(A) .99	(C) .91	(A) .73	(J) .75	(F) .92	(C) 1.05	(J) 1.15
(B) 1.19	(L) .99	(A) .91	(J) .77	<u>(L)</u> .76	(J) .95	(J) 1.07	(H) 1.18
<u>(L)</u> 1.19	<u>(B)</u> 1.03	(F) .91	(C) .83	(C) .85	<u>(L)</u> .97	(E) 1.08	(G) 1.22
(K) 1.38	(K) 1.14	<u>(J)</u> .97	<u>(D)</u> .86	(D) .86	(C) .99	<u>(B)</u> 1.09	(I) 1.32

TABLA No. 2 GRUPOS DE FUJADICIONES  
DENTRO DEL RANGO DE 0.20

Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Grupo I - (A), (B), (F), (G), (L), (H) y (J)							
(J) 1.04	(H) 0.87	(H) 0.76	(B) 0.66	(B) 0.64	(G) 0.81	(H) 0.95	(F) 1.10
(F) 1.05	(J) .95	(G) .83	(F) .68	(F) .67	(H) .85	(A) 1.00	(A) 1.13
(A) 1.08	(G) .97	(L) .85	(H) .69	(A) .71	(A) .86	(L) 1.00	(B) 1.15
(H) 1.09	(F) .93	(B) .90	(G) .70	(H) .72	(B) .90	(F) 1.03	(J) 1.15
(G) 1.16	(A) .99	(A) .91	(L) .71	(G) .74	(F) .92	(G) 1.04	(H) 1.13
(B) 1.19	(L) .99	(F) .91	(A) .73	(J) .75	(J) .95	(J) 1.07	(G) 1.22
(L) 1.19	(B) 1.03	(J) .97	(J) .77	(L) .76	(L) .97	(B) 1.03	(L) 1.35

se aplica el factor de ajuste mensual, el cual se obtiene simplemente de la relación entre el volumen promedio diario anual y el volumen promedio diario mensual, calculados ambos con datos proporcionados por estaciones de conteo permanente.

El problema es en este caso, conocer la estación de conteo permanente cuyos datos servirán para calcular el factor anteriormente mencionado.

No existe a la fecha una divulgación amplia de los estudios realizados para resolver el problema, por lo que se describirá en términos generales, el método que se ha empleado.

El procedimiento puede ser dividido en dos etapas: la agrupación de estaciones con patrones similares de variación mensual del volumen de tránsito y la asignación de los tramos de carreteras a cada uno de los grupos integrados.

Para la primera etapa deberán observarse los siguientes - puntos:

- a).- Un arreglo de los factores por meses en orden ascendente como - se muestra en la tabla No. 1.
- b).- La determinación para cada mes, de un grupo de estaciones tales que la diferencia entre el factor mensual más pequeño y el más - grande, no sobrepase el rango de 0.20 en los valores de los factores. (Este rango está basado en el criterio de  $\pm 0.10$  de la me

dia considerada, el cual a su vez está calculado para producir - una parte de la desviación estandard de  $\pm 10\%$ . La parte restante de esta desviación estandard se atribuye al error por muestreo). Ver tabla No. 2.

Existirán varios posibles grupos dentro de cada mes, de los cuales deberá elegirse aquel que contenga el mayor número de estaciones dentro del rango mencionado.

- c).- Una agrupación final de estaciones, de tal forma que todas o la mayoría posible, queden contenidas en el mismo grupo para cada uno de los meses del año.
- c).- El cálculo, para cada grupo, del promedio de los factores correspondientes a cada mes, para obtener factores medios mensuales de grupo.

En la segunda etapa, es decir, la asignación de tramos de carretera a cada uno de los grupos integrados, deberán unirse las estaciones que estén contenidas en cada uno de ellos.

En general, las estaciones de un mismo grupo se localizan sobre una misma ruta, por lo que la liga entre ellas queda claramente definida.

Al concluir esta segunda etapa, se estará en posibilidades de conocer el factor mensual que deberá ser empleado para estimar el volumen promedio diario anual, en aquellos puntos donde se efectúen conteos de tránsito durante cortos períodos de tiempo, ya que los pun

tos elegidos para efectuarlos, seguramente quedarán localizados en los tramos que han sido asignados a cada uno de los grupos establecidos.

Cabe aquí mencionar, que en el procedimiento descrito, no se ha establecido un número de días mínimo para efectuar el conteo que sirve de base para estimar el volumen promedio diario anual; lo que presupone una cierta libertad para elegirlo. El criterio que debe seguirse para ello, es el grado de precisión que se desee, la variabilidad del volumen entre los diferentes días de la semana y la importancia de los volúmenes que se pretenden estimar. En general, los períodos que se recomiendan son de 48 horas y de 5 ó 7 días. En caso de elegirse el período de 48 horas se sugiere que este sea dentro de días hábiles y en el de 5 días, sean incluidos en él, los días sábado y domingo.

Es recomendable que en sitios donde existan bajos volúmenes, se elija un período de 5 ó 7 días.

#### Volumen de Tránsito para Proyecto.

La construcción o mejoramiento de una intersección no debe ser basado en los volúmenes de tránsito actuales. Es necesario que toda intersección sea diseñada para acomodar los volúmenes que se espera ocurran en un período determinado, que dependerá del tipo y sitio de la obra.

Existen en la actualidad diversas opiniones acerca del año hasta el cual deberán ser proyectados los volúmenes de tránsito que serán empleados para proyecto. La decisión es ampliamente influenciada por el aspecto económico y por la exactitud con la que pueden ser estimados los volúmenes de tránsito.

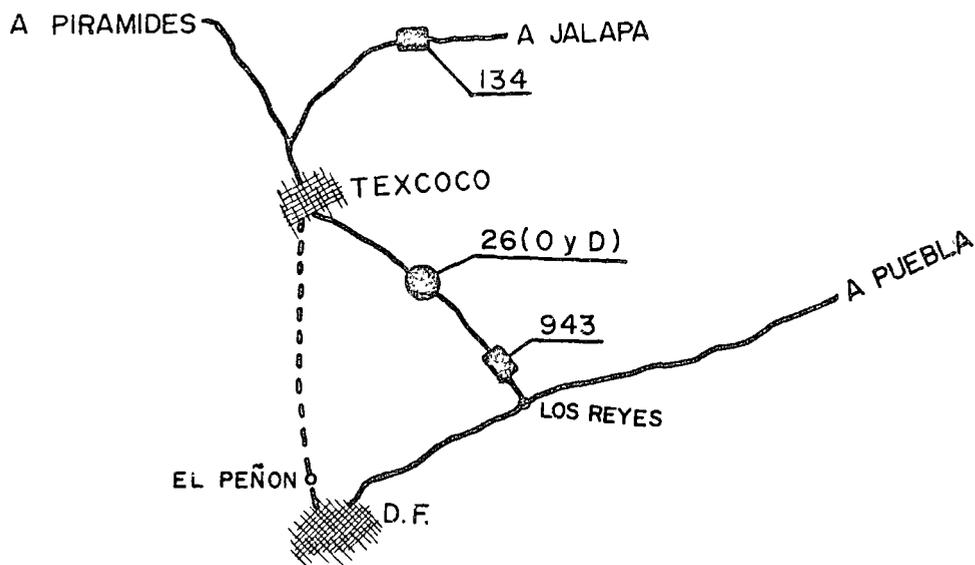
Refiriéndonos únicamente a este último aspecto, es conveniente señalar la importancia de contar no únicamente con datos de tránsito actuales, sino también con datos en el pasado, así como los correspondientes al posible desarrollo de la zona, el cual puede afectar grandemente a los volúmenes actuales ya conocidos. Sobre esta base, se han establecido para el caso de intersecciones, un período de 10 años para obras en zona rural, de 15 años en zona suburbana y de 20 a 25 años para obras en zona urbana.

Una vez definido el período, y si se establece como volumen de tránsito futuro, el constituido por el volumen actual más el incremento que se estime para el período elegido; restará definir el procedimiento adecuado con el fin de obtener este último valor.

Ejemplo:

Estimación del Tránsito Probable para el Año de 1967.

Datos. Se trata de determinar el tránsito medio anual probable que utilizaría la carretera directa Peñón - Texcoco



Estudio de Origen y Destino (26). Efectuado del 9 al 15 de - de julio de 1964.

Estaciones de aforos 943 y 134 entre Los Reyes-Texcoco y las correlaciones entre dichas estaciones y la caseta de cobro de la autopista México-Puebla (tramo Sta. Martha-Sn. Martín Texmelucan).

AÑOS EN LOS QUE EXISTE INFORMACION

1964	24 al 30 Nov	1964	4 al 10 Mar
1965	24 al 30 Ago	1965	No se instaló
1966	8 al 14 Mar	1966	8 al 14 Mar
1967	7 al 13 Mar	1967	No se instaló

Fórmula para calcular el coef de correlación

$$r = \frac{N \sum X_i Y_i - (\sum X_i Y_i)}{\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \sqrt{N \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}}$$

En donde:

N = Número de días aforados (7)

$X_i$  = Vol. Total en el día  $i$ , registrado en la caseta de cobro

$Y_i$  = Vol. Total en el día  $i$ , registrado en la estación de a foro

Solución:

Los resultados de las correlaciones se muestran a continuación:

AÑO DE 1964

CASETA DE COBRO Y EST (943) LOS REYES-CHIMALHUACAN

Mes	Día	X	X'	Y	Y'	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
Nov	24	2241	+418	4439	+1128	471504	174724	1272384
Nov	25	2276	+383	5087	+ 480	183840	146689	230400
Nov	26	2291	+368	5489	+ 78	28704	135424	6084
Nov	27	2587	+ 72	5446	+ 121	8712	5184	14641
Nov.	28	3038	-379	5535	+ 32	-12128	143641	1024
Nov.	29	3589	-930	7943	-2376	2209680	864900	5645376
Nov.	30	2590	+ 69	5027	+ 540	37260	4761	291600
S U M A :		18612		038966	0	2927572	1475323	7461509

$$\frac{X}{7} = 2659 = X \quad \frac{Y}{7} = 5567 = Y$$

$$r = \frac{7 \times 2927572 - 0 \times 0}{(7 \times 1475323 - 0) (7 \times 7461509)} = \frac{2927572}{11.0 \times 10^{12}} = \frac{2927572}{3,310.000}$$

$$r = 0.884$$

$$VPDA = 2644 \text{ (caseta)}$$

$$\frac{VPDA \text{ caseta}}{VPDA \text{ est.}} = \frac{VPDS \text{ caseta}}{VPDS \text{ est.}}$$

Sustituyendo:

$$\frac{5567}{2659} \times 2644 = 2.094 \times 2644$$

$$VPDA \text{ est.} = 5536$$

#### AÑO DE 1965

Caseta de Cobro y Est. (943) Los Reyes - Chimalhuacán.

Se procede en la forma indicada para el año anterior, obteniéndose:

$$VPDA \text{ est } 943 = 6529$$

#### AÑO DE 1966

Caseta de Cobro y Est. (943) Los Reyes-Chimalhuacán

Procediendo en la misma forma se obtiene:

$$VPDA \text{ Est. } 943 = 7613$$

RESUMIENDO:

	<u>AÑO</u>	<u>VPDA</u>	<u>INCREMENTO</u>
<u>EST. 943</u>	1964	5534	
	1965	6529	17.98 %
	1966	7613	16.60 %
			37.57 %

Considerando ahora la estación Chimalhuacán-Texcoco (134),  
y siguiendo un procedimiento semejante al anterior, se tiene:

Para 1964.- VPDA Est. 134 = 5287  
1966.- VPDA Est. 134 = 6895

RESUMIENDO:

	<u>AÑO</u>	<u>VPDA</u>	<u>INCREMENTO</u>
<u>EST.134</u>	1964	5287	
	1966	6895	30.41 % para 2 años

Para el caso de la estación de Origen y Destino se tiene:

$$\bar{X} = \frac{17549}{7} = 2507 \quad \bar{Y} = \frac{37750}{7} = 5393$$

$$\text{Si: } \frac{\text{VPDS caseta}}{\text{VPDA caseta}} = \frac{\text{VPDS Est.}}{\text{VPDA Est.}} \text{ y VPDA caseta} = 2644$$

$$\text{Se obtiene: } \frac{\bar{X}}{\text{VPDA}} = \frac{2507}{2644} = 0.948$$

Analizando las rutas obtenidas en el estudio de Origen y Destino, se determinó que los que utilizaran la nueva ruta serían:

$$A = 2733$$

$$B = 338$$

$$C = 810$$

$$T = 3881$$

Para transformar estos valores a VPDA, utilizamos el factor obtenido, resultando lo siguiente:

$$A = 2883$$

$$B = 356$$

$$C = 854$$

$$T = 4093 \text{ Esto es para el año de 1964}$$

Para proyectarlo al año de 1967, consideramos el dato de la estación 943 en el año de 1967 el cual es de 6721 y efectuamos la correlación correspondiente, entre esta estación y la caseta de cobro.

Siguiendo un procedimiento análogo al descrito, se obtiene un factor de  $0.968 \frac{X}{VPD} \frac{4515}{4664}$  y el VPDA es de 6943 (promedio de 4 meses)

Pero como los datos de la caseta son únicamente de 4 meses, se deberá hacer la suposición de que el factor a emplear es el correspondiente al año anterior, que es de 0.85.

$$\text{Por consiguiente, el VPDA est. 943} = \frac{6721}{0.85} = 7907$$

$$\text{y el incremento de 1966 a 1967 es: } \frac{7907}{7613} = 1.0386 \text{ ó sea el } 3.86 \%$$

Para proyectar el volumen probable determinado, utilizaremos la tasa calculada para los años de 1964 a 1966, correspondiente a la Est. 134 (por ser la más cercana a Texcoco) y que es de 30.41% para los dos años y la correspondiente a la Est. 943 para 1966 a 1967 por no existir datos de la Estación anterior. Esta tasa es de 3.86%.

## RESUMIENDO:

AÑO	A	B	C	T	Incremento
1964	2883	356	854	4093	
					30.41 %
1966	3760	464	1114	5338	
1967	3905	482	1157	5544	
					3.86 %
Compo- sición	70.4 %	8.7 %	20.9 %	100 %	

Es conveniente reducir este volumen para tomar en cuenta los vehículos que tengan un punto obligado de la carretera actual México - Texcoco; para este caso se consideró un 15%.

Por lo tanto:

$$A = 0.85 \times 3905 = 3319$$

$$B = 0.85 \times 482 = 410$$

$$C = 0.85 \times 1157 = 983$$

$$T = 4712$$

Ejemplo.

DETERMINACION DEL PROMEDIO DIARIO DE TRANSITO ANUAL DE LA ESTACION DE AFORO No. 722, CULIACAN - ENTRONQUE A BADIRAGUATO.

Correlación con la Estación Maestra 16 DGPP Jiménez - Chihuahua.

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] [n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Los datos de la estación de aforo estarán sobre el eje Y'Y y los de la estación maestra sobre el eje X'X.

AÑO	MES	DIA	X	Y	$\bar{X}-X$	$\bar{Y}-Y$	$(\bar{X}-X)(\bar{Y}-Y)^2$	$(\bar{Y}-Y)^2$	$(\bar{X}-X)^2$
1968	Nov	10	1 340	1 569	-143	-156	+22308	24336	20449
1968	Nov	11	1440	1779	- 43	+ 54	- 2322	2916	1849
1968	Nov	12	1500	1720	+ 17	- 5	- 85	25	289
1968	Nov	13	1430	1619	- 53	-106	+5618	11236	2809
1968	Nov	14	1390	1717	- 93	- 8	+ 744	64	8649
1968	Nov	15	1540	1770	+ 57	+ 45	+2565	2025	3249
1968	Nov	16	1740	1899	+257	+ 174	+44718	30276	66049
SUMA			10380		0	0	73546	70870	103343

$$r = \frac{73546}{(103343)(70870)} = 0.8594$$

$$m = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Y'

$$b = \bar{y} - m\bar{x}$$

2000

El VPDA de la Estación Maestra  
en 1543 Veh.

1900

$$y = 0.7117X + 670$$

1800

1768

1400    1500    1600    1700    1800    1900

$$m = \frac{73546}{103343} = 0.7117 \quad b = 1725 - 0.7117 \times 1483 = 670$$

$$Y = mx+b = 0.7117 (1543) + 670 = 1768$$

$$V.P.D.A. = \underline{\underline{1768}}$$

$$\text{NOTA:} \quad \frac{VPDA_{E.M.}}{VPDS_{E.M.}} \quad \frac{VPDA_{E.A.}}{VPDS_{E.A.}}$$

Ejemplo.- Los aforos en esta intersección se llevaron a cabo los días 14, 15, 16, 17 y 18 de marzo de 1969, con duración de 15 h. diarias, a partir de las 7.00 h.

Se tomaron en cuenta los distintos movimientos direccionales de los vehículos que entran a la intersección registrándose éstos en las hojas de campo. De ellos se obtiene el promedio para los cinco días, y a éste se le designa como volumen de "tránsito diurno" (ver págs. de la 94 a la 98.

Para estimar el volumen de "tránsito nocturno" se localizó la estación de aforo más cercana a la intersección, siendo para nuestro caso la No. 59 de la D.G.P.P., ubicada en el Km 166+600 de la carretera México-Tehuacán (ver pág. 99. Se obtuvo de esta dependencia una hoja de variación horaria semanal, con la que se calcula qué porcentaje representa el volumen de "tránsito nocturno" con respecto al volumen de "tránsito diurno", en promedio durante toda la semana.

El promedio de los volúmenes de tránsito, obtenidos en el aforo de 15 horas diarias durante cinco días consecutivos, para cada movimiento, se aumentan en lo que resulte para "tránsito nocturno", obteniendo así el volumen promedio de tránsito diario.

Para nuestro estudio se usó la hoja de variación horaria semanal del mes de febrero de 1967, (ver pág.100 ), de la que obtuvimos

el porcentaje de "tránsito nocturno" de la siguiente forma:

En la hoja de variación horaria (ver pág. 100), la suma de los volúmenes horarios de las 7.00 a las 22.00 horas del día y de toda la semana, es 13,411 vehículos y la suma de los volúmenes horarios de las 22.00 a 24.00 horas y de 1.00 a 7.00 horas de todos los días de la semana es igual a 2,710 vehículos. Por lo tanto el porcentaje de "tránsito nocturno" con respecto al "tránsito diurno" es:

$$\frac{2,710 \times 100}{13,411} = 20\%$$

Con este porcentaje incrementamos el tránsito diurno, aforado, para obtener el volumen de tránsito diario mensual.

Dado que nuestro aforo fue realizado en el mes de marzo y puesto que existe una variación mensual, recurrimos a la estación maestra No. 32 de la D.G.P.P., localizada en el Km 233+900 del tramo Tepeaca-Tehuacán, que es la más cercana y representativa de la variación, (ver pág. 100). Observamos que al mes de marzo corresponde el 86% de la variación, por lo que afectaremos los volúmenes de tránsito diario, determinados anteriormente por el coeficiente ----

$$\frac{1}{0.86} = 1.16\%, \text{ y obtendremos el volumen promedio diario anual.}$$

En la hoja 62 se muestra el resultado.

Cálculo del volumen horario de proyecto (VHP)

Fórmula empleada:

$$\text{VHP} = (K) (f_i) (D) (\text{VPDA}) \text{ actual}$$

VHP - volumen horario de proyecto, en un sentido.

K - factor de conversión de volumen promedio diario anual a volumen horario de proyecto. Entonces  $K = \frac{\text{VHM}}{\text{VPDA}}$

$f_i$  - factor de incremento del tránsito. Cociente de dividir el tránsito futuro entre el tránsito actual. Puede calcularse con la fórmula siguiente:

$$f_i = (1 + i)^n$$

$i$  - incremento anual o tasa de crecimiento. Este factor se obtiene del tránsito actual y de años anteriores, calculando el incremento por cada año, tomándose el promedio como valor aproximado de  $i$ .

$n$  - número de años del período de previsión.

D - factor direccional de distribución del tránsito para cada sentido.

El factor D se puede obtener de los datos de aforos de tránsito direccional y clasificado, en la hora de máxima demanda. Este factor varía de 0.50, 0.67 y 0.80. (2)

VPDA - volumen promedio diario anual, actual, en dos sentidos.

Determinar el valor de la tasa de crecimiento  $\underline{r}$ , no es problema fácil de resolver, ya que de hecho no existe una metodología definida para calcularla. Para el efecto, hay necesidad de contar con datos suficientes de volúmenes de tránsito que se registraron en años anteriores, así como de planes de desarrollo futuro en la zona; aquí resulta obvia la aplicación de esta clase de información.

Existen otras clases de información que pueden servir como indicadores del crecimiento de una región, y que a su vez pueden ser de utilidad para definir el valor de  $\underline{r}$ . Entre estas pueden mencionarse, el crecimiento anual del número de habitantes, el crecimiento anual del número de vehículos registrados y el crecimiento anual del consumo de combustible para vehículos automotores, todos ellos de las poblaciones cercanas al sitio que se desee estudiar. En algunos casos, podrá contarse con otro tipo de información estadística adicional a la ya mencionada, la que permitirá contar con un mayor número de elementos de juicio para estimar el valor correspondiente a  $\underline{r}$ .

Es conveniente conservar en mente, la necesidad de incluir en la proyección del tránsito el efecto de cambios radicales en la economía y uso de la tierra en una región, puesto que estos pueden mo-

dificar considerablemente los volúmenes de tránsito ya conocidos. Esto se traduce en el empleo de una tasa de crecimiento no constante a lo largo del período elegido.

Para el diseño de una intersección, no bastará con conocer el volumen promedio diario anual correspondiente al año de proyecto. Los elementos que la constituyen deberán ser diseñados para alojar un volumen de demanda, el cual generalmente es expresado en vehículos por hora.

¿Qué volumen horario debe elegirse? Se tendría un diseño anti-económico si se consideran las horas con los más altos volúmenes de tránsito registrados durante el año, en las estaciones de conteo permanente, puesto que estos ocurrirían en unas cuantas horas únicamente.

El criterio de selección obedece a un sencillo análisis de la curva; volúmenes horarios como un porciento del promedio diario anual. En ella se observa que, para el caso de los Estados Unidos, la 30<sup>a</sup> ó la 50<sup>a</sup> hora indican un valor deseable para diseño, puesto que ofrecen un valor tal, para volumen horario de proyecto, que la relación entre el servicio que ofrecerá la obra y su costo es considerada como óptima. Para nuestro caso, existen curvas similares, en las cuales

se observa que el valor deseable para la relación entre el volumen horario de proyecto y el volumen promedio diario anual, en el año de - proyecto, queda comprendido entre el 10 y el 15%, es decir, equivale aproximadamente al correspondiente a la 50a hora.

Prosiguiendo con el problema planteado, se determinará la tasa probable en que crecerá el tránsito, y se estimó que para esa zona, una tasa media de 6.6%, garantizará el buen funcionamiento de las obras que se proyectan durante el período de previsión correspondiente. Para este caso se fijó 7% como tasa de crecimiento y 15 años como período de previsión.

Posteriormente, se calcula el volumen horario de proyecto para un plazo de previsión a 15 años, (ver pág. 102) y en la pág. 103 se observa el volumen horario de proyecto clasificado según el tipo de vehículos.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS EN COOPERACION  
 MUESTREO DE TRANSITO

CARRETERA México-Tehuacán

TRAMO Amozac-Tehuacan

Km 166 + 739

JUNTA LOCAL DE CAMINOS DE Puebla

NOMBRE DE ENTRONQUE Libramiento Tehuacan

AÑO 69 MES 03 DIA 14 DIA SEMANA 5

HOV.	de Tehuacan a Puebla			de Tehuacan a Libramiento			de		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
7-8	14	10	12	1	0	1			
8-9	17	17	15	2	0	0			
9-10	19	22	16	0	0	0			
10-11	13	20	19	3	0	0			
11-12	29	15	17	2	0	1			
12-13	32	13	19	0	0	1			
13-14	16	18	19	0	1	0			
14-15	32	29	15	2	0	1			
15-16	48	22	21	1	1	2			
16-17	33	18	10	0	0	1			
17-18	45	19	10	0	0	0			
18-19	42	17	18	2	0	1			
19-20	19	10	19	1	0	1			
20-21	22	8	12	2	0	0			
21-22	19	6	25	2	0	0			
	445	249	245	18	2	9			

DATOS TOMADOS POR: Roberto Flores Peña

REVISADOS POR: Ing. Armando Ceja Villaseñor.

C.B. F. V. D. C. C.: Carretera 9.70m, Carretera 7.00 m, Acotamiento 2.70 m.

DIRECCION GENERAL DE CAMIONES EN COOPERACION  
MUESTREO DE TRANSITO

CARRERA 17 Mérida-Tehuacan

TRAMO

Ampoc-Tepaca

Km

165 + 739

JUNTA LOCAL DE CAMIONES DE

Puebla

NOMBRE DE ENTRONQUE

Libramiento Tepaca

AÑO 69

MES 03

DIA 14

DIA SEMANA 5

NOV.	de Libramiento R Puebla			de Libramiento R Tepaca			de R		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
7 - 8	12	1	18	0	0	0			
8 - 9	9	2	20	0	0	0			
9 - 10	15	0	19	0	0	0			
10 - 11	24	3	19	0	0	0			
11 - 12	19	1	15	0	0	2			
12 - 13	20	1	16	1	0	0			
13 - 14	25	4	22	0	0	0			
14 - 15	20	1	17	0	0	0			
15 - 16	24	1	25	0	0	0			
16 - 17	35	1	17	0	0	0			
17 - 18	30	0	19	1	0	0			
18 - 19	35	0	10	0	0	0			
19 - 20	30	1	6	2	0	0			
20 - 21	14	1	5	1	0	0			
21 - 27	3	0	1	0	0	0			

315

17

227

5

0

2

DATOS TOMADOS POR: Raúl Alarcón Torres

REVISADOS POR: Ing. Angel Aragón P.

OBSERVACIONES: Camion 9,20 m, Camion 1,00 m, Acotamiento- 2,20 m.

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS EN COOPERACIÓN  
MUESTREO DE TRAFICO

CARRETERA: México-Tehuacan

TRAYO

Azon-Tepaca

Km. 166 ± 739

JUNTA LOCAL DE CAMINOS DE: P. No. 1 NOMBRE DE LA ZONQUE: Libramiento Tepaca

AÑO [63] MES [01] DIA [ ] DIA SEMANA [ ]

MOV.	de Puesto a Tepaca				de Tepaca a Puesto				de		
	HORA	AUTOMOVIL	MUNDO	2 <sup>a</sup> CLASE	AUTOMOVIL	ARTICULADO	TRICICLO	OTRO	AUTOCARRIL	AUTOCARRIL	CAMION
7-8	25	11	19	13	1	21					
8-9	29	15	21	27	5	14					
9-10	23	15	19	30	3	10					
10-11	44	14	9	24	5	22					
11-12	35	13	11	29	10	13					
12-13	32	13	15	24	7	19					
13-14	40	20	22	22	7	10					
14-15	35	13	26	26	9	18					
15-16	31	16	30	26	5	23					
16-17	30	14	22	13	5	11					
17-18	17	9	14	14	4	17					
18-19	18	17	22	12	1	15					
19-20	22	11	21	11	0	8					
20-21	26	12	23	3	0	5					
21-22	25	8	24	8	0	9					
	432	203	307	277	69	216					
			325			362					

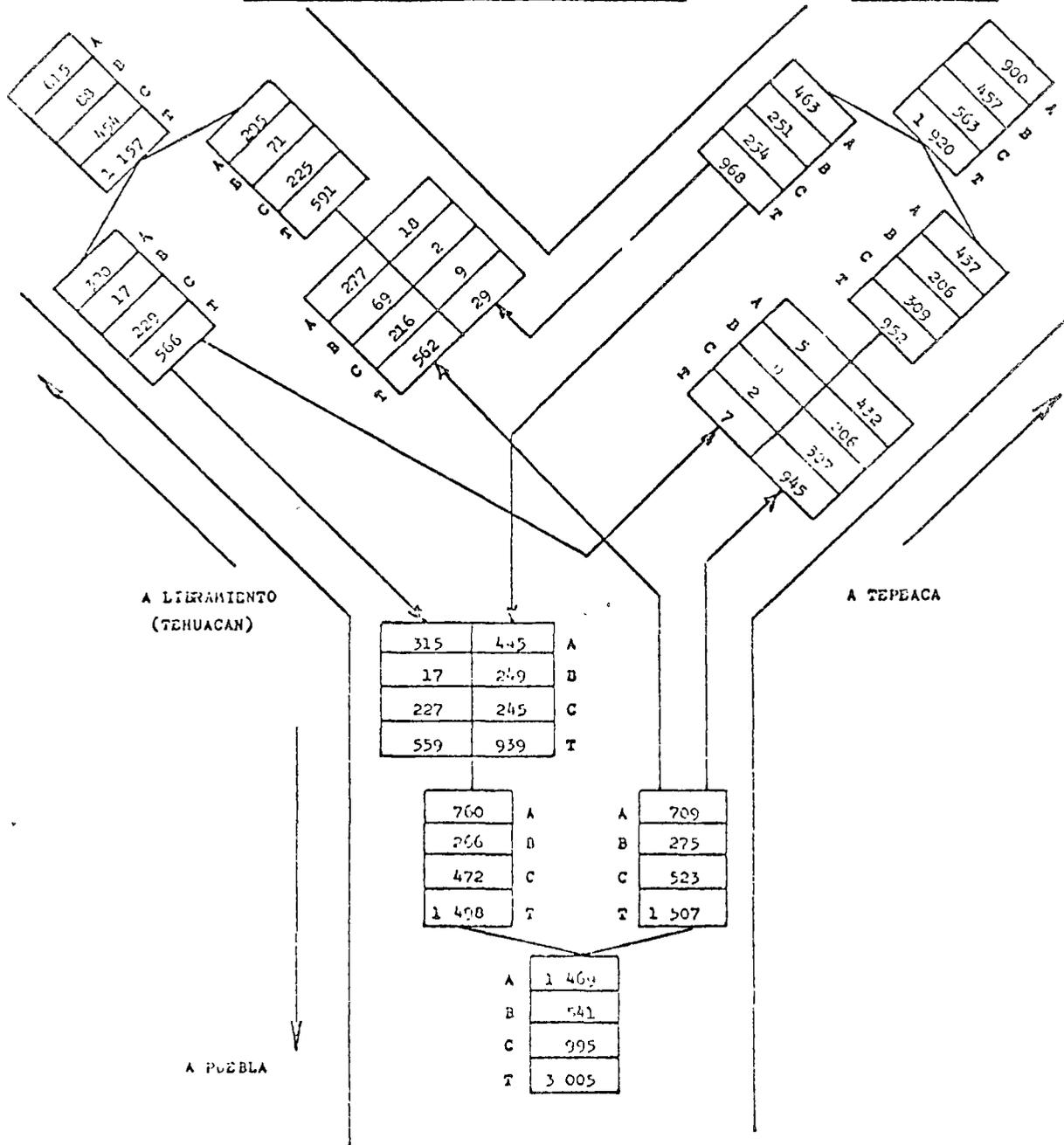
DATOS TOTALES POR: Jorge Castro Nova

REVISADOS POR: Ins. Armando Cordero Y.

OBSERVACIONES: Corona 9.20 m, Carpatas 7.00 m, A. col. 2.20 m.

AFORO DE VEHICULOS  
HOJA DE RESUMEN GRAFICO  
VOLUMEN DIURNO DEL DIA 14 DE MARZO DE 1969

RUTA DE TEHUACAN-TEPEACA EN EL Km 166 + 730  
 EN EL KM 0 + 000  
 HORA 24.00 h DE LAS 7.00 h A LAS 22.00 h FECHA 14-11-69  
 CONDICIONES ATMOSFERICAS DESPEJADO Y DE PAVIMENTO GRUPO

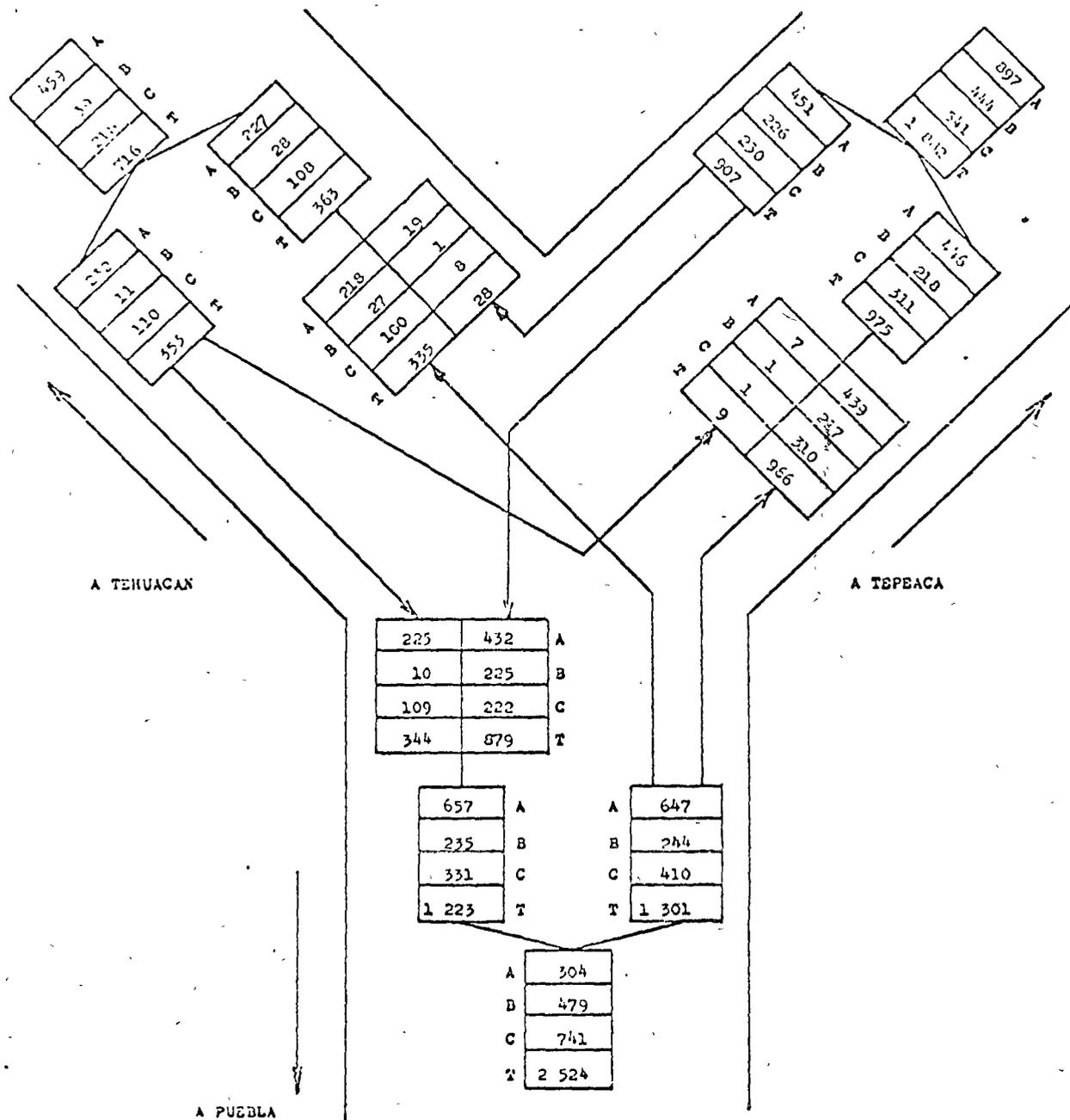


SERVACIONES COYONA = 9.20 m, CARRETA = 7.00 m, ACOTAMIENTO = 2.20 m.

México, D.F., a 15 de marzo de 1969.

AFORO DE VEHICULOS  
HOJA DE RESUMEN GRAFICO  
VOLUMEN PROMEDIO DIURNO  
(PARA CINCO DIAS)

CRUCE DE CARRETERA MEXICO-TEHUACAN EN EL Km 166 + 739  
CON LICENCIATURA DE TEPACA EN EL Km 166 + 739



OBSERVACIONES COCHERA = 9.20 m, CARPETA = 7.00 m, ACOTAMIENTO = 2.20 m

México, D.F., a 20 de marzo de 1969.



CARRETERA MEXICO-CORDOBA-VERACRUZ

TRAMO AMOZOC-TEPEAC

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
<b>MAR 7</b>										
A	0	5	5	0	4	4	12	26	31	69
B	4	4	3	3	3	7	25	19	32	34
C	21	31	24	21	19	26	45	49	48	49
T	25	40	32	24	26	37	82	94	111	152
<b>MIER 8</b>										
A	8	5	4	3	4	10	11	22	48	53
B	6	4	5	3	5	9	13	26	30	31
C	30	19	22	10	25	29	32	52	47	39
T	44	28	31	16	34	48	56	100	175	173
<b>JUE 9</b>										
A	5	5	3	8	7	8	7	21	36	35
B	7	4	3	5	5	10	15	25	26	35
C	38	41	18	16	27	31	23	50	54	38
T	50	50	24	29	39	49	45	96	116	165
<b>VIE 10</b>										
A	5	4	1	3	0	4	7	30	45	65
B	7	7	2	4	2	6	16	19	32	38
C	42	33	25	24	19	21	27	46	53	70
T	55	44	28	31	21	31	50	95	131	172
<b>SAB 11</b>										
A	7	8	8	0	7	14	13	19	39	53
B	7	6	5	4	5	8	16	22	27	32
C	25	33	21	18	30	46	35	32	53	43
T	39	47	34	22	42	63	64	73	119	128
<b>DOM 12</b>										
A	7	9	8	4	15	11	10	30	27	45
B	5	4	6	2	6	9	15	24	22	27
C	22	18	11	12	10	11	15	14	24	23
T	34	31	25	18	32	31	40	68	73	95
<b>LUN 13</b>										
A	16	8	5	2	4	5	15	33	80	69
B	7	7	3	4	2	7	23	25	55	37
C	14	13	11	7	12	18	24	26	47	46
T	37	28	19	13	18	30	64	84	182	143

PROM. DIARIO

A 922  
B 173  
C 886  
T 2301

MAXIMO HORARIO 202



OPRAS PUBLICAS  
DE PLANEACION Y PROGRAMA  
TACION 59

FEB 1967

KM 166,6

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	TOT.
76	45	74	48	57	47	58	62	58	43	39	40	19	18	845
29	51	36	22	30	28	35	27	23	18	26	16	6	7	488
55	50	44	52	58	63	53	68	52	52	40	39	22	28	1359
160	146	154	122	145	138	146	157	133	113	105	95	47	53	2337
67	68	50	50	58	68	49	23	27	49	40	34	22	28	795
24	32	27	21	32	28	32	9	13	28	21	19	14	9	411
45	46	49	49	51	55	53	29	28	54	41	38	35	36	917
131	146	126	120	141	151	134	61	69	131	102	91	71	74	2152
71	69	64	50	59	41	73	74	58	57	44	38	35	13	861
70	33	20	21	30	25	38	20	27	30	16	12	12	5	421
46	44	44	46	47	57	51	61	66	53	48	40	45	19	1013
147	140	128	117	136	173	162	155	151	140	108	90	92	37	2538
32	91	50	66	97	89	70	83	91	70	40	31	21	27	1010
53	45	42	34	49	51	41	36	41	24	24	17	13	7	618
65	44	65	53	44	62	45	52	63	60	41	25	26	28	1056
201	184	169	153	185	202	156	171	195	154	105	73	62	62	2720
64	73	52	53	69	69	76	63	70	57	50	37	19	25	908
65	29	33	27	26	35	25	28	30	31	23	12	20	7	521
32	37	47	63	50	49	46	45	52	49	34	22	16	28	908
162	138	132	143	144	153	147	136	152	137	116	71	55	60	2563
65	102	72	88	52	60	66	69	80	66	52	34	41	22	1038
29	35	23	28	21	14	25	27	28	23	21	20	13	10	457
13	17	20	9	16	21	34	29	36	30	25	23	23	33	500
107	154	115	125	89	95	125	120	144	125	98	77	87	65	1972
61	57	56	37	67	58	56	43	56	48	31	31	26	21	871
29	29	23	26	26	34	27	31	27	20	14	15	12	9	484
41	39	50	61	57	53	44	64	42	33	50	19	30	32	933
131	125	129	174	145	145	127	138	125	101	95	65	68	62	2194

VEHICULOS A LAS 15 Hrs. DEL DIA 10

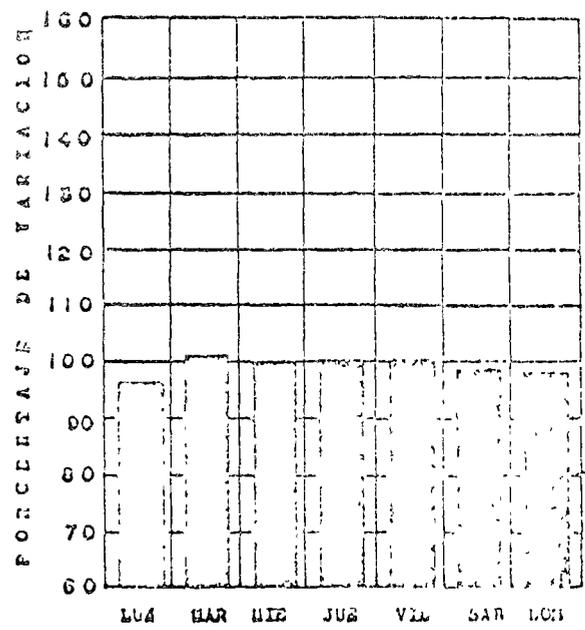


SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS EN COOPERACION

VOLUMEN PROMEDIO DIARIO

PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1966	1257	1200	1272	1224	1510	1517	1557	1504	1616	1723	1674	1627
1967	1557	1500	1572	1524	1810	1817	1857	1804	1916	2023	1974	1927

VOLUMEN PROMEDIO DIARIO

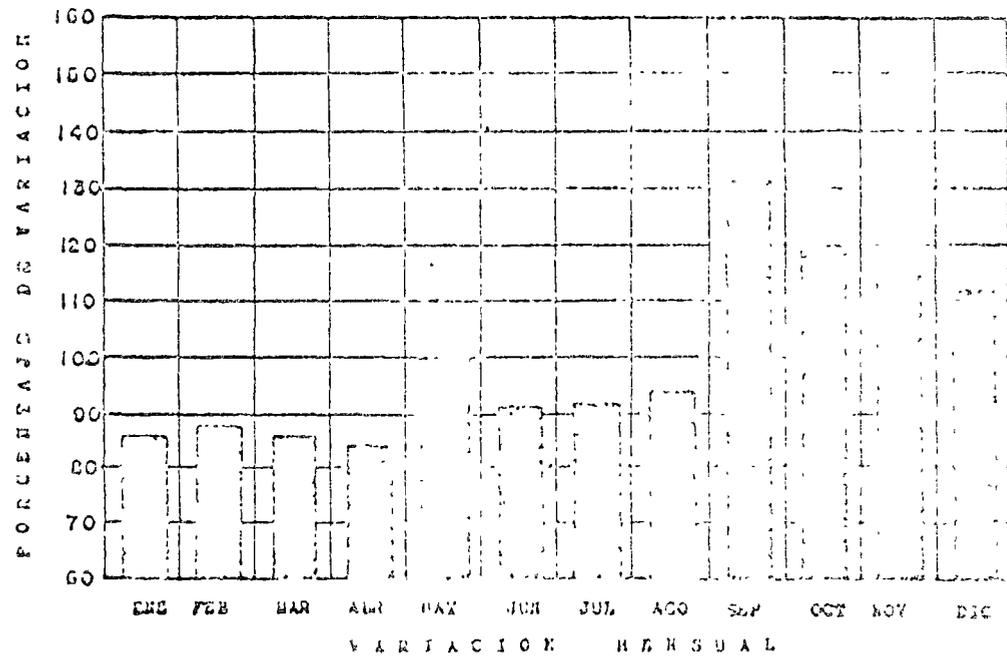


VARIACIONES DE  
 LOS  
 VOLUMENES DE  
 TRANSITO

ESTACION MAESTRA NO. 32  
 D. G. P. P.

CARRETERA SANTA MARTA-TEHUACAN  
 KM 233.9  
 PERIODO DE OPERACION  
 AÑO DE 1966

VOLUMEN PROMEDIO DIARIO  
 ANUAL 1450 VEH.



MAXIMOS HORARIOS EN CADA DIRECCION DURANTE EL DIA

TRANSITO		VOLUMEN MAXIMO HORARIO				TOTAL DE VEHICULOS EN EL DIA *	MAXIMO HORARIO COMO % DEL TOTAL DURANTE EL DIA	HORA DIA Y FECHA EN QUE SE PRESENTO EL MAXIMO		
DE	A	A	B	C	T		%	h	Día	Fecha
LIBRAM. PUEBLA	LIBRAMIENTO	25	5	23	54	469	11.5	15	VIERNES	14-III-69
	TEPEACA	44	20	33	97	1350	7.2	17	SABADO	15-III-69
TEPEACA PUEBLA	PUEBLA	78	12	12	102	1225	8.3	18	DOMINGO	16-III-69
	LIBRAMIENTO	6	0	1	7	39	18.0	18	DOMINGO	16-III-69
LIBRAM. TEPEACA	TEPEACA	3	0	0	3	13	23.1	18	DOMINGO	16-III-69
	PUEBLA	35	1	17	53	482	11.0	16	VIERNES	14-III-69

\* El promedio del total de vehículos durante las 15 horas diarias de aforo, se incrementó en un 20 % que corresponde al "tránsito nocturno" y en un 16 % más por variación mensual, resultando afectado de un coeficiente de 1.4

$$VPD = (\% \text{ v.h.}) (f_i) (VPD)$$

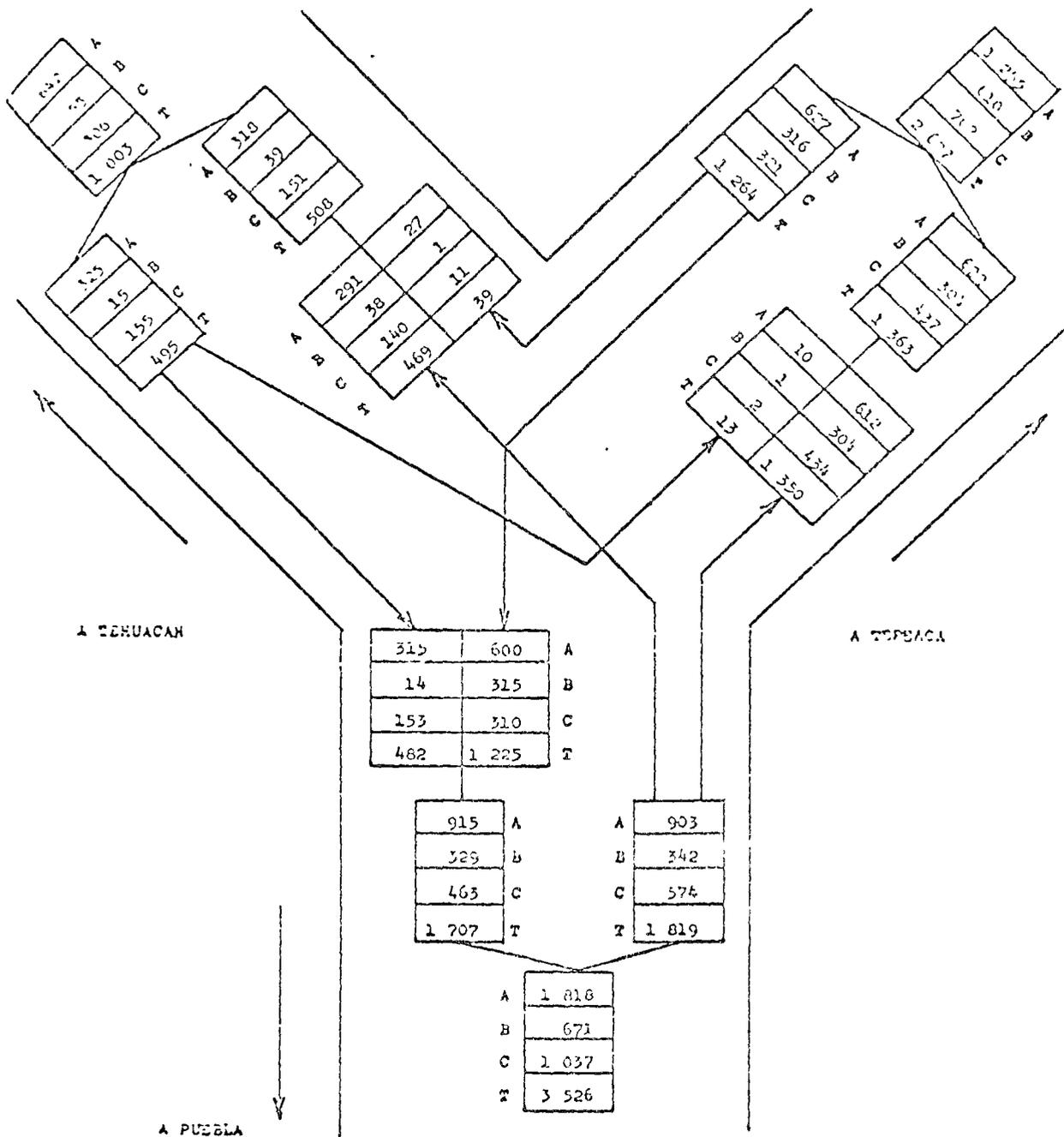
MOVIMIENTO		i	1+i	lg(1+i)	n	nlg(1+i)	f <sub>i</sub>	% v.h.	VEH
DE	A								
PUEBLA	LIBRAM.	7%	1.07	0.02938	15	0.4407	2.76	11.5	0.32 VPD
	TEPEACA	"	"	"	"	"	"	7.2	0.20 VPD
TEPEACA	PUEBLA	"	"	"	"	"	"	8.3	0.23 VPD
	LIBRAM.	"	"	"	"	"	"	18.0	0.50 VPD
LIBRAM.	TEPEACA	"	"	"	"	"	"	23.1	0.64 VPD
	PUEBLA	"	"	"	"	"	"	11.0	0.30 VPD

VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO  
PREVISION 15 AÑOS

MOVIMIENTO		TOTAL DE VEH. EN EL DIA (VPD)	V H P	V H P (resultado)
DE	A			
PUEBLA	LIBRAM.	469	0.32 VPD	150
	TEPEACA	1 350	0.20 VPD	270
TEPEACA	PUEBLA	1 225	0.23 VPD	282
	LIBRAM.	39	0.50 VPD	19
LIBRAM.	TEPEACA	13	0.64 VPD	8
	PUEBLA	482	0.30 VPD	144

APORO DE VEHICULOS  
HOJA DE RESUMEN GRAFICO  
VOLUMEN PROMEDIO DIARIO

1. CARRETERA MEXICO-THUACAN EN EL Km 166 + 759  
2. LIBRAMIENTO DE TEPACA EN EL Km 166 + 759



RELACIONES COPCHA = 0.20 H, CARPETA = 7.00 H, ACOTAMIENTO = 2.20 H.

México, D.F., a 24 de marzo de 1969.

ACCIDENTES DE TRANSITO

ING. HECTOR GUERRA SOLALINDE  
DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA  
DE TRANSITO Y TRANSPORTES DEL -  
DEPARTAMENTO DEL D.F.

## INTRODUCCION

### 1.- MAGNITUD DEL PROBLEMA

- 1.1. Panorama Internacional
- 1.2. Panorama Nacional
- 1.3. Panorama de la Ciudad
- 1.4. Perdidas Economicas por Accidentes

### 2.- METODOLOGIA ESTADISTICA

- 2.1. Reporte del Accidente
- 2.2. Concentracion y Procesamiento
- 2.3. Indicadores Estadisticos
- 2.4. Indices de Accidentes de Transito

### 3.- DETERMINACION Y ESTUDIO DE LOS LUGARES DE MAYOR INCIDENCIA DE ACCIDENTES.

- 3.1. Mapa de Frecuencia de Accidentes
- 3.2. Diagrama de Colisiones
- 3.3. Diagrama de condiciones y Datos Complementarios

### 4.- MEDIDAS PARA EVITAR ACCIDENTES

- 4.1. Mejoras a las Condiciones de Seguridad de las intersecciones conflictivas.
- 4.2. Calles de un sentido de circulación
- 4.3. Protección a zonas escolares
- 4.4. Instalacion de Semaforos.
- 4.5. Marcas de Pavimento para mejorar las Condiciones de seguridad de la Circulación
- 4.6. Establecimiento de derecho de paso en las Intersecciones sin Semaforo.
- 4.7. Otros dispositivos que incrementan la Seguridad.
- 4.8. Modificaciones físicas

### 5.- OTRAS IMPORTANTES MEDIDAS

- 5.1. Vigilancia Policiaca
- 5.2. Control ~~de Conductores~~ de Conductores PROBLEMA
- 5.3. Exámenes medicos minuciosos
- 5.4. Revision Mecanica Periodica
- 5.5. Educación Vial

## COROLARIO

En la República Mexicana durante 1972 se registraron - - - 102,270 accidentes con un saldo de 74,147 heridos, 6,696 muertos y pérdidas materiales directas por 426 millones de pesos.

De seguir ésta tendencia en el país, durante los últimos 30 años de este siglo fallecerán 350,000 mexicanos, cifra equivalente a una población como la que tiene el Estado de Aguascalientes y -- resultarán lesionados 3,600 000 mexicanos, cifra igual al de la su ma de las poblaciones existentes en el último censo en los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Queretaro. \*

Para concluir con este marco de referencia de datos alar-- mantes, citemos los del Distrito Federal donde en 1972, 27 habi-- tantes resultaron lesionados por día, es decir uno cada 49 minutos y 7 fallecieron cada 38 horas, o sea murió un habitante del Distri-- to Federal cada 7 horas en promedio en percances de tránsito.

#### 1.1.- Pérdidas Económicas por accidentes.

Los accidentes como cualquier otro problema que se va a - afrontar requiere ser cuantificado económicamente a fin de esta-- blecer la magnitud del problema y la asignación de recursos que - van a destinarse para abatirlo.

Aunque sabemos que la vida humana tiene un valor inestimado

\* Manual de Educación Vial y Seguridad.  
Ing. Rafael Cal y Mayor, Editorial Diana 1973.

Entre los grandes problemas que padece la civilización actual, uno de los que destacan es sin duda, el accidente de tránsito.

En efecto, por paradójico que resulte la evolución de la ciencia y la tecnología se traduce en invenciones, que siendo sin duda útiles merced a su uso inadecuado, se han convertido en instrumentos para segar vidas, causar lesiones y destruir patrimonios.

Tal es el caso del vehículo automotor cuya utilización se ha incrementado en forma insospechada, irrumpiendo en un medio que no fué creado para él, y al cual ha tomado verdaderamente por sorpresa, revolucionando la vida del hombre, sobre todo en los medios urbanos.

#### 1. - MAGNITUD DEL PROBLEMA

En 1896 cuando se reportaron las dos primeras muertes por vehículos de motor en la Gran Bretaña y tres años más tarde otra en Estados Unidos, no se sospechaba ni remotamente que durante 1957 resultarían 100,000 muertos por accidente de tránsito en el mundo y que durante el último año, esta cifra rebasaría el cuarto de millón de fallecimientos a causa de tales percances.

El panorama es igualmente dramático a la escala que se analice:

ble es necesario asignarle un valor para la realización de estos - estudios. Este valor varía de acuerdo con el nivel de vida de cada país y es el resultado de un estudio económico.

Los valores promedio que actualmente son considerados en nuestro país son:

Muerto.....\$ 200,000.00  
Herido.....\$ 25,000.00  
Daño material.....\$ 4,000.00

Como puede apreciarse en el cuadro que va a continuación, las pérdidas que sufre la sociedad por estos lamentables sucesos son muy cuantiosas y los recursos humanos y económicos que destinen a su control deben ser cada vez mayores.

Pérdidas económicas por accidentes de tránsito en la República Mexicana durante 1972

Concepto	Número	Valor unitario estimado	Costo
Muertos	6,696	\$ 200,000.00	\$ 1,339,200,000.00
Lesionados	74,147	\$ 25,000.00	\$ 1,853,675,000.00
Daños materiales		(Directo)	\$ 426,000,000.00
S U M A:			\$ 3,618,875,000.00

## 2. - METODOLOGIA ESTADISTICA.

Una vez establecido el marco de referencia de la dinámica del accidente de tránsito a distintas escalas con las cifras mencionadas vamos a analizar mediante el flujograma (fig. 1) el camino que sigue la información desde el momento de acontecer el percance.

### 2.1. Reporte del Accidente.

La primera autoridad en llegar al lugar del accidente es el agente de tránsito, quien después de examinar el lugar donde aconteció, establecer las medidas de protección y solicitar la ayuda necesaria para los accidentados, debe rendir el informe oficial de los hechos, valiéndose para ello de una forma de reporte de accidentes, cuyas características deber ser: (fig. 2).

Claridad de lenguaje, de fácil llenado, que no contenga datos supérfluos ni le falten datos indispensables y de tamaño y forma manuales.

Los principales datos que debe contener son:

De tiempo: el año, mes fecha, día de la semana y hora del día.

De lugar: Dirección donde ocurrió, colonia, delegación o municipio, ciudad y estado.

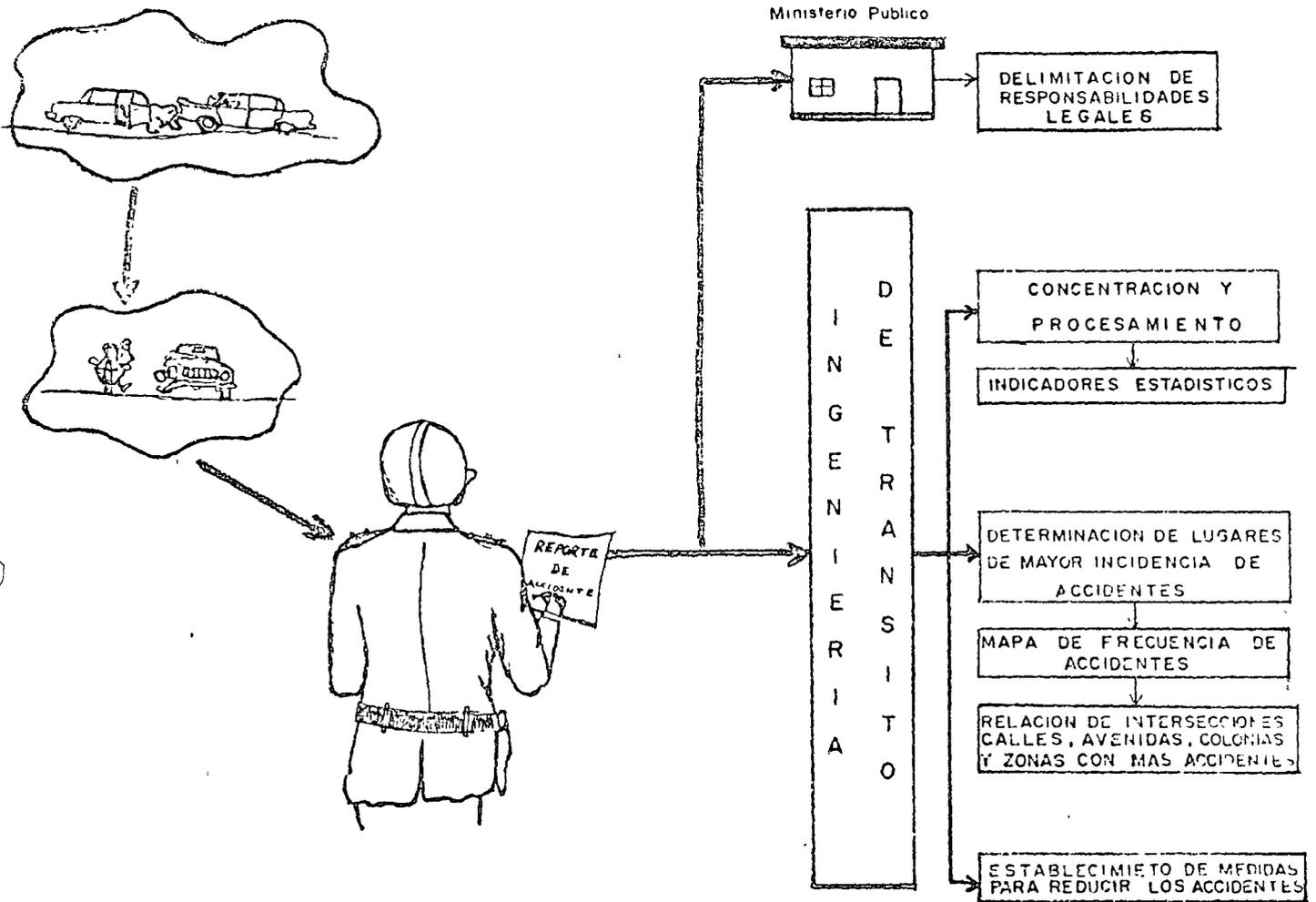


Fig. 1. - Flujograma de la información sobre accidentes de Tránsito.

LOGAR DEL ACCIDENTE \_\_\_\_\_

ENTRADA CALLES \_\_\_\_\_

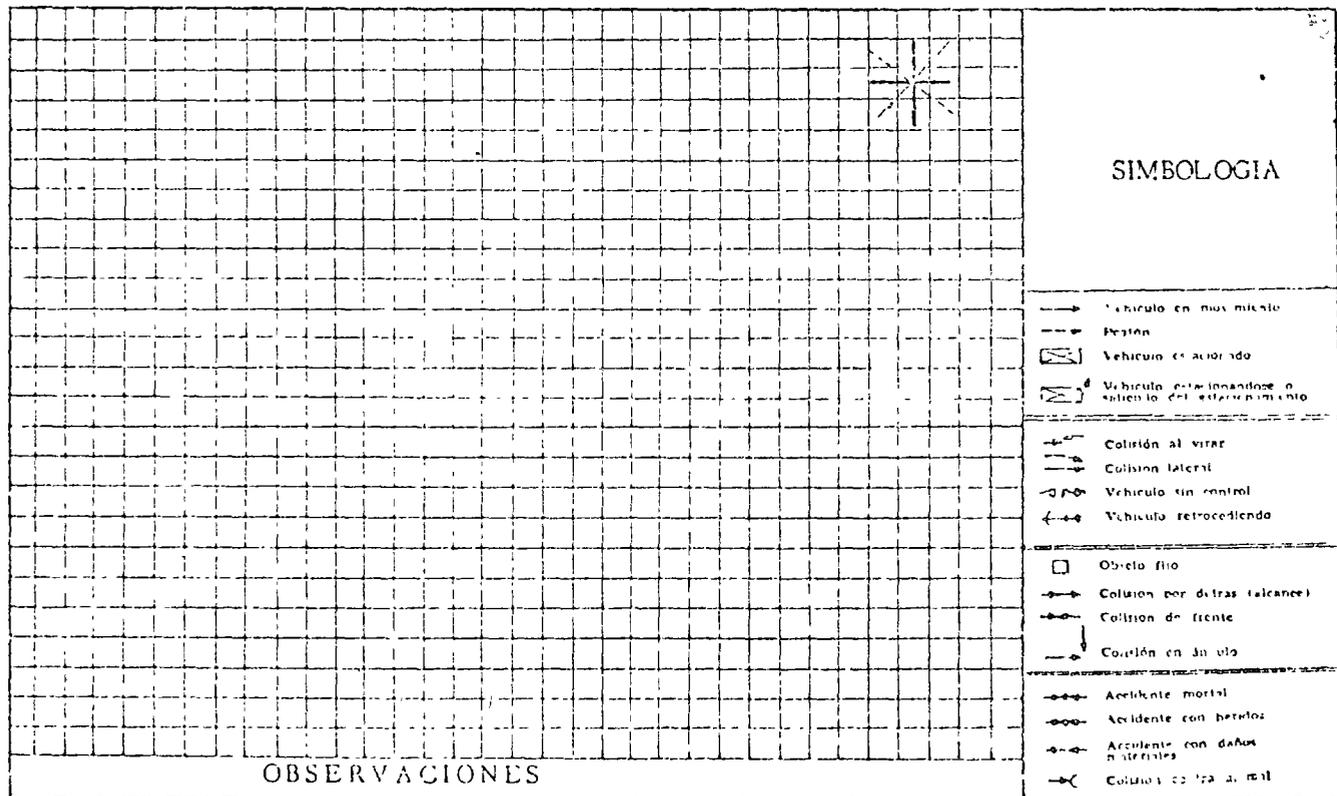
COLONIA \_\_\_\_\_

DELEGACION \_\_\_\_\_

DI A DE LA SEMANA  
 D  L  M  M  J  V  S  
 FECHA          
 HORA

<b>TIPO DE ACCIDENTE</b> <input type="checkbox"/> 1 Colisión en ángulo recto <input type="checkbox"/> 2 Colisión lateral <input type="checkbox"/> 3 Colisión de frente <input type="checkbox"/> 4 Colisión por alcance <input type="checkbox"/> 5 Atropellamiento <input type="checkbox"/> 6 Volcadura <input type="checkbox"/> 7 Caída de pasajero <input type="checkbox"/> 8 Otros	<b>CONDUCTORES</b> Edad Sexo Nac. Lic. 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>				<b>CAUSAS APARENTES</b> <b>CONDUCTOR</b> <input type="checkbox"/> 1 Exceso de velocidad <input type="checkbox"/> 2 Estado de ebriedad <input type="checkbox"/> 3 Bajo efecto de drogas <input type="checkbox"/> 4 No respetar señal "ALTO" <input type="checkbox"/> 5 No respetar señal "CEDA EL PASO" <input type="checkbox"/> 6 No guardar distancia <input type="checkbox"/> 7 Circular en sentido contrario <input type="checkbox"/> 8 Virar indebidamente <input type="checkbox"/> 9 Dormitar <input type="checkbox"/> 10 Rebasar indebidamente <input type="checkbox"/> 11 Falta de precaución <input type="checkbox"/> 12 Otras
	<b>VEHICULOS PARTICIPANTES</b> 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Auto particular <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Taxi <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pesero <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Autobús particular <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A. Pasajero ruta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Autobús foráneo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Camión de carga <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tranvía ruta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Trolebús ruta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Motocicleta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ferrocarril <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Metro ruta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Objeto fijo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Otros				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b> <input type="checkbox"/> 1 Normales <input type="checkbox"/> 2 Lluvia <input type="checkbox"/> 3 Neblina <input type="checkbox"/> 4 Tormenta		<b>DAÑOS MATERIALES</b> <input type="checkbox"/> 1 Llantas <input type="checkbox"/> 2 Frenos <input type="checkbox"/> 3 Dirección <input type="checkbox"/> 4 Suspensión <input type="checkbox"/> 5 Luces <input type="checkbox"/> 6 Ejes <input type="checkbox"/> 7 Motor <input type="checkbox"/> 8 Limpia parabrisas			
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b> <input type="checkbox"/> 1 Buena <input type="checkbox"/> 2 Deficiente		<b>CONTROL DE TRANSITO EXISTENTE</b> <input type="checkbox"/> 1 Semáforo funcionando <input type="checkbox"/> 2 Semáforo descompuesto <input type="checkbox"/> 3 Vigilante <input type="checkbox"/> 4 Señal de "ALTO" <input type="checkbox"/> 5 Señal de "CEDA EL PASO" <input type="checkbox"/> 6 Señal de "CRUCERO PELIGROSO" <input type="checkbox"/> 7 Marcas en el pavimento <input type="checkbox"/> 8 Otro control <input type="checkbox"/> 9 Sin control			
<b>VICTIMAS</b> <input type="checkbox"/> NÚM. de lesionados <input type="checkbox"/> NÚM. de muertos		<b>OTROS DEL VEHICULO</b> <input type="checkbox"/> 10 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 11 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 12 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 13 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 14 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 15 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 16 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 17 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 18 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 19 Limpia parabrisas <input type="checkbox"/> 20 Limpia parabrisas			

DIAGRAMA DEL ACCIDENTE



De clasificación: tipo de accidente y causa aparente del mismo.

De las víctimas: muertos, lesionados, edad, sexo, tipo de lesiones.

De los vehículos accidentados: marca, modelo, placas y tipo.

De los conductores responsables: nombre, edad, nacionalidad, oc  
pación, domicilio y número de licencia.

Finalmente datos sobre el monto de los daños a los vehículos y propiedades y otros como condiciones atmosféricas (lluvia, - neblina, tolvana, etc.) condiciones de visibilidad y datos físicos del camino como estado de la superficie de rodamiento, tipo de -- control existente, etc.

Este reporte debidamente ~~com~~plementado con un croquis del percance, debe hacerse por duplicado a efecto de que una copia se entregue al Ministerio Público para el deslinde de responsabilidades y acciones legales que procedan y otra se canalice a la Oficina de - Ingeniería de Tránsito correspondiente para su análisis estadístico.

## 2.2.- CONCENTRACION Y PROCESAMIENTO.

Una vez concentrado los reportes de los accidentes levantados en el lugar de los hechos, son revisados y completados, en el caso del Distrito Federal, en la Dirección General de Ingeniería de Tránsito y Transportes, donde se anotan en cada uno las claves de la intersección, colonia y delegación en que ocurrió a efecto de per-

forar la tarjeta correspondiente y correr el programa en la computadora.

Estas últimas operaciones son efectuadas en la Dirección General de Información y Análisis estadístico del propio Departamento, utilizando una computadora digital IBM 3.60-20 con la cual se pueden procesar los datos de 3000 accidentes en solo 10 minutos.

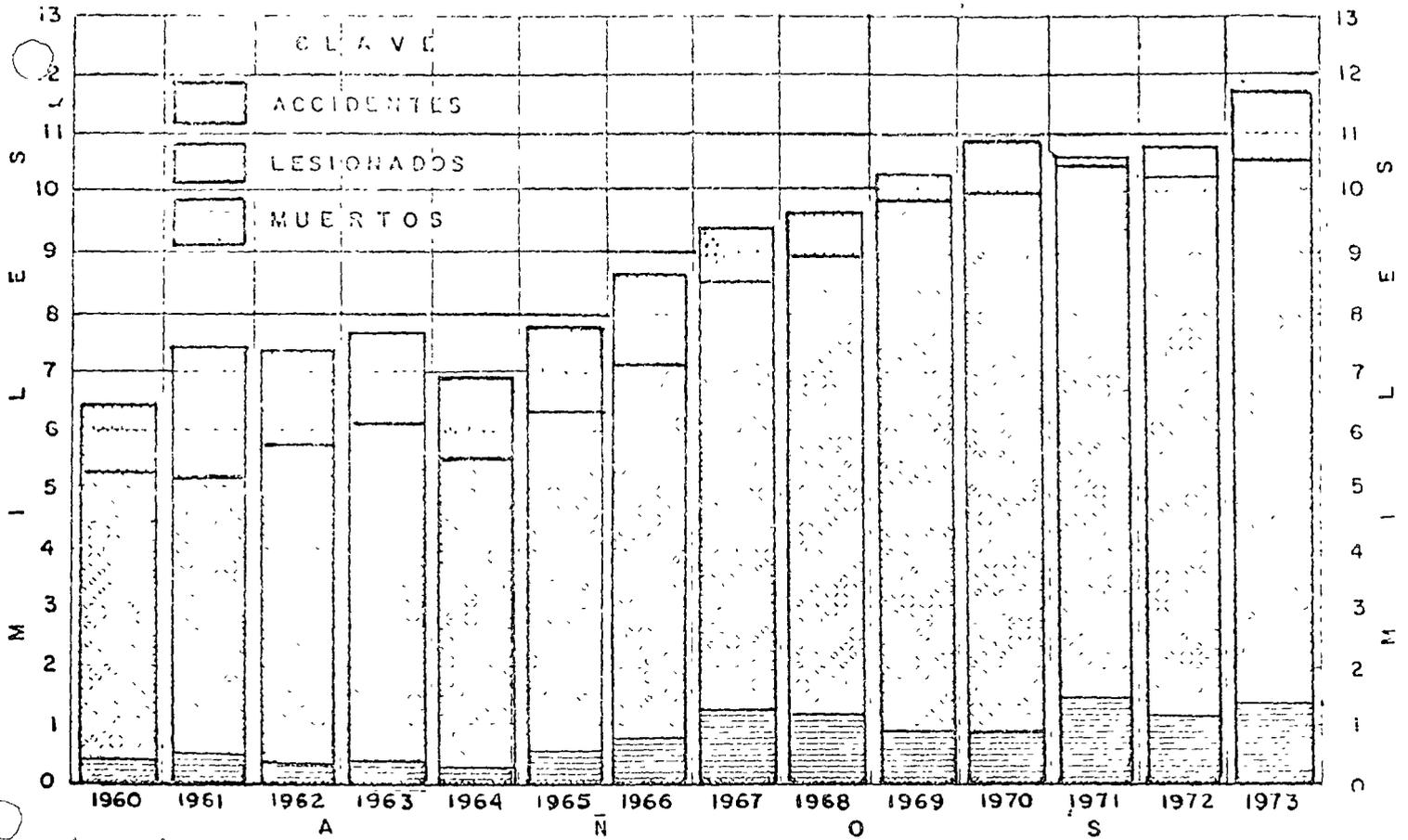
Cabe aclarar que el procesamiento electrónico se ha empezado a utilizar a partir del 2o. semestre de 1973, realizándolo en 1971 y 1972 en forma manual, siendo igualmente eficaz, pero con el consiguiente desperdicio de horas hombre, mismo que como es lógico no se justifica sino con un volumen reducido de datos.

### 2.3. - INDICADORES ESTADISTICOS.

Por ambos procedimientos electrónico o manual se llegan a establecer ciertas conclusiones o indicadores estadísticos de gran utilidad en la búsqueda de las soluciones. Entre la gran variedad de dichos indicadores estadísticos, podemos destacar los siguientes: (Fig. 3).

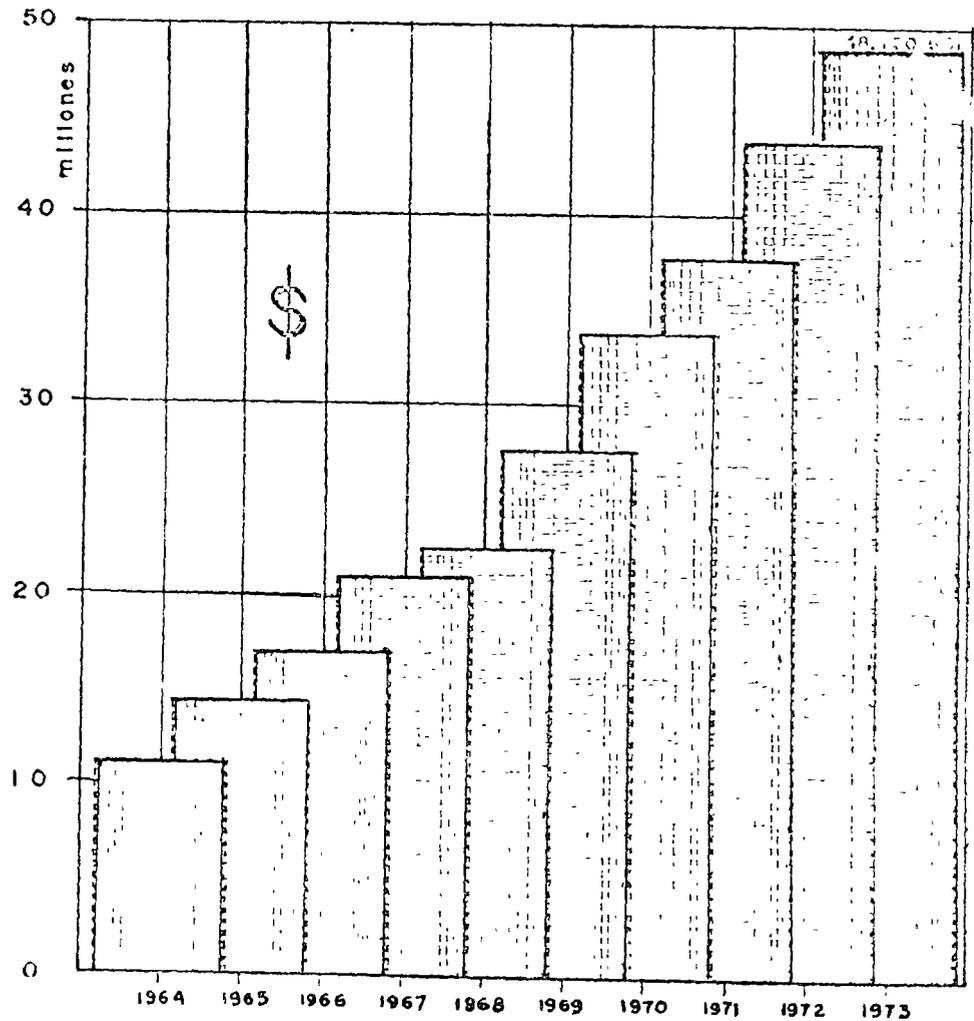
- 1.- Variación del número de accidentes, lesionados, muertos y daños materiales a través de los años, de los meses, de los días de la semana y de las horas del día.
- 2.- Tipos de accidentes predominantes

# ACCIDENTES DE TRANSITO EN EL D.F. 1960-1973



(Fig. 3)

## DAÑOS MATERIALES



- 3.- Causas aparentes de los mismos.
- 4.- Porcentaje en que participan los distintos tipos de vehículos.
- 5.- Control que existe en el punto de la vía donde ocurrió el - - accidente.
- 6.- Relación de los accidentes con las condiciones climatológicas como lluvia, neblina, tolvana, etc.
- 7.- Condiciones de visibilidad imperantes en los lugares de los - percances.
- 8.- Participación del elemento humano involucrado en los accidentes, por grupos de edad, como conductores responsables, le-sionados, fallecidos, atropellados y pasajeros (Figuras 4, 5 y 6).

#### 2.4. - INDICES DE ACCIDENTES DE TRANSITO.

Al manejar información sobre accidentes de tránsito, como al hacerlo con cualquier otro tipo de datos, con frecuencia no basan las cifras absolutas, haciendose necesario relacionarlas con cualquier otro aspecto correlativo con objeto de valorar adecuadamente el fenómeno.

Si al emitir la información, lo hiciéramos basados exclusivamente en números absolutos encontraríamos casi siempre números crecientes pero poco objetivos por carecer de planos de compa

ACCIDENTES DE TRANSITO, VICTIMAS Y DAÑOS  
MATERIALES EN EL DISTRITO FEDERAL.

AÑO	NUMERO DE ACCIDENTES	V I C T I M A S		IMPORTE DE LOS DAÑOS MATERIALES
		LESIONADOS	MUERTOS	
1960	6,469	5,258	447	No se registró este dato
1961	7,262	5,134	521	" " "
1962	7,176	5,720	433	" " "
1963	7,684	6,129	472	" " "
1964	6,939	5,567	469	\$ 11'179,489.00
1965	7,789	6,293	717	14'443,653.00
1966	8,733	7,166	897	17'095,941.00
1967	9,213	8,530	1,142	20'786,851.00
1968	9,546	8,907	1,138	22'549,451.00
1969	10,172	9,852	718	27'520,051.00
1970	10,822	9,872	689	33'823,392.00
1971	10,683	10,586	1,288	37'688,532.00
1972	10,752	10,227	1,218	44'080,957.00
1973	11,680	10,518	1,280	48'720,681.00

F.I.: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA S.I.C.

(Fig. 4)

TIPOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO EN EL DISTRITO FEDERAL  
DURANTE 1 9 7 3

Núm.	T I P O	Núm.	%
1.-	Colisión en ángulo recto	3738	32. %
2.-	Colisión por alcance	2686	23. %
3.-	Colisión de frente	1635	14 %
4.-	Atropellamiento	1635	14 %
5.-	Colisión lateral	1401	12%
6.-	pasajero	234	2%
7.-	Volcadura	117	1 %
8.-	Otros	234	2 %
	S U M A . -	11680	100 %

(Fig. 5)

CAUSAS APARENTES DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO OCURRIDOS  
EN EL DISTRITO FEDERAL DURANTE 1973.

Núm.	CAUSA	Num.	Por ciento
1.-	Exceso de velocidad	2569	22%
2.-	Conducir en estado de ebriedad	1869	16%
3.-	Falta de precaución para conducir	1869	16%
4.-	No guardar distancia	1168	10%
5.-	No respetar señales de tránsito	935	10%
6.-	Imprudencia del peaton	701	6%
7.-	Virar indebidamente	584	5%
8.-	Relasar indebidamente	234	2%
9.-	Fallas mecánicas	233	2%
10.-	Otras	1518	11%
	S U M A ' -	11680	100%

(Fig. 6)

... cambio si los relacionamos con otros, como población, -  
numero de vehículos en circulación, longitud de caminos, etc., ob-  
tendremos una información más precisa y útil.

Con tal fin son utilizados los llamados índices de accidentes  
e índices de mortalidad que se describen a continuación:(fig.7 y 8).

1. - Índice de accidentes con base en la población:

$$I_p^a = \frac{\text{No. de accidentes en el año X } 100\ 000}{\text{No. de habitantes}} = (\text{accid. X c}/100000 \text{ hab.})$$

Util para comparar, ciudades, entidades políticas o sistemas  
de caminos de semejante base socio-económica.

2. - Índice de accidentes con base en los vehículos:

$$I_v^a = \frac{\text{No. de accidentes en año X } 10\ 000}{\text{No. de vehículos registrados}} = (\text{accid. X c}/10\ 000 \text{ veh.})$$

Util para comparar ciudades, entidades o sistemas viales -  
aunque exista diferente base socio-económica.

3. - Índice de accidentes con base en kilometraje generado:

$$I_k^a = \frac{\text{No. de accidentes en el año X } 1\ 000\ 000}{\text{No. de vehículos-kilómetro}} = \text{Accidentes por cada millón de vehículos-km.}$$

Util para comparar nucleos de población, entidades, redes  
viales y caminos individuales, pudiendose obtener el dato 'vehícu--

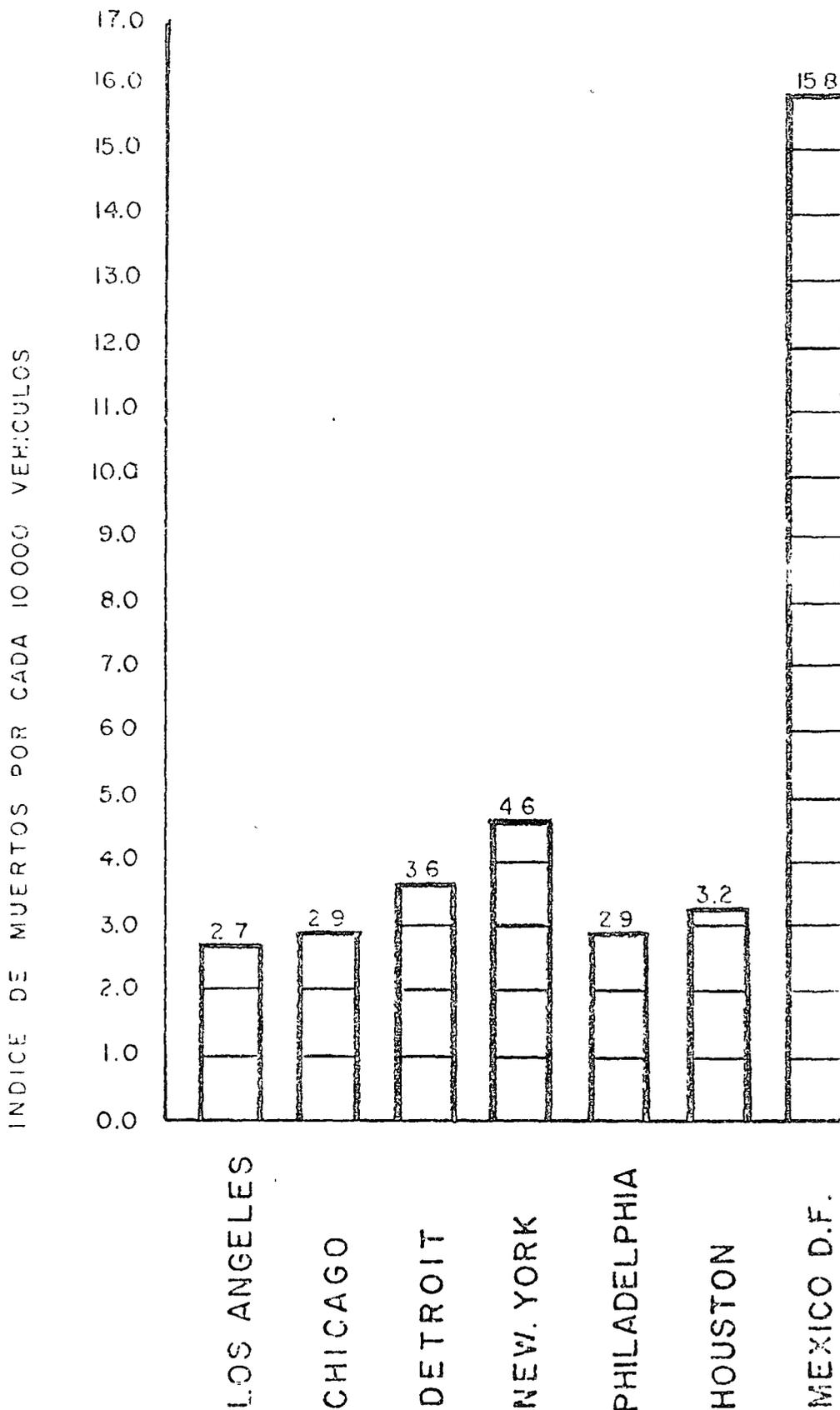
CUADRO COMPARATIVO DE LOS INDICES DE ACCIDENTES Y  
SINIESTRALIDAD EN EL D. F., DURANTE LOS ULTIMOS TRES AÑOS.

I	I N D I C E	1971	1972	1973
<sup>a</sup> I v	INDICE DE ACCIDENTES POR CADA 10,000 VEHIC. REG.	131.37	122.02	122.05
<sup>a</sup> I p	INDICE DE ACCIDENTES POR CADA 100,000 HABITANTES	147.71	143.44	150.35
<sup>s</sup> I v	INDICE DE SINIESTRALIDAD POR CADA 10,000 VEHIC. REGIST.	15.84	13.65	13.37
<sup>s</sup> I p	INDICE DE SINIESTRALIDAD POR CADA 100,000 HABITANTES	17.80	16.27	16.47

(Fig. 7)

# COMPARACION DE INDICES DE ACCIDENTES ENTRE VARIAS CIUDADES

1 9 7 1



los-kilómetro" a partir del consumo de combustible y el rendimiento promedio.

Para obtener los índices de mortalidad, se utilizan las mismas formulas, substituyendo en ellas el número de accidentes al año por el número de muertos en el mismo período, quedando:

$$I_p^m = \frac{\text{No. de muertos en el año} \times 100\,000}{\text{No. de habitantes}} = \text{Muertos por cada } 100\,000 \text{ habitantes.}$$

$$I_v^m = \frac{\text{No. de muertos en el año} \times 10\,000}{\text{No. de vehículos registrados}} = \text{Muertos por cada } 10\,000 \text{ vehículos registrados}$$

$$I_k^m = \frac{\text{No. de muertos en el año} \times 1\,000\,000}{\text{No. vehículos-kilómetro}} = \text{Muertos por cada millón de vehículos-kilómetro}$$

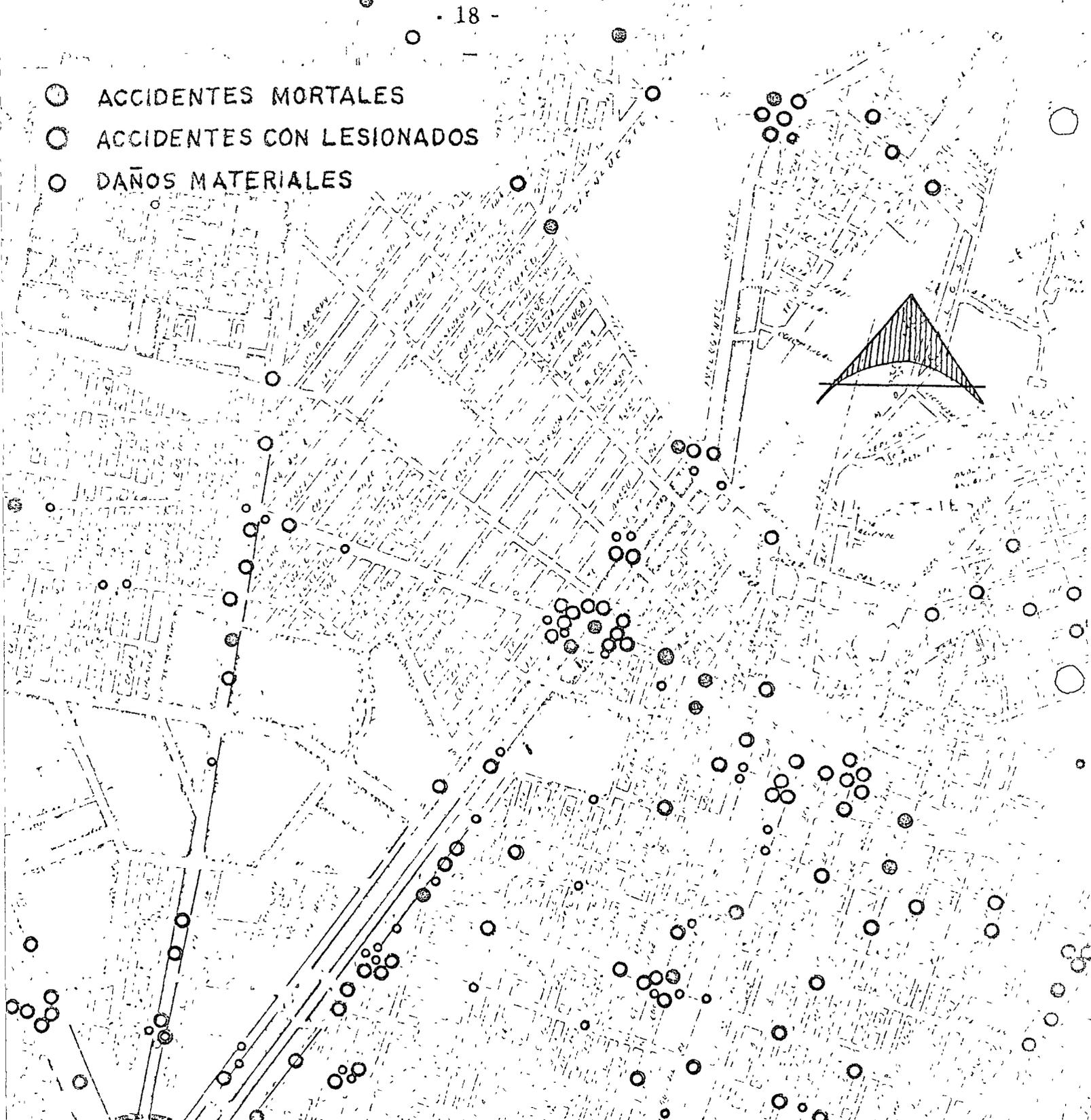
### 3. - DETERMINACION Y ESTUDIO DE LOS LUGARES DE MAYOR INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRANSITO.

Revistiendo especial importancia para la Ingeniería de Tránsito la relación de los accidentes con el lugar donde ocurren, se procede a señalar graficamente el sitio preciso donde aconteció cada hecho.

#### 3.1. - MAPA DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES.

Consiste en ir registrando mediante símbolos convencionales en un plano del área, los accidentes que ocurren durante cada año en un sistema vial urbano ó de carreteras (Fig. 9).

- ACCIDENTES MORTALES
- ACCIDENTES CON LESIONADOS
- DAÑOS MATERIALES



(Fig. 9)

Fuente Dirección General de Estadística S. D.

EL JEFE DE LA OFICINA

DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y ESTADÍSTICA DE TRANSPORTES Y TRÁNSITO	
OFICINA DE ESTUDIOS Y ANÁLISIS	
FRECUCENCIA DE ACCIDENTES	
DELEGACION GUSTAVO A MADERO	
1972	
EL DIRECTOR GENERAL	
EL PAPEL EN BLANCO	

Estos documentos gráficos además de poderse comparar año con año nos permiten observar objetivamente aquellos puntos donde se ha registrado mayor incidencia de accidentes, denominados también puntos negros.

Cabe aclarar que cada símbolo representa un accidentes y no una victima, ya que lo que nos interesa es detectar los lugares donde ocurren mayor número de percances, pues desde el punto de vista de la prevención de accidentes, amerita más estudiarse aquel lugar donde se repitió varias veces el hecho, y no donde de un solo accidente resultaron muchas victimas, debido quizás a un conductor bajo los efectos del alcohol o conduciendo a velocidad excesiva.

Detectados los lugares de mayor acumulación de sucesos, generalmente intersecciones, se enlistan en orden jerárquico, a fin de asignar los recursos económicos con que se cuenta al estudio y mejoramiento de aquellas donde se rebase el límite de conflictividad previamente establecido, dando diferente puntuación al accidente -- mortal, con lesionados y con daños materiales.

En el Distrito Federal se incluyen en la relación de intersecciones conflictivas todas aquellas en donde se obtuvo una puntuación equivalente a un accidente mortal, 2 con lesionados y 3 con daños materiales, resultando incluidas 160 intersecciones en 1973(Fig.10).

No.	Clave	Intersección	Delegación	Acciden- tes 2o. Semestre	Puntuación Po- sderada	No. de Accesos	Control existente			P	
							Paso de Peatones	Glomeración	Señal de		
1	IN-121	Insurgentes Nte. y Cuicláhuac	G.A.M.	18	176	9			X	X	
2	IN-121	R. Cuarubusco y Ermita-Iztap.	Iztap.	18	170	6				X	
3	II-124	Reforma y Canal del Norte	Cuaub.	16	156	7			X	X	
4	PI-143	Reforma y Sta. Ma. la Redonda	Cuaub.	15	142	8				X	
5	HJ-050	Reforma y Av. Hidalgo	Cuaub.	12	106	6				X	
6	AL-031	C. México-Toluca y Nuevo León	Cuaj.	8	92	3					
7	HH-302	Insurgentes Nte. y R. Consulado	Cuaub.	8	88	6			X		
8	HI-159	Reforma y Valerio Trujano	Cuaub.	9	87	8			X	X	
9	IZ-159	R. Consulado y Calz. Mistericos	Cuaub.	8	84	4				X	
10	HJ-302	Paseo de la Reforma y Av. Juárez	Cuaub.	7	82	8			X	X	
11	EL-208	Av. Revolución y Calle 4	B. Jua.	7	82	3				X	
12	EL-304	Periférico y Viaducto	M. Hgo.	6	80	4					
13		Av. Ig. Zaragoza y B.P. Aéreo	V. Cza.	6	80	4				X	
		Av. Toluca y Esc. Friti-	M. Hgo.	6	80	3					
14	HI-015	Av. Insurg. Nte. y M. González	Cuaub.	7	78	3				X	
15	JF-050	Insurgentes Nte. y Acueducto	G.A.M.	7	75	3				X	
16	IS-153	Paseo de la Reforma y Arquímides.	M. Hgo.	8	72	3				X	
17	LJ-100	Reforma y Periférico	M. Hgo.	7	72	4					
18	IO-254	Fray S. T. de Mier y Pino Suárez	Cuaub.	7	72	4				X	X
19	KE-142	Calz. Ig. Zaragoza y R. de la Piedad V.C.	V.C.	7	70	3				X	
20	IJ-270	F. S. T. de Mier y Av. Circunvalación V.C.	V.C.	6	70	4			X	X	
21	FS-128	Cer. Ped. Cuernavaca y Av. Dilig.	Flapan	4	70	3					
22	HJ-114	Av. Juárez y S. Juan de Letrán	Cuaub.	6	66	3				X	
23	II-175	Benito Juárez y Sta. Ma. la Redonda	Cuaub.	7	65	6				X	
24	IG-129	Calz. Mistericos y P. J. Zamaraga	G.A.M.	7	62	4				X	
25	GJ-006	Av. Insurg. y Ete. de Alvarado	Cuaub.	6	60	5				X	
26	GK-014	Durango y Caraca	Cuaub.	5	60	5			X		
27	HM-352	Calz. Tlalpan y Municipio Libre	B. Jua.	5	60	4					
28	AL-008	Reforma y Constituyentes	M. Hgo.	4	60	3				X	
29	DJ-020	Av. Ejército Nacional y Molino	M. Hgo.	4	60	6				X	
30	FI-032	Av. Cuicláhuac y C. Méx-Tacuba	M. Hgo.	4	60	3				X	
31	FJ-043	Marina Nacional y M. Ocampo	M. Hgo.	4	60	4				X	
32	GI-224	Mex-Tacuba e Inst. Técnico	M. Hgo.	4	60	3				X	
33	II-049	San Juan de Letrán y Vallejo	Cuaub.	4	60	4				X	
34	IE-220	Calz. de la Viga y Chaluceno	Cuaub.	4	60	4				X	
35	IE-005	Calz. Tlalpan y Viaducto	B. Jua.	4	60	4					
36		Av. Insurg. Nte. y R. Consulado	M. Hgo.	7	58	6			X		

### 3.2. - DIAGRAMA DE COLISIONES.

De las intersecciones enlistadas se elabora un diagrama que muestre mediante flechas, las trayectorias de los vehículos y el sitio de la colisión de todos los accidentes ocurridos en un año. (Fig. 11).

El objeto de este diagrama es el de tratar de establecer si existe repetición de algún tipo de accidente que denote la causa dominante, a fin de establecer las mejoras pertinentes.

### 3.3. - DIAGRAMA DE CONDICIONES Y DATOS COMPLEMENTARIOS.

Mediante la inspección ocular en estas intersecciones, el personal de campo obtiene los siguientes datos:

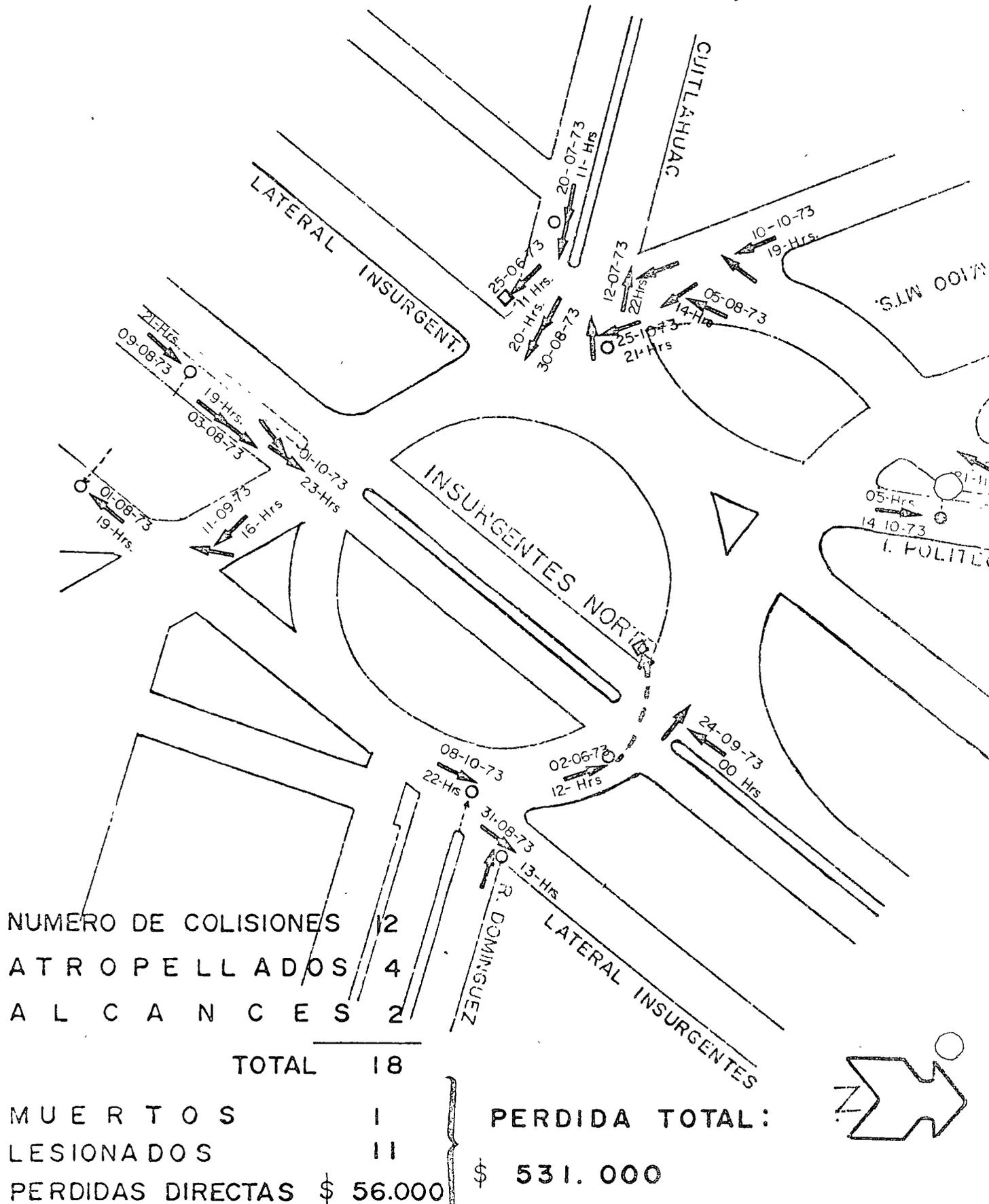
- a).- Condiciones físicas: Dimensiones de calles y banquetas, árboles, postes y obstáculos.
- b).- Características del tránsito: Aforos de vehículos, tiempos de recorrido, número de carriles, movimientos direccionales, etc.
- c).- Inventarios de: señalamiento existente, sentidos de circulación, rutas de transportes y zonas de ascenso y descenso de pasaje, semáforos y fases, construcciones generadoras de peatones y vehículos, puestos semifijos, marquesinas, setos, anuncios, etc.

# DIAGRAMA DE COLISIONES

( 2o. SEMESTRE DE 1973 )

GLORIETA POTRERO

FIG. II



Con esta información y las observaciones hechas tanto en el día como en la noche por el personal técnico en Ingeniería de Tránsito, se determinan las medidas inmediatas y mediatas que deben establecerse para mejorar las condiciones de seguridad.

#### 4. - MEDIDAS PARA EVITAR ACCIDENTES.

Citaremos a continuación las principales medidas que para reducir accidentes aplica la Ingeniería de Tránsito, así como su grado de utilización en el Distrito Federal.

##### 4.1. - MEJORAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LAS INTERSECCIONES CONFLICTIVAS.

Teniendo como base la información citada en los incisos 3.2 y 3.3 y las observaciones hechas en el lugar por personal técnico, se determinan aquellos elementos o condiciones susceptibles de un mejoramiento inmediato, siendo los más frecuentes: mejorar la visibilidad y programación de los semáforos, establecer zonas de cruce de peatones, separar sentidos de circulación y carriles, eliminar estacionamiento, relocalizar áreas de ascenso y descenso de pasajeros, remover obstáculos como puestos semi-fijos, marquesinas, etc. y colocar el señalamiento horizontal y vertical necesario.

##### 4.2. - CALLES DE UN SOLO SENTIDO DE CIRCULACION.

Uno de los procedimientos de menor costo para mejorar las

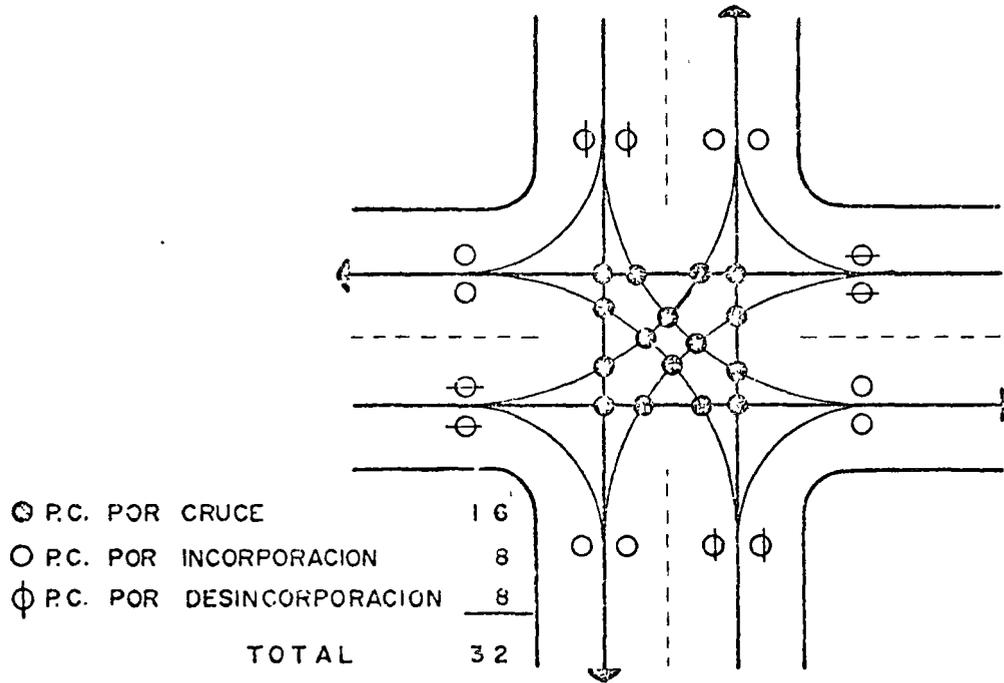
condiciones de seguridad en un sistema vial urbano lo constituye - sin duda el ir cambiando las calles de doble sentido de circulación a uno solo, obteniendose con ello las siguientes importantes ventajas:

1. - Se logra mayor seguridad en la circulación de vehículos ya que es en las intersecciones de dos o mas calles con doble sentido de circulación donde ocurre la gran mayoría de los accidentes, debido a las maniobras que se requieren para dar vuelta izquierda - o para seguir de frente, dichas maniobras incrementan el número de interferencias entre los vehículos, los cuales se denominan técnicamente como puntos de conflicto y que representan accidentes - potenciales en la corriente de tránsito.

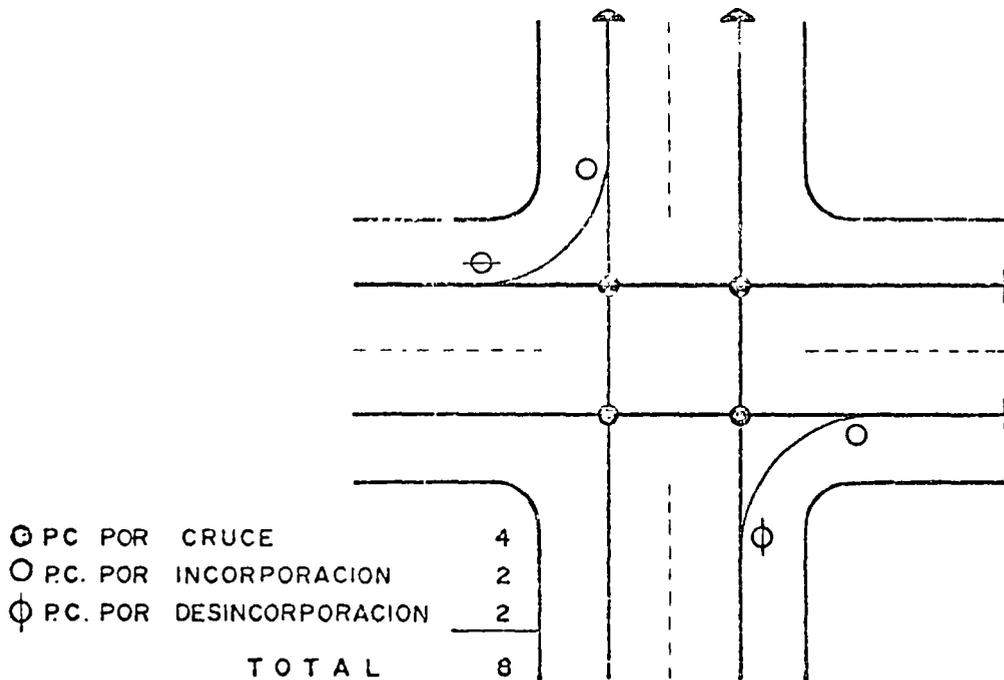
Cuando la intersección está formada por dos calles de doble sentido de circulación representan 32 puntos de conflicto o de posible ocurrencia de accidentes de los cuales 16 son tipo cruce que -- son los más peligrosos; en cambio cuando las calles que concurren a la intersección son de un sólo sentido los puntos de conflicto se - reducen a 8 solamente, de los cuales sólo 4 son por cruce es decir en términos generales, la posible ocurrencia de accidentes es cuatro veces mayor en cruceos formados por calles de doble sentido. (Fig. 12).

# PUNTOS DE CONFLICTO

## INTERSECCION DE CALLES CON DOBLE SENTIDO



## INTERSECCION DE CALLES EN UN SENTIDO



(Fig. 12)

2. - El conflicto entre los vehículos y los peatones también resulta menor ya que el peatón solo tiene que mirar hacia una dirección lo cual es muy positivo dada su vulnerabilidad.

3. - Se eliminan las colisiones de frente que se presentan a menudo a lo largo de las calles de doble sentido. Estos accidentes con frecuencia revisten suma gravedad.

4. - Las colisiones que tienen como causa el deslumbramiento debido a las luces de los vehículos que circulan en sentido opuesto desaparecen por completo.

Además se presenta las siguientes importantes ventajas de tipo operacional:

Disminuyen los tiempos de recorrido, se logra una mejor sincronización de los semáforos, las vueltas izquierdas se vuelven tan fáciles de realizar como las vueltas a la derecha, se aprovecha mejor el espacio cuando las calles tienen un número impar de carriles, se redistribuyen los volúmenes de tránsito en un menor número de calles, ventajas que incrementan la capacidad a tal grado que estudios realizados en algunas ciudades de Estados Unidos han deter-

que por cada 5 calles que se colocan en sentido único, equivale a considerar que se hubiera abierto una calle más a la circulación.

Todo ésto contribuye a abatir el congestionamiento, independientemente que al reducirse el número de paradas y el tiempo de las mismas disminuye la contaminación atmosférica, ya que la mayor cantidad de elementos tóxicos son despedidos por los vehículos durante las maniobras de arranque.

Es conveniente puntualizar que se requiere un estudio cuidadoso antes de efectuar los cambios de sentido de circulación, pues además del análisis de accidentes de tránsito, podemos mencionar:

Estudio preliminar de la zona en gabinete,

Medición de volúmenes de tránsito,

Tiempos de recorrido,

Número y ancho de carriles,

Semáforo y programación,

Rutas de transporte y zonas de ascenso y descenso,

Inventario de estacionamiento,

Simulación del comportamiento del tránsito

(Asignación) con las modificaciones,

Estudios de capacidad, etc., a fin de establecer si el nuevo sistema es capaz de proporcionar un grado de eficiencia mayor al de la situación original.

En el Distrito Federal de enero de 1972 en que se inició el

el plan de cambios a la fecha se han establecido 520 calles en sentido único, con excelentes resultados.

#### 4.3. - PROTECCION A ZONAS ESCOLARES.

Siendo los niños altamente vulnerables, lo cual certifican las estadísticas que señalan que un 49% de los atropellados en el D.F. durante 1973 son menores de 16 años se viene efectuando un programa de protección cuyas medidas comprenden la instalación de semáforos de destello y la instalación del señalamiento horizontal y vertical especialmente diseñado para zonas escolares; hasta la fecha se han hecho instalaciones en 250 escuelas.

#### 4.4. - INSTALACION DE SEMAFOROS

Con el incremento del número de vehículos y el crecimiento del área conurbada de la ciudad, cada vez es más frecuente el caso de intersecciones que a fin de evitar conflictos tanto para vehículos como para peatones, es necesario conceder el paso alternadamente a las corrientes que concurren mediante el uso de semáforos. Uno de los criterios que se utilizan para determinar si se justifica o no un semáforo es el número de accidentes que ocurren en un año.

#### 4.5. - MARCAS DE PAVIMENTO PARA HACER MAS SEGURA LA CIRCULACION.

Se pueden mencionar como las marcas pintadas en el pa-

vimiento que mas contribuyen a la seguridad, las que tienen como finalidad:

Determinar el paso de peatones

Separar los sentidos de circulación

Separar los carriles de circulación

Indicar que no existe visibilidad de rebase

Establecer isletas para la protección de peatones

#### 4.6. - ESTABLECIMIENTO DEL DERECHO DE PASO EN LAS INTERSECCIONES SIN SEMAFORO.

Siendo muy frecuentes los accidentes que ocurren en cruces no controlados por semáforos y poco observable la norma internacional que indica que el vehículo de la derecha tiene derecho de paso, resulta de gran ayuda colocar señales de "ALTO. o "CEDA-EL PASO" para advertir a los conductores que entran a la intersección por el acceso de menor importancia que la corriente por cruzar tiene prioridad de paso.

#### 4.7. - OTROS DISPOSITIVOS DE CONTROL QUE INCREMENTAN LA SEGURIDAD.

Siendo importante para prevenir accidentes la mayoría de las señales, podemos destacar las siguientes:

Restrictivas de velocidad y maniobras,  
Preventivas de entronques, ganado y curvas,  
Indicadores de peligro, cruce de ferrocarril  
y de protección de obras en el camino.

#### 4.8. - MODIFICACIONES FISICAS

Cuando no se logra mediante el uso de dispositivos de control, un grado de operación aceptable para las condiciones del tránsito es necesario recurrir al proyecto de modificaciones físicas como canalizaciones, seccionamiento de glorietas y en caso de justificarse la separación de las corrientes mediante pasos a desnivel tanto para vehículos como para peatones.

#### 5. - OTRAS IMPORTANTES MEDIDAS.

Si bien es cierto que la Ingeniería de Tránsito viene a ser la herramienta valiosa para combatir los problemas de seguridad que sufren los centros urbanos, también es cierto que este enfoque por sí sólo, no es suficiente para resolver el problema siendo necesario que se conjunten los esfuerzos de varias disciplinas.

5.1. - Vigilancia policíaca preventiva en los lugares del sistema vial donde son más frecuentes los percances.

5.2. - Control estadístico de conductores problemas a efecto de que acumulado un número límite de infracciones y acci-

dentes, sean amonestados y sometidos a un examen más amplio y en su caso, cancelar su licencia de manejo.

5.3).- Exámenes médicos minuciosos a conductores previos a la expedición de la licencia y control periódico posterior, promoviendo además la legislación adecuada para informar de la existencia de enfermedades incapacitantes para conducir.

5.4).- Establecer la revisión mecánica periódica de vehículos de motor con carácter de obligatorio, así como promover el interés de los fabricantes de vehículos hacia el mejoramiento de las condiciones de seguridad de los mismos.

Para concluir, he de dejar asentado lo indispensable que resulta para el esfuerzo que realizan en la solución de este grave problema, instituciones y profesionales de diferentes disciplinas, contar con una adecuada educación vial de la población, misma que debe suministrarse en forma permanente, institucional, con amplia base en las escuelas y mediante el uso de todos los modernos medios de difusión.

#### COROLARIO:

La Ingeniería de Tránsito, ya en su definición "Es la rama de la Ingeniería que tiene por objeto la aplicación de técnicas y métodos científicos para lograr un movimiento seguro, confortable y eco-

nómico de personas y cosas", lleva implícita la importancia que tiene la seguridad dentro de esta disciplina y con certeza que dicha importancia será cada vez mayor y deberá ser compartida por -- otras ciencias, pues la cuota en vidas, lesiones y daños en equipo provoca que el aspecto Núm. 1 a resolver sea precisamente el de seguridad.

Puede corroborar lo anterior el significativo hecho de que los fabricantes de vehículos, que por muchos años solo se preocuparon por variar la línea e incrementar el confort y la potencia de los vehículos esten empeñados ahora en lograr un auto que antes que otra característica brinde seguridad a sus ocupantes y a peatones. Este vehículo estará listo a fines de 1975 e implicará 49 cambios o modificaciones con ese fin.

En esta empresa tan importante, el arquitecto como organizador de los espacios en las instalaciones y el urbanista como organizador de los espacios urbanos mucho pueden realizar en este sentido. Es un esfuerzo de una amplia gama de profesionales en el cual deben intervenir: Educadores, Policías, Doctores, Arquitectos y Urbanistas, Ingenieros, Licenciados, etc.....

Es pues una suma de esfuerzos.

## BIBLIOGRAFIA

1. - Ingeniería de Tránsito  
I.C I.T Rafael Cal y Mayor  
3a. Edición 1972 México  
Representación y Servicios de Ingeniería
2. - Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito  
Asociación Mexicana de Caminos  
Traducción 1972, México.
3. - Manual de Proyecto Geométrico  
Secretaría de Obras Públicas  
1a. Edición 1971, México.
4. - Accidentes de Tránsito  
Organización Mundial de la Salud  
1a. Edición 1966, Ginebra, Suiza.
5. - Manual de Educación Vial y Seguridad  
Ing. Rafael Cal y Mayor  
Editorial Diana, 1a. Edición 1973.
6. - Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Accidentes  
Consejo Nacional de Prevención de Accidentes  
México, 1972.
7. - Ponencia: "La Detección del Posible Accidente"  
Ing. Héctor Guerra Solalinde.  
1a. Reunión Nacional de Educación Vial  
C.N.P.A. Toluca, Méx. 1974.

## INTRODUCCION

### 1.- MAGNITUD DEL PROBLEMA

- 1.1. Panorama Internacional
- 1.2. Panorama Nacional
- 1.3. Panorama de la Ciudad
- 1.4. Pérdidas Economicas por Accidentes

### 2.- METODOLOGIA ESTADISTICA

- 2.1. Reporte del Accidente
- 2.2. Concentracion y Procesamiento
- 2.3. Indicadores Estadisticos
- 2.4. Indices de Accidentes de Transito

### 3.- DETERMINACION Y ESTUDIO DE LOS LUGARES DE MAYOR INCIDENCIA DE ACCIDENTES.

- 3.1. Mapa de Frecuencia de Accidentes
- 3.2. Diagrama de Colisiones
- 3.3. Diagrama de condiciones y Datos Complementarios

### 4.- MEDIDAS PARA EVITAR ACCIDENTES

- 4.1. Mejoras a las Condiciones de Seguridad de las intersecciones conflictivas.
- 4.2. Calles de un sentido de circulación
- 4.3. Protección a zonas escolares
- 4.4. Instalacion de Semaforos.
- 4.5. Marcas de Pavimento para mejorar las Condiciones de seguridad de la Circulación
- 4.6. Establecimiento de derecho de paso en las Intersecciones sin Semaforo.
- 4.7. Otros dispositivos que incrementan la Seguridad.
- 4.8. Modificaciones Fisicas

### 5.- OTRAS IMPORTANTES MEDIDAS

- 5.1. Vigilancia Policiaca
- 5.2. Control ~~de Conductores~~ de Conductores PROBLEMA
- 5.3. Exámenes medicos minuciosos
- 5.4. Revision Mecanica Periodica
- 5.5. Educación Vial

## COROLARIO

### III.- ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO.

Los estudios de Origen y Destino, se utilizan principalmente con propósitos de planeación, en particular para la localización, programación y proyecto de rutas nuevas o mejoramiento de las mismas, transporte público y estacionamientos.

Donde efectuar un estudio. - Un estudio de Origen y Destino puede limitarse para una ruta en particular, tanto urbana como rural, o se puede extender para incluir parte o la totalidad de un área urbana. Estas áreas incluyen, en algunos casos, varios cientos de Km<sup>2</sup>.

Los estudios de Origen y Destino, tienen como objeto primordial el conocer el comportamiento de los usuarios, tanto en lo que se refiere a la magnitud de las corrientes de tránsito, como a los diversos tipos de productos que se transportan.

Esto último, con miras a determinar el grado de desarrollo de los sectores que integran la vida económica y social y la localización de los centros productores y consumidores, precisando la importancia que éstos guardan dentro de la economía nacional.

Los datos que se derivan de este tipo de estudios, permiten con facilidad conocer los problemas de funcionamiento que se presentan en el país en materia de carreteras y por tanto poder incluir en los programas de construcción, las modificaciones, tanto en lo que se refiere a carreteras alimentadoras, como troncales para mejorar -

la circulación, en función de las diversas motivaciones y de acuerdo con la naturaleza de los viajes.

Personal y Equipo.- El personal requerido es variable, dependiendo del método usado y del tamaño del estudio. Naturalmente que dependerá también, del volumen de tránsito.

En cuanto al equipo, se requieren: lápices, formas de campo y de gabinete, mapas recientes, cronómetros, escalímetros, señalamiento portátil, lámparas de gasolina y petróleo, conos de hule, etc..

Zonificación del Area de Estudio.- La mayoría de los estudios de O y D empiezan con la delineación de una zona de estudio. Para un estudio urbano integral, el estudio incluiría, normalmente, la totalidad del área urbanizada de la ciudad. Muchas comunidades urbanas han sido estudiadas en años recientes. En algunos casos pueden ser usadas las zonas de estudio y el sistema en que se han dividido en esa comunidad. A menudo, es ventajoso usar el sistema existente de división de zonas para facilitar la comparación directa de datos nuevos con viejos, lo que permitirá la determinación de las tendencias en los viajes.

El propósito principal de seleccionar zonas es el de permitir resumir los orígenes y destinos del tránsito dentro de áreas razonablemente pequeñas. Normalmente las zonas son numeradas y se supone que todos los viajes con orígenes y destinos dentro de una zona

empiezan o terminan en el centroide de dicha zona. Debe tenerse -  
cuidado, al seleccionar las zonas, para que no haya demasiadas, -  
que pueden resultar en un análisis engorroso.

Por otra parte, muy pocas zonas darán una agrupación anor-  
mal de destinos de viajes y quizás conduzcan a conclusiones erró-  
neas. El tamaño de una zona estará gobernado por el tamaño del -  
área, densidad de población y propósito del estudio. Las zonas -  
son más chicas en el centro de la ciudad y más grandes en las par-  
tes alejadas, con población escasa. La zona que rodea a una ruta  
sencilla, que está siendo estudiada, puede ser dividida en sólo 25  
partes, en tanto que un área metropolitana grande pudiera ser divi-  
dida en varios cientos de zonas.

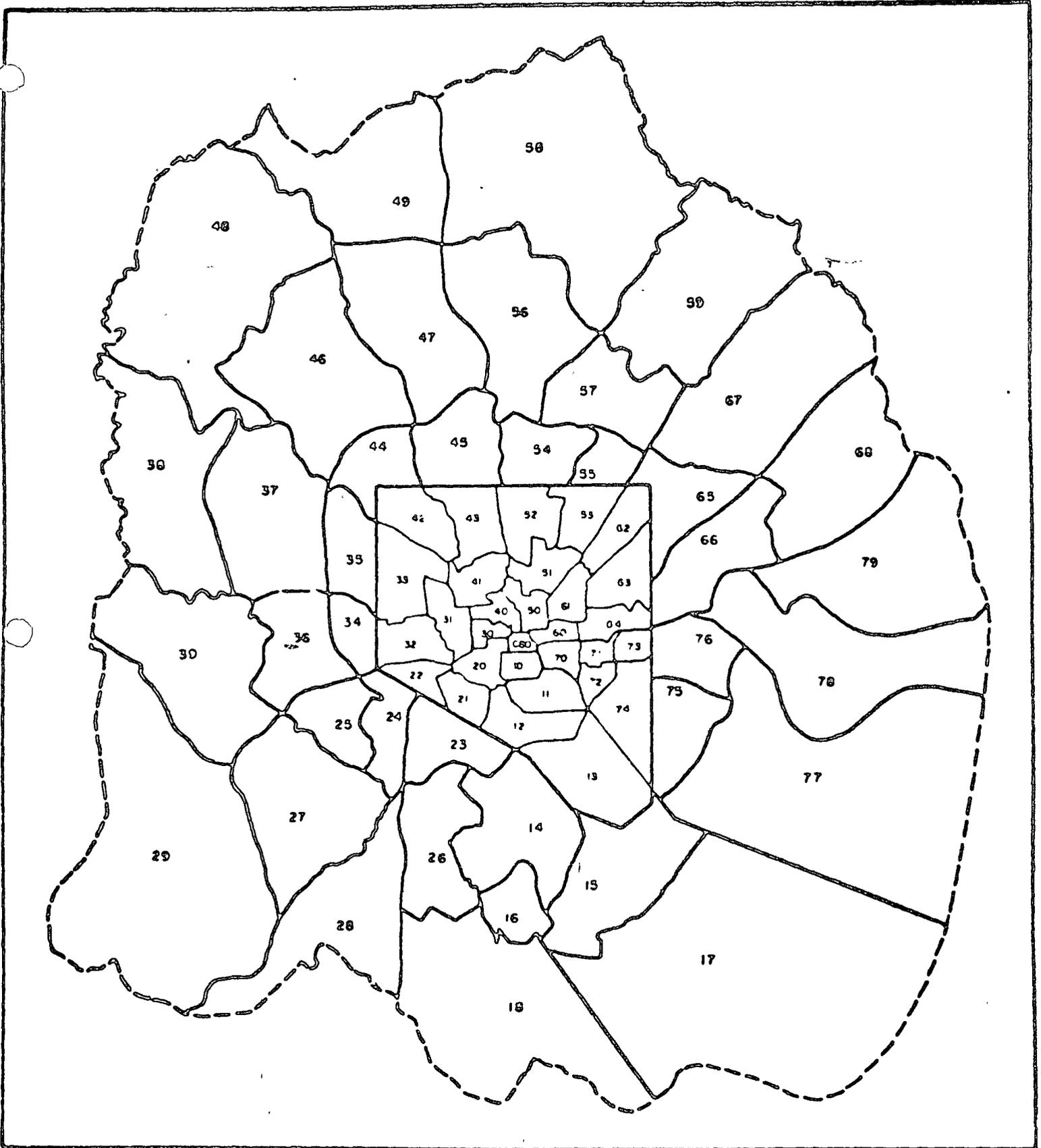
La zonificación para una ciudad de tamaño medio pudiera ser  
llevada a cabo como sigue: Primero, la ciudad es dividida en seg-  
mentos mayores, los cuales se designan como "secciones" o "sec-  
tores". Un sector incluye el área del centro de la ciudad (sector O)  
mientras que los otros son generalmente cuneiformes, con la punta -  
de la cuña tocando o acercándose al sector O. Las barreras natura-  
les, tales como ríos, vías de ferrocarril, terreno montañoso y otros  
obstáculos que impidan el movimiento libre y que más o menos pre-  
sentan obstáculos al tránsito, son ideales como líneas divisorias -  
entre sectores.

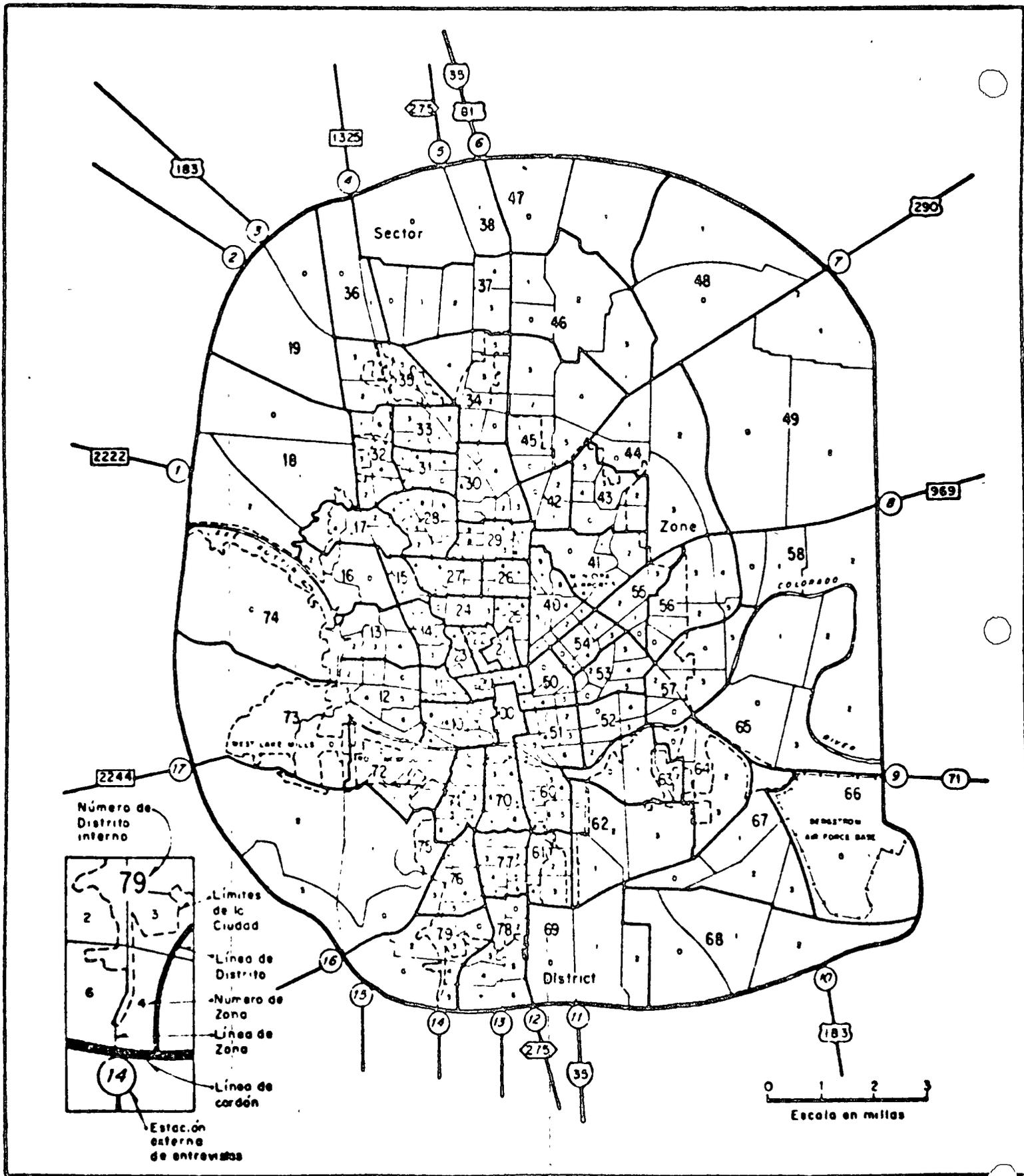
Cada sector es subdividido en no más de diez distritos de -  
forma razonablemente cuadrada o rectangular, los cuales definen -

zonas mayores de características de uso semejante de la tierra. - Los distritos se subdividen en zonas, otra vez cuadradas o rectangulares. Las zonas típicas en el centro de la ciudad pudieran incluir de 6 a 10 manzanas: en el área marginal alrededor del centro de 25 a 50 manzanas y en áreas alejadas, más de 100 manzanas.- Las zonas pueden ser aún subdivididas en subzonas, las cuales - en algunos casos son subdivididas a su vez en manzanas. Esquemas de zonificación mucho más simples han sido usados en ciudades más pequeñas.

Las figuras 4-1 y 4-2 muestran una zonificación para un - estudio de O y D usado en dos ciudades de E.E.U.U.

Métodos.- Son muchos y variados los procedimientos para llevar a cabo estudios de origen y destino. Los métodos más completos obtienen datos sobre cada viaje, incluyendo ubicación del - origen destino, tiempo de viaje, modo (v.g. pasajeros en autos, - etc.), uso de la tierra en el origen y en el destino, así como datos sobre las características socio-económicas del viajero y de su familia. Obviamente esto proporciona muchos más datos de los que - se necesitarían en un estudio sencillo, relativamente simple. El - método elegido para recabar información de O y D será determinado conciliando las necesidades de datos con el personal, presupuesto





A. 7

y limitaciones de tiempo. A continuación se detallan doce de los procedimientos de estudio más comunes con las ventajas y limitaciones de cada uno.

- 1.- Encuesta Directa a conductores de vehículos.
- 2.- Tarjetas Postales a conductores de vehículos.
- 3.- Lectura de Placas de vehículos en movimiento.
- 4.- Tarjeta sobre el vehículo.
- 5.- Lectura de placa de vehículos estacionados.
- 6.- Encuesta Domiciliara.
- 7.- Cuestionario Postal a propietarios de vehículos.
- 8.- Cuestionario de Empleados.
- 9.- Cuestionario para Terminales de Transporte Público.
- 10.- Cuestionario para pasajeros de Transporte Público.
- 11.- Método de Síntesis.
- 12.- Integral.

Enseguida se esbozará someramente el funcionamiento de cada uno de ellos, excepto los métodos que se enumeran como 1 y 3, que han sido los más comunmente usados en el país, tanto en zona urbana, como en zona rural.

- 1.- Encuesta Directa a conductores de vehículos.

En este método los conductores son detenidos y entrevistados preguntándoles su origen y destino. No produce datos en cuanto a -

número de pasajeros del transporte público. Los puntos o estaciones de entrevista deben ser escogidos cuidadosamente. Se expondrá primero el método para zonas urbanas y suburbanas.

Si el estudio solo requiere de datos del viaje sobre una ruta sencilla y aislada, la estación se colocaría a mitad de la ruta. Si por otra parte, se desean datos del tránsito que entra y sale de una ciudad pequeña, habrá que escoger las estaciones sobre todas las rutas que convergen de ella. En ciudades pequeñas la mayor parte del tránsito es de paso, este método será útil para efectos de planeación. Lo mismo se podría decir, si el personal es limitado, ya que las operaciones pueden ser confinadas a una estación por día y el período de estudio puede ser prolongado a una semana más. Este método permite al entrevistador preguntar al conductor sobre el propósito del viaje, así como el lugar en que piensa estacionarse.

Las entrevistas pueden involucrar el sentido del tránsito en una o dos direcciones.

No deberá permitirse provocar embotellamientos para evitar que los conductores que generalmente siguen esa ruta, se desvíen distorsionando el patrón del flujo de tránsito.

En una calle importante se podrán obtener muestra. Para volúmenes de 3000 a 5000 vehículos diarios se necesitará un jefe de brigada, dos aforadores, seis entrevistadores (cuatro por sentido), y

unos dos agentes de tránsito. Los aforadores registrando el tránsito, en tanto que los entrevistadores sólo hablan con una muestra de los conductores. Los datos de la muestra, son aplicados al volumen total del tránsito para obtener totales estimados de O y D. Dicha muestra será del 25 al 50% del tránsito por cada hora.

En la práctica se entrevistan cuatro vehículos y se dejan pasar - otros tantos (50%) ó entrevistar 4 y dejar pasar los siguientes 12 (25%). En la fig. siguiente se muestra una forma que se usa para este método.

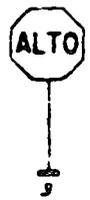
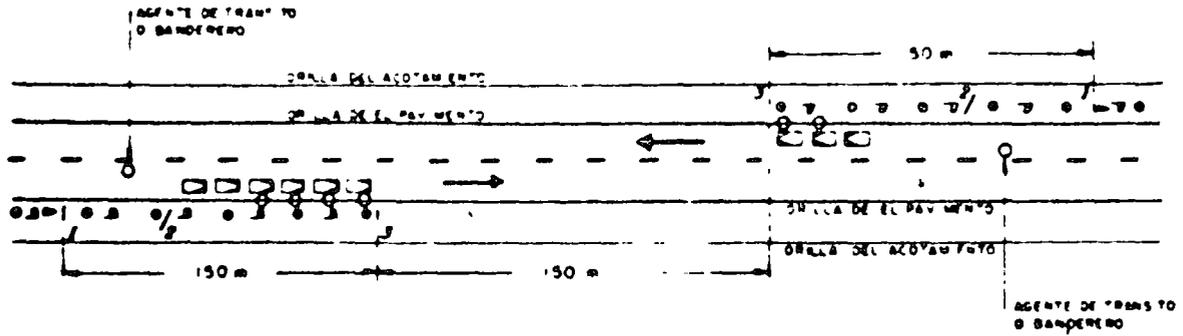
Enseguida se expone el método de entrevistas directas para zonas rurales.

Por el carácter de la información requerida, es utilizado el método de entrevistas directas a los conductores de los vehículos - que pasan por la estación correspondiente, durante las 24 horas de tres a siete días, según la zona en que se efectúe el estudio.

Los estudios se llevan a cabo de la siguiente manera:

De acuerdo con las necesidades establecidas, se determina un punto para trasladarse una brigada compuesta de entrevistadores y auxiliares, cuyo número dependerá directamente de los volúmenes de tránsito.

## FORMA TIPICA DE UNA ESTACION DONDE SE EFECTUAN ENCUESTAS ESTUDIO DE TRANSITO EN AREAS METROPOLITANAS



O PERSONA EFECTUANDO ENCUESTAS  
 Δ LINTERNA ROJA  
 ● MECHERO  
 ▽ BANDERA ROJA

### ORIGEN Y DESTINO HOJA DE CAMPO

ESTACION No. \_\_\_\_\_

DE ENTRADA \_\_\_\_\_

UBICACION \_\_\_\_\_ ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ DE SALIDA \_\_\_\_\_

HORA INICIAL \_\_\_\_\_ g.m. HORA FINAL \_\_\_\_\_ a.m.  
p.m. p.m.

1	2	3	4	5
ORIGEN	DESTINO	RUTA USADA	ESTACIONAMIENTO	OTROS
INDIQUE POR MANZANA, CALLE, ZONA U CTRA CIUDAD		INDIQUE CALLES, ZONAS O CARPETERAS	UBICACION Y TIPO	

FECHA \_\_\_\_\_ ANOTADOR \_\_\_\_\_

Para instalar la estación, se elige un lugar en tangente con perfecta visibilidad en ambos sentidos, siendo además necesario efectuar los arreglos respectivos a los acotamientos, a fin de permitir que se tenga una isleta sobre la carpeta con un ancho suficiente para que se puedan alojar dos carriles de circulación. En la isleta central se colocan sombrillas para proteger al personal de las inclemencias del tiempo.

Este estudio requiere de un perfecto señalamiento tanto en lo que se refiere a señales preventivas, restrictivas e informativas como a defensas protectoras con luces intermitentes, a fin de que la estación presente el máximo de seguridad.

Los datos que se obtienen de la entrevista directa con el origen y destino del viaje, la motivación del mismo y el número de pasajeros que lo efectúan en el caso de automóviles y Pick-up, agregándose a esto el número de pasajeros y el tiempo de carga y tonelaje tratándose de autobuses y camiones cargueros respectivamente.

Esta información es recabada en una tarjeta, misma que se codifica posteriormente, para que a su vez una computadora electrónica utilizando un programa especial, produzca los registros de variaciones horarias, diarias y por sentidos de los vehículos que pasaron por la estación, así como de un histograma de dichas variaciones.

Se produce además una relación de las diferentes rutas indicando el tipo de vehículo en orden decreciente de acuerdo a los volúmenes de tránsito, así como un registro de cada una de las rutas señalando la dirección del viaje, número de vehículos, pasajeros, tonelaje de carga clasificada por tipo de productos y por tipo de vehículos.

Con esta información se elaboran igualmente los mapas con líneas de deseo para fines específicos. Enseguida se presenta un instructivo de como se debe operar para este método.

Se estudiará el período y la fecha en que se llevará a cabo el estudio, considerando como fechas no apropiadas, períodos de vacaciones, ferias de la región, etc.

El jefe de la brigada presentará una relación de equipo, que básicamente es el siguiente:

Tiendas de campaña

Conos de hule para señalamiento

Barreras para indicar la proximidad de la estación

Plantas de gasolina para energía eléctrica

Señalamiento nocturno luminoso especial

Lámparas de gasolina, petróleo y pilas

Sombrillas

Uniformes para los entrevistadores

El personal que deberá hacerse cargo de la estación serán dos técnicos capacitados por turno para trabajar las horas que juzgue conveniente el jefe de la brigada. De las dos personas, a una se le hace responsable para resolver los problemas que surgieran durante su turno, en ausencia del jefe de brigada.

Para controlar el equipo y los uniformes de los entrevistadores, se cuenta con un "encargado de almacén" cuyas obligaciones serán tener siempre en orden y en buen estado el equipo utilizado en el campo.

Se requieren también n entrevistadores, dependiendo del tránsito que se suponga haya en la carretera en estudio, y cuatro bandereros. Este personal se contrata en la población más cercana a la estación para evitar traslados largos del mismo, siendo dicho personal eventual.

Antes de iniciar el estudio, es conveniente informar a las autoridades Federales y Estatales correspondientes, del tipo de trabajo que va a desarrollarse, con el fin de que proporcionen facilidades para el mejor desempeño del mismo. Así con su ayuda, se iniciará una campaña de propaganda, a través de la radio, televisión, periódicos, agencias de turismo, etc. para que el público conozca el trabajo que habrá de realizarse y su importancia, dando a conocer el cuestionario para que al ser entrevistados proporcionen sus datos correctamente.

Este punto es muy importante, puesto que, al conocer el público la finalidad de la entrevista, no proporciona datos falsos, a la vez que lo hace brevemente, facilitando el trabajo de los entrevistadores.

Como se mencionó anteriormente, el tipo de estudio que más se adapta a nuestro medio es de entrevistas directas, es por ello por lo que ya únicamente nos referiremos a él, haciendo notar que los otros puntos podrán ser aplicados a todos los tipos en general, excepto en lo que se refiere a la relación de equipo y personal y el modelo de tarjeta utilizada, que serán particulares para cada caso.

#### Operación en el Campo.

a).- Localización exacta de la estación.- Si se trata de una zona suburbana en la que concurren varias carreteras, que se conectan entre sí y se proyecta construir un paso a desnivel, el estudio deberá efectuarse lo más cerca posible del sitio donde se piensa construir la obra; pero si se trata de tránsito rural la estación deberá situarse en un tramo en tangente (no menor de 800 m) para tener suficiente visibilidad, con acotamientos amplios y firmes para evitar asentamientos, sin pendiente, donde no se tenga terraplén alto o bien mucho corte para garantizar buena visibilidad y proporcionar seguridad al conductor.

Una vez localizado el sitio que llene los requisitos anteriores, el jefe de brigada deberá tomar nota del kilometraje del lugar; de no existir señalamiento buscará referirlo a algún punto importante: -

alguna gasolinera, restaurant o poblado cercano, etc., para más tarde investigar el kilómetro en la dependencia que tenga a cargo el tramo, bien sea la Dirección General de Conservación, o bien la Dirección General de Carreteras en Cooperación a través de sus Juntas Locales.

b).- Elegido el sitio adecuado se procede a la instalación de la estación en sí y a impartir las instrucciones al personal.

La instalación consiste en colocar dos tiendas de campaña, una para almacén y la otra hará las veces de oficina.

Se colocarán en un punto adecuado, desde el cual, los encargados de la estación, puedan observar el desempeño de los entrevistadores, sin entorpecer la circulación.

La estación es anunciada al conductor por medio de señales metálicas, desde una distancia de 300 m, a lo largo de las cuales, se sitúan otras señales indicando la proximidad de la estación, así como las preguntas que se le harán, para finalizar con un alto total.

Para realizar las entrevistas, se encauzan los vehículos a desviaciones preparadas en los acotamientos por medio de los conos de hule cuya longitud varía según el volumen de tránsito que se espere entrevistar. En la figura siguiente se da una idea de lo escrito anteriormente y está basada en el sistema seguido por la dependencia encargada de este tipo de estudios.

Las instrucciones al personal consisten en la forma en que trabajará la estación, su finalidad e importancia y la forma en que -

trabajaré la estación, su finalidad e importancia y la forma en que -  
serán tomados los datos, así como su codificación en las tarjetas -  
de diseño especial.

Procesado de los datos obtenidos.

El método para procesar los datos que se detallan a conti--  
nuación, es el seguido por la S.O.P., dependencia que inició en la  
República Mexicana este tipo de estudios basándose en lo que han -  
realizado en este aspecto las autoridades correspondientes en los Es  
tados Unidos de Norteamérica.

El primer problema que se presentó fué el de la forma de re-  
colectar los datos que proporciona el usuario al ser entrevistado. Ori  
ginalmente se idearon formas en las que se anotaba la localización -  
de la estación, el sentido del tránsito, el origen del viaje, el desti-  
no, tipo de vehículo, tipo de carga y número de pasajeros. Aparente  
mente estas formas llenaban su cometido con bastante aceptación, -  
pero la obtención de resultados era deficiente en lo que respecta al  
tiempo transcurrido, puesto que la codificación de los datos, según  
claves especiales, era lenta y debían ser perforadas en tarjetas IBM  
de diseño normal, etapa en la que surgían errores de perforación y en  
consecuencia pérdida de tiempo.

Buscando la forma de solucionar este problema se encontró -  
que la máquina 519 de IBM ayudaría a resolverlo ya que perfora tarje  
tas según marcas sensibles de lápices electrográficos, hechos en -

ellas, lo que equivaldría a tener ya en las tarjetas los datos proporcionados por el usuario. Para esta nueva etapa se hizo una tarjeta de diseño especial que se muestra a continuación:

TRAMO		ESTACION KILOMETRO		AÑO		DÍA		MES		AÑO		ENTIDAD ORIGIN		ENTIDAD DESTINO		PASAJEROS O TONELAJE		TRIPULACION		TIPO DE CARGA		ESTADO		CI	
FECHA	7 Mayo 1967	ESTUDIO	60	SENTIDO	1	ORIGEN	Zitacuaro, Mich.	DESTINO	Guaymas, Son.	TRIPULACION	2	TIPO DE CARGA	Camión Ford Mod. 1966 Con Diesel	S.O.P. DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA											
TRAMO	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	P																			
PASAJEROS	14																								
TRABAJADO	14																								
ENTIDAD ORIGIN	C0																								
ENTIDAD DESTINO	C0																								
TIPO DE CARGA	C0																								
PASAJEROS O TONELAJE	C0																								
TRIPULACION	C0																								
ESTADO	CA																								
CI	C0																								
ENTIDAD ORIGIN	C1																								
ENTIDAD DESTINO	C1																								
TIPO DE CARGA	C1																								
PASAJEROS O TONELAJE	C1																								
TRIPULACION	C1																								
ESTADO	CB																								
CI	C1																								
ENTIDAD ORIGIN	C2																								
ENTIDAD DESTINO	C2																								
TIPO DE CARGA	C2																								
PASAJEROS O TONELAJE	C2																								
TRIPULACION	C2																								
ESTADO	C2																								
CI	C2																								
ENTIDAD ORIGIN	C3																								
ENTIDAD DESTINO	C3																								
TIPO DE CARGA	C3																								
PASAJEROS O TONELAJE	C3																								
TRIPULACION	C3																								
ESTADO	C3																								
CI	C3																								
ENTIDAD ORIGIN	C4																								
ENTIDAD DESTINO	C4																								
TIPO DE CARGA	C4																								
PASAJEROS O TONELAJE	C4																								
TRIPULACION	C4																								
ESTADO	C4																								
CI	C4																								
ENTIDAD ORIGIN	C5																								
ENTIDAD DESTINO	C5																								
TIPO DE CARGA	C5																								
PASAJEROS O TONELAJE	C5																								
TRIPULACION	C5																								
ESTADO	C5																								
CI	C5																								
ENTIDAD ORIGIN	C6																								
ENTIDAD DESTINO	C6																								
TIPO DE CARGA	C6																								
PASAJEROS O TONELAJE	C6																								
TRIPULACION	C6																								
ESTADO	CP																								
CI	C6																								
ENTIDAD ORIGIN	C7																								
ENTIDAD DESTINO	C7																								
TIPO DE CARGA	C7																								
PASAJEROS O TONELAJE	C7																								
TRIPULACION	C7																								
ESTADO	C7																								
CI	C7																								
ENTIDAD ORIGIN	C8																								
ENTIDAD DESTINO	C8																								
TIPO DE CARGA	C8																								
PASAJEROS O TONELAJE	C8																								
TRIPULACION	C8																								
ESTADO	C8																								
CI	C8																								
ENTIDAD ORIGIN	C9																								
ENTIDAD DESTINO	C9																								
TIPO DE CARGA	C9																								
PASAJEROS O TONELAJE	C9																								
TRIPULACION	C9																								
ESTADO	C9																								
CI	C9																								

Está dividida en dos partes: la correspondiente a los datos proporcionados por el usuario y que deberá ser llenada por los entrevistadores; y la que debe ser llenada por los encargados de turno según claves y usando lápices electrográficos.

Las claves usadas son las siguientes:

IDENTIFICACION DEL LUGAR

- 01 a 32 Entidades Federativas según orden alfabético
- 001 a 999 Municipios, según censos
- 1 a 9 Población, según su importancia en los censos.

TIPO DE VEHICULO

A	-	Automóviles	3	-	Camión 3 ejes
B	-	Autobuses	4	-	Camión 4 ejes
C	-	Camión de 2 ejes	5	-	Camión 5 ejes

TIPO DE CARGA

1	Productos Forestales	5	Derivados Petróleo
2	Productos Agrícolas	6	Productos Inorgánicos
3	Productos Animales	7	Productos Industriales
4	Productos Minerales	8	Productos Varios

Respecto a los sentidos, dependerá de la carretera que se esté estudiando, para asignar a cada uno de los carriles el número correspondiente 1 ó 2. El 3 se refiere a ambos sentidos.

Para comprender mejor la forma de llenar la tarjeta observemos el siguiente ejemplo:

Lugar de la Estación: Km 200 de la Carr. México-Nogales

Hora: 19:00 hrs.

PREGUNTAS AL USUARIORESPUESTAS

¿Dónde inició el viaje?

Zitácuaro, Mich.

¿Dónde termina su viaje?

Guaymas, Son.

Objetivamente se aprecia que se trata de un camión de 3 ejes

¿Toneladas que transporta ?

14 Toneladas

¿Tipo de Carga?

Maíz

¿Tripulación?

2 personas.

Los datos anteriores son anotados por el entrevistador en la parte correspondiente, para posteriormente ser codificados por el encargado del turno en la forma siguiente:

Entidad de origen :	16 (Michoacán)
Entidad de destino :	26 (Sonora)
Tonelaje :	14
Tipo de Carga :	2
Tipo de Vehículo :	3
Tripulación :	2
Sentido :	1 (ya que la carretera es México-Nogales y el viaje en cuestión tiene el mismo sentido)
Hora :	19

Una vez explicada la forma de tomar los datos y su codificación, entramos de lleno al diagrama de flujo y que se inicia con el aviso del lugar de la Estación. La importancia de este punto es en el sentido de que en las tarjetas maestras, deberá tenerse la identificación del sitio donde se ha instalado la Estación de Origen y Destino. Para ello, se ha recurrido al inventario de carreteras, mediante el cual puede averiguarse con exactitud los datos requeridos, es decir la estación Km. El Jefe de la Brigada, previamente deberá hacer la localización objetiva del lugar buscando llene los requisitos mencionados anteriormente y referirlo a algún punto notable del camino como una población, un puente importante o el Km del cadenamien

to actual, para posteriormente relacionar con los datos proporcionados por el inventario efectuado en esa carretera. En esta forma la identificación del lugar estará constituida por los números correspondientes al número del tramo carretero, y la estación Km. Por ejemplo la carretera México-Acapulco está formada por los siguientes tramos: Tlalpan-Puente Tembembe, Puente Tembembe-Iguala, Iguala-Chilpancingo, Chilpancingo-Puente Papagayo y Puente Papagayo-Acapulco; cada uno de los tramos tiene un número, según numeración progresiva de inventario, el cual irá acompañado del número correspondiente al estado donde se localice, es decir 09, si la mayor parte del primer tramo pertenece al Distrito Federal; 17, si pertenece a Morelos y 12 si es de Guerrero, con lo que finalmente quedará el número del tramo compuesto de 6 cifras en la forma siguiente: Las dos primeras al número del estado y las cuatro restantes al número del tramo. Para completar la identificación el Km podrá localizarse fácilmente en la planta del tramo correspondiente.

Se procederá a perforar los datos de identificación en tarjetas que se instalarán al frente de las tarjetas de su día, hora y sentido respectivo.

Por tarjetas maestras se entiende aquella que contiene la identificación del lugar, es decir nombre de la carretera, número del tramo y estación Km.

Concluído el estudio, las tarjetas se concentrarán, en el gabinete de investigación que a su vez las mandará al Servicio de Computación electrónica donde iniciarán la interpretación de los datos codificados, por medio de las marcas sensibles.

Mediante un sencillo programa, la máquina separa los errores posibles, que son corregidos de inmediato para concluir así lo que a interpretación se refiere.

Al terminarse este proceso, las tarjetas pasan a una máquina clasificadora para que, en forma ordenada, se proceda con los puntos que señala el diagrama del flujo. La clasificación es según las columnas correspondientes a los aspectos que se señalan en el mismo diagrama.

Al terminar la serie de clasificaciones indicadas es conveniente verificar si efectivamente se ha perforado la totalidad de los datos.

Por el número de tarjetas de campo, es molesto y entretenido su manejo, por lo que es conveniente utilizar el sistema de cintas magnéticas, que ahorra tiempo en las etapas posteriores a la vez que elimina la posibilidad de extravío de datos.

La máquina utilizada en esta etapa tomará los datos perforados en las tarjetas de campo y los escribirá en la cinta magnética, al terminar esta transcripción, las tarjetas de campo serán remitidas al Gabinete de Investigación para su archivo y la sucesión de datos transcritos se clasifican para quedar finalmente en 1 ó varios carre-

tes que son numerados de acuerdo a la clasificación.

Una vez transcritos los datos a las cintas son sometidos a una serie de pasos, según se indica en el diagrama, hasta obtener tarjetas (e) que contienen los nombres de las poblaciones de brigen y destino de todos los viajes que se presentaron en el Estudio y que posteriormente serán remitidas a la Oficina de Investigación para que, con ayuda de la Carta de la República Mexicana, sea calculado el kilometraje existente entre las dos poblaciones, mismo que es perforado en las tarjetas (E) estas son remitidas al Servicio de Computación Electrónico para iniciar una nueva etapa en el procesado. Es conveniente clasificar las tarjetas (E) por claves de poblaciones en orden alfabético, antes de continuar, puesto que probablemente, al ser manejadas en el cálculo de los kilometrajes, fueron revueltas, lo que ocasionará contratiempos en el proceso que se ha buscado sea rápido y eficaz.

La siguiente etapa consiste en intercalar en los rollos de cinta magnética la revisión, es decir las tarjetas maestras (E) previamente revisadas. Como se indica en el diagrama, este paso sirve únicamente para llevar a cabo la intercalación.

Si al efectuarse la intercalación faltan algunas maestras, estas deberán hacerse de inmediato para ser intercaladas, y concluir así una etapa más.

Para continuar el proceso, es necesario perforar, en una -

tarjeta de diseño normal, la fecha del estudio.

Utilizando los rollos de cinta magnética en lo que previamente fueron intercaladas las tarjetas (E) y empleando la tarjeta con la fecha del Estudio, estos son procesados según programa preparado de antemano, el cual produce los cuadros de resumen del Estudio, puesto que ordena a la máquina imprima el número de viajes, agrupando aquéllos que tengan el mismo origen y destino.

Este mismo programa también producirá los cuadros de resumen de carga, ya que es posible agrupar todos los viajes, que tengan una carga similar ordenando simplemente, sean agrupados los datos que presenten la misma perforación en la columna 35 de las tarjetas de diseño especial y que fueron transcritos a cintas magnéticas.

Los cuadros de resumen contienen los siguientes:

1o.- Variación Horaria, que comprende: Variación para cada sentido y en ambos sentidos en cada uno de los 7 días del estudio, proporcionando los datos por cada tipo de vehículo, así como el total diario en ambos sentidos y agrupando todos los tipos de vehículo. En cada uno de los días aparecerá el promedio horario en ambos sentidos y en el resumen de los 7 días, el promedio diario.

2o.- Frecuencia de viajes que comprende lo explicado en el punto de resumen de rutas.

3o.- Resumen de movimiento de carga y pasajeros, punto explicado anteriormente.

Para la localización rápida del lugar donde se efectuó el estudio de Origen y Destino, se hace un croquis de la zona señalando las ciudades importantes cercanas al lugar y éste se marca en forma notoria para su fácil identificación.

#### Aplicaciones.

Independientemente de la forma en que son tomados los datos de un estudio de Origen y Destino, los resultados obtenidos, tienen una serie de aplicaciones dentro de problemas de ingeniería, como son la localización óptima de una terminal de autobuses o camiones, la necesidad de una carretera directa, mejoramiento de rutas existentes, etc.

Por la índole de estos problemas, será necesario conocer la demanda en el transporte, que precisamente es el dato que, con bastante precisión, nos proporcionan los estudios de Origen y Destino; por consiguiente, es ésta una de las más importantes aplicaciones, el proporcionar datos para conocer la demanda de transporte.

Al conocer las necesidades de los usuarios, el ingeniero, estará en posibilidades de formular una serie de proyectos de nuevas obras o el mejoramiento de las ya existentes, que tiendan a satisfacer dichas necesidades. Respecto a obras viales, podrá analizar la demanda y formular "Itinerarios Alternos", es decir, una serie de proposiciones de mejoramientos o construcción de pequeños tramos, con el fin de aliviar el congestionamiento de una ruta y evi-

tar, en algunos casos, la construcción inmediata de unas carreteras directas que ocasionaría una fuerte inversión prematura.

Para obtener el tránsito probable de una nueva ruta, entre dos puntos no comunicados directamente, los resultados de los estudios nos permitirán aplicar la fórmula del tipo gravitacional y que es la siguiente:

$$T = K_{1-2} \frac{(P_1 P_2)^m}{D^n}$$

en donde:

- T = tránsito diario medio anual generado por las poblaciones 1 y 2
- $P_1$  = número de habitantes de la población 1
- $P_2$  = número de habitantes de la población 2
- $K_{1-2}$  = factores que dependen fundamentalmente del número medio de vehículo por habitante en las poblaciones 1 y 2.
- D = distancia entre las poblaciones 1 y 2
- m y n = parámetros.

El problema estriba en conocer el valor de los parámetros; para ello, se recurre a los resultados obtenidos en el estudio más cercano a la zona que se desea analizar. Para aplicar la fórmula, se eligen dos poblaciones con características parecidas a las que se deseara unir y cuyos viajes aparezcan en el estudio en cuestión,

es decir se conocería el valor de T. Por consiguiente, podrán darse valores a los parámetros hasta obtener dicho valor. Para iniciar los tanteos podrá partirse de experiencias obtenidas en otros países, - que señalan para  $\underline{m}$  un valor de 1 y para  $\underline{n}$  de 2.

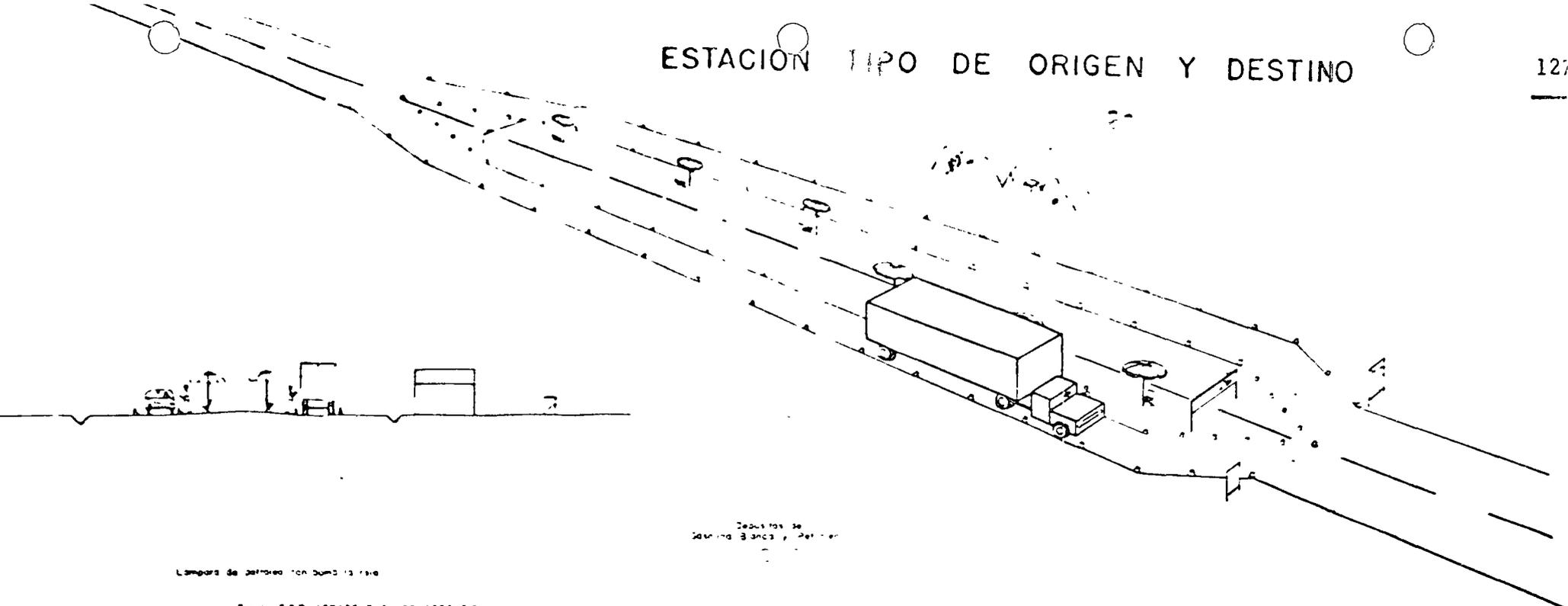
Siguiendo este procedimiento, podrán obtenerse valores de parámetros que, al aplicarse en la fórmula, ésta dé como resultado el tránsito probable tanto en poblaciones de tipo turístico, como - agrícolas e Industriales, dependientes naturalmente de los valores - de dichos parámetros.

Cabe aclarar que esta fórmula ha dado resultados satisfactorios cuando se trata de poblaciones de cierta importancia (más de 10 000 habitantes) según experiencias realizadas en países europeos y en los Estados Unidos de Norteamérica.

Se ha visto que, con los datos que aportan los estudios de Origen y Destino, es posible obtener el tránsito probable que circulará en una nueva ruta, considerando para ello, el análisis de las - diferentes rutas obtenidas, es decir se analiza únicamente la posibilidad de que el usuario utilizará la nueva obra, sin embargo, existen otros factores que determinan la decisión del usuario basados - en el comportamiento de éste.

A continuación, se presenta la síntesis de un estudio de - Origen y Destino efectuado en la carretera México-Tuxpan, así como la representación de una Estación tipo.

# ESTACION TIPO DE ORIGEN Y DESTINO



Lampara de petroleo con bombas a gas

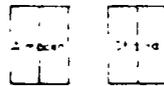
Señal "SOP AGRADECE SU COLABORACION"

Barrera con indicacion de DESVIACION a la izquierda y a la derecha y estados luminosos en los intermitentes

Señal de "ALTO"

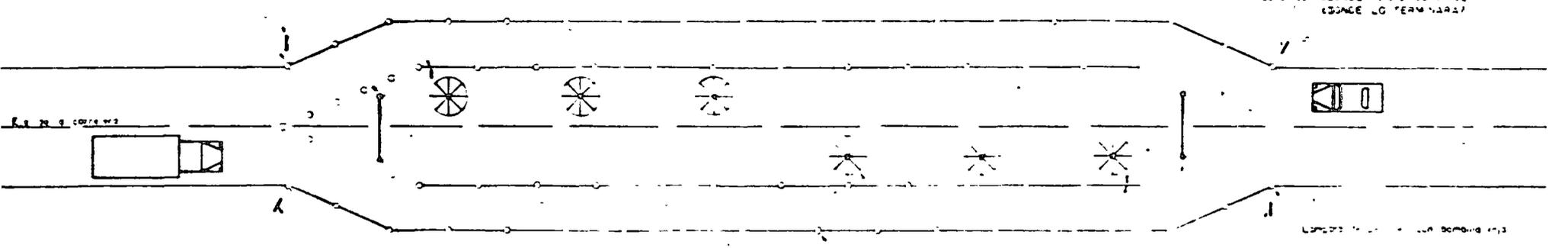
Señales de "Banco y Perros"

Señales de "ALTO"



Conos de A. y B. en las bocanillas de 70 cm. centro a centro

Señal de "¿DONDE INICIO SU VIAJE? ¿DONDE LO TERMINARA?"



Señal de "¿DONDE INICIO SU VIAJE? ¿DONDE LO TERMINARA?"

Barrera con indicacion de DESVIACION a la izquierda y a la derecha y estados luminosos en los intermitentes

Señal de "ALTO"

Señales de "Banco y Perros"

Conos de A. y B. en las bocanillas de 70 cm. centro a centro

E. I. :  
**J. M. PEREZ MUNE.**  
 MEXICO, 1968

El tiempo de espera en la estación de origen y destino es de 10 minutos

8.—TONELADAS TRANSPORTADAS POR TIPO DE PRODUCTO Y POR SENTIDO 127"

Hacia Torreón

	C-2	C-3	C-4	C-5	Sub total
Prod. forestales	31				31
Prod. agrícolas	410	399	73	33	915
Animales y sus prod.	72	29		69	170
Prod. Minerales	25	44	25	34	128
Petróleo y Deriv.	16	41	339	351	747
Prod. inorgánicos	33	56		18	107
Prod. industriales	732	2 177	1 600	1 961	6 470
Varios	185	589	508	514	1 796
<b>S u m a s</b>	<b>1 504</b>	<b>3 335</b>	<b>2 545</b>	<b>2 980</b>	<b>10 364</b>

Hacia Saltillo

	C-2	C-3	C-4	C-5	Sub total
Prod. forestales	48	392	727	495	1 662
Prod. agrícolas	504	1 453	605	430	2 992
Animales y sus prod.	83	79	25	33	220
Prod. minerales	9	81	15	79	184
Petróleo y deriv.	52	40	41	52	185
Prod. inorgánicos	57	198	113	66	434
Prod. industriales	401	1 245	1 004	1 148	3 798
Varios	43	34	47	60	184
<b>S u m a s</b>	<b>1 197</b>	<b>3 522</b>	<b>2 577</b>	<b>2 363</b>	<b>9 659</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>					<b>20 023</b>

9.—TRANSITO DIARIO

	Hacia Torreón	Hacia Saltillo	Ambos Sentidos
<b>Viernes</b>	400	354	754
<b>Sábado</b>	335	372	707
<b>Domingo</b>	317	307	624
<b>Lunes</b>	296	296	592
<b>Martes</b>	332	338	670
<b>Miércoles</b>	351	337	688
<b>Jueves</b>	320	350	670
<b>T o t a l</b>	<b>2 351</b>	<b>2 354</b>	<b>4 705</b>

A: Automóviles  
B: Autobuses  
C: Camiones

C-2: Camión de 2 ejes  
C-3: Camión de 3 ejes  
C-4: Camión de 4 ejes  
C-5: Camión de 5 ejes

## 10.—RUTAS PRINCIPALES

ESTUDIO NUM. 33

	Vehículos en la Semana				% del total	Promedio diario
	A	B	C	T		
1 MONTERREY-TORREON	410	102	622	1 134	24.10	162
2 SALTILLO-TORREON	274	46	125	445	9.45	63
3 PARRAS-TORREON	136	29	94	259	5.50	37
4 MONTERREY-DURANGO	66	26	153	245	5.21	35
5 MONTERREY-CHIHUAHUA	53		177	230	4.89	32
6 MONTERREY-CD. JUAREZ	31	51	83	165	3.51	23
7 MEXICO-TORREON	25	14	67	106	2.25	15
8 MONTERREY-DELICIAS	5		85	90	1.91	12
9 MONTERREY-PARRAL	11		75	86	1.83	12
10 LAREDO-TORREON	54	6	12	72	1.53	10
11 MONTERREY-GOMEZ PALACIO	21		44	65	1.38	9
12 SALTILLO-DURANGO	16	26	14	56	1.19	8
13 MONTERREY-MAZATLAN	24	4	28	56	1.19	8
14 MEXICO-CHIHUAHUA	8		45	53	1.13	7
15 MONTERREY-S. PEDRO LAS COLS.	16		37	53	1.13	7
16 PARRAS-POMONA	19	2	31	52	1.11	7
17 MEXICO-CD. JUAREZ	28		14	42	.89	6
18 REYNOSA-TORREON	11		29	40	.85	5
19 MONTERREY-CULIACAN	7		31	38	.81	5
20 PAULA-POMONA	29		7	36	.77	5
21 PIEDRAS NEGRAS-TORREON	24		11	35	.74	5
22 MONCLOVA-TORREON	14		20	34	.72	4
23 SALTILLO-S. PEDRO LAS COLS.	26		3	29	.62	4
24 SALTILLO-CHIHUAHUA	18		9	27	.57	3
25 MONTERREY-CD. OBREGON	6		19	25	.53	3
26 SALTILLO-EL MIMBRE	3		19	22	.47	3
<b>SUMAS:</b>	<b>1 335</b>	<b>306</b>	<b>1 854</b>	<b>3 495</b>	<b>74.34</b>	
409 Rutas con menos de 3 vehículos diarios:	538	18	654	1 210	25.66	
<b>TOTAL:</b>	<b>1 873</b>	<b>324</b>	<b>2 508</b>	<b>4 705</b>	<b>100.00</b>	

SINTESIS DEL ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO NUM. 33  
EFECTUADO DEL 18 AL 24 DE JUNIO DE 1965

CARRETERA Matamoros-Mazatlán  
TRAMO Saltillo-Torreón

Km 541.6  
ESTACION Paila

1.—VEHICULOS AFORADOS

Hacia Torreón	2 351
Hacia Saltillo	2 354
<b>T o t a l</b>	<b>4 705</b>

Promedio diario	672
Máximo horario	58
sábado 19 de 17 a 18 hs.	

2.—COMPOSICION DEL TRANSITO

	vol.	%
Automóviles	1 401	29.8
Pick-ups	472	10.0
Autobuses	324	6.9

Camiones	vol.	%
2 ejes	903	19.2
3 ejes	776	16.5
4 ejes	447	9.5
5 ejes	382	8.1
<b>Total camiones</b>	<b>2 508</b>	<b>53.3</b>

3.—RECORRIDO PROMEDIO POR TIPO DE VEHICULO

Automóviles	544.9 km
Autobuses	532.5 km
Camiones	647.5 km
<b>Promedio</b>	<b>598.8 km</b>

4.—PROMEDIO DE PASAJEROS POR VEHICULO

Automóviles	2.85
Autobuses	24.00

5.—PROMEDIO DE TONELADAS POR CAMION

Camiones 2 ejes	2.99
3 ejes	8.84
4 ejes	11.46
5 ejes	13.99
<b>Promedio</b>	<b>7.98</b>

6.—PASAJEROS-KILOMETRO

Automóviles	2 468 529
Autobuses	4 397 160

7.—TONELADAS-KILOMETRO

Camiones 2 ejes	1 663 938
3 ejes	4 872 384
4 ejes	3 801 842
5 ejes	4 760 023
<b>T o t a l</b>	<b>15 098 187</b>

## 2.- Tarjetas Postales.

Este método es un poco similar al 1, se usa generalmente para el tránsito pesado, ya que éste no puede ser detenido suficiente tiempo. Consiste en entregar a los conductores tarjetas postales, para que éstos posteriormente las llenen y las depositen en el correo.

La ubicación de las estaciones será donde el tránsito circule lentamente. (casetas de cobro, semáforos o señales de ALTO etc.,). Si no existieran algunos de estos elementos, la ayuda de un agente de tránsito será útil para que disminuya la velocidad y entregar las tarjetas. Si hubiese un 20% de tarjetas contestadas con respecto al total, se considera bueno para la exactitud. Las tarjetas deberán ser marcadas previamente con el número de la estación en que fueron entregadas, la hora de entrega y tipo de vehículo.

Posteriormente ocho ó diez analistas pueden clasificar hasta 40 000 tarjetas por mes. También se usará equipo electrónico para su procesamiento. La siguiente figura, muestra el tipo de cuestionario usado.

## 3.- Lectura de Placas de Vehículos en movimiento.

Este método es similar a los dos métodos anteriores. Solo que aquí los observadores anotan los tres últimos dígitos de las placas en cada estación por períodos cortos de tiempo (un minuto). La hora es marcada en la forma al final de cada interva

**ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO PARA LA AUTOPISTA DAN RYAN**

Este estudio es patrocinado por la ciudad de Chicago, el Condado de Cook y el Estado de Illinois

**POR FAVOR CONTESTE ESTAS PREGUNTAS Y ECHELA AL BUZON - NO NECESITA ESTAMPILLA**

TARJETA Num	3 5 9	ESTACION	8 4	FECHA	5 2 3 3	HORA		TIPO DE VEHICULO	
¿Dónde empezó este viaje?		A que hora salió de donde inició viaje?		¿Cuál es el propósito de este viaje?		Marque la autopista usada (Si la usó) en este viaje. Si no ha usado ninguna, por favor marque ninguna.			
Dirección				Al trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> A casa <input type="checkbox"/> A otros <input type="checkbox"/>		Avenida Lake Shore <input type="checkbox"/> Autopista Dan Ryan <input type="checkbox"/> Autopista Congreso <input type="checkbox"/> Autopista Noroeste <input type="checkbox"/> Autopista Calumet <input type="checkbox"/> Chicago Skyway <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/>			
Ciudad									
¿Dónde finalizó este viaje?		A que hora llegó a su destino final?		¿Con qué frecuencia hace este viaje cada semana?		¿Que calles usará para la mayor parte de su viaje?			
Dirección				5 veces o mas <input type="checkbox"/> 3 veces <input type="checkbox"/> vez <input type="checkbox"/> rara vez <input type="checkbox"/>		Calle de este-oeste <input type="checkbox"/> Calle de norte-sur <input type="checkbox"/>			
Ciudad									
¿Dónde dejó la autopista en este viaje?		Muchas gracias por su cooperación							
		Nombre de la calle							

**ORIGEN Y DESTINO**

HOJA DE CAMPO

ESTACION Num \_\_\_\_\_

UBICACION				DIRECCION DEL TRANSITO			
PLACA Num	HORA	CAMION O AUTOBUS	FUERA DEL ESTADO	PLACA Num	HORA	CAMION O AUTOBUS	FUERA DEL ESTADO

FECHA \_\_\_\_\_ ANOTADOR \_\_\_\_\_

lo. Conforme un vehículo pasa por la estación, se anota su número de placa, lo que permite trazar el recorrido del vehículo a través del área que está siendo estudiada. Para el propósito de este estudio, el origen es el lugar donde el vehículo es observado primero y el destino donde es observado por última vez.

Este método es especialmente adaptable a lugares donde el tránsito es demasiado pesado para ser detenido para la encuesta de conductores. Además, tiene la ventaja de permitir a los observadores obtener datos sin depender de la cooperación de conductores individuales como fue el caso con los métodos Nos. 1 y 2.

Debe tenerse mucho cuidado al elegir los puntos de observación. Deberá ser evitada la elección de puntos tan 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. Debe ser hecho en un día, debe ser continuo y cada punto de entrada y salida debe ser estudiado. Una desventaja importante es que mientras los observadores en cada estación pueden registrar una gran cantidad de números de placas, la cantidad de placas que hacen juego con aquéllas registradas en otra estación puede ser baja. Este método no produce ninguna información sobre el propósito de los viajes ni sobre viajes en tránsito o información sobre estacionamiento de vehículos. El uso de grabado

ras en las estaciones ha tenido éxito, con la ventaja de permitir el registro de una proporción más alta de placas que la que sería posible obtener de otra manera.

El resumen requiere de considerable número de personas. Se requiere una gran cantidad de trabajo manual para cotejar los números de placas anotados en las hojas de campo de cada estación cercana de O y D, con el fin de trazar la ruta de cada vehículo. Es conveniente utilizar, para este resumen, dispositivos mecánicos de tabulación tales como el equipo electrónico de procesamiento de datos. Usualmente no se pueden anotar más de un 60% de los números de placas a través de este estudio. El tiempo entre observaciones de un vehículo indicará, con regular exactitud, si hubo paradas en el distrito comercial; pero el conocimiento de ese lapso no permite asegurar el propósito de la parada.

Las figuras siguientes muestran las formas que pueden ser usadas para registrar las placas. En estudios pequeños solo necesitan ser registrados los tres últimos números de las placas.

Método Núm. 4.- Tarjetas sobre el vehículo.- Otro método del vehículo en movimiento, que no depende de la completa cooperación de los conductores, es el método de la tarjeta sobre el vehículo. -



EST. S AÑO MES DIA D/S

--	--	--	--	--	--

ESTUDIO EN: \_\_\_\_\_

I <sub>V</sub>	HORA	MIN.	SEG.	P	L	A	C	A
----------------	------	------	------	---	---	---	---	---

T <sub>V</sub>	HORA	MIN.	SEG.	P	L	A	C	A
----------------	------	------	------	---	---	---	---	---

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

Datos tomados por: \_\_\_\_\_

Pasa a la hoja N° \_\_\_\_\_

Puede ser usado cuando el tránsito es demasiado pesado para la realización de encuesta a los conductores y cuando las limitaciones de personal hacen prohibitivo 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 recogida al salir de la ruta o zona en estudio. Cuando el vehículo sale de la ruta o zona, se registra la hora, estación, dirección del viaje y cualquier otra información en la tarjeta clasificada. Si el tránsito es demasiado pesado, las tarjetas pueden ser agrupadas y empaquetadas de acuerdo a los períodos anotándose el tiempo en la tarjeta de arriba, en cada paquete. Esto servirá para identificar la hora para todas las tarjetas en el paquete durante el análisis. Este método produce resultados con las mismas ventajas y desventajas del método - Núm. 3.

Una variación de este método es el de "Luces encendidas". - En éste, se usan señales para solicitar de los conductores que entran a la zona de estudio que enciendan sus luces altas durante un tiempo especificado. Se hacen recuentos de los vehículos con las luces encendidas en cada punto de salida. Se debe llevar una cuenta de vehículos en el punto de entrada, para determinar el número de conductores que cumplen con la petición.

El método puede ser usado con el tránsito más intenso, ya que no interfiere con el flujo del mismo. Obviamente, el método só-

lo puede ser usado durante las horas del día. Si bien sólo una entrada puede ser verificada a una hora dada, otros accesos pueden ser estudiados en días similares. Debido a que se requiere la cooperación voluntaria del conductor, una publicidad anticipada es especialmente importante para el éxito del estudio.

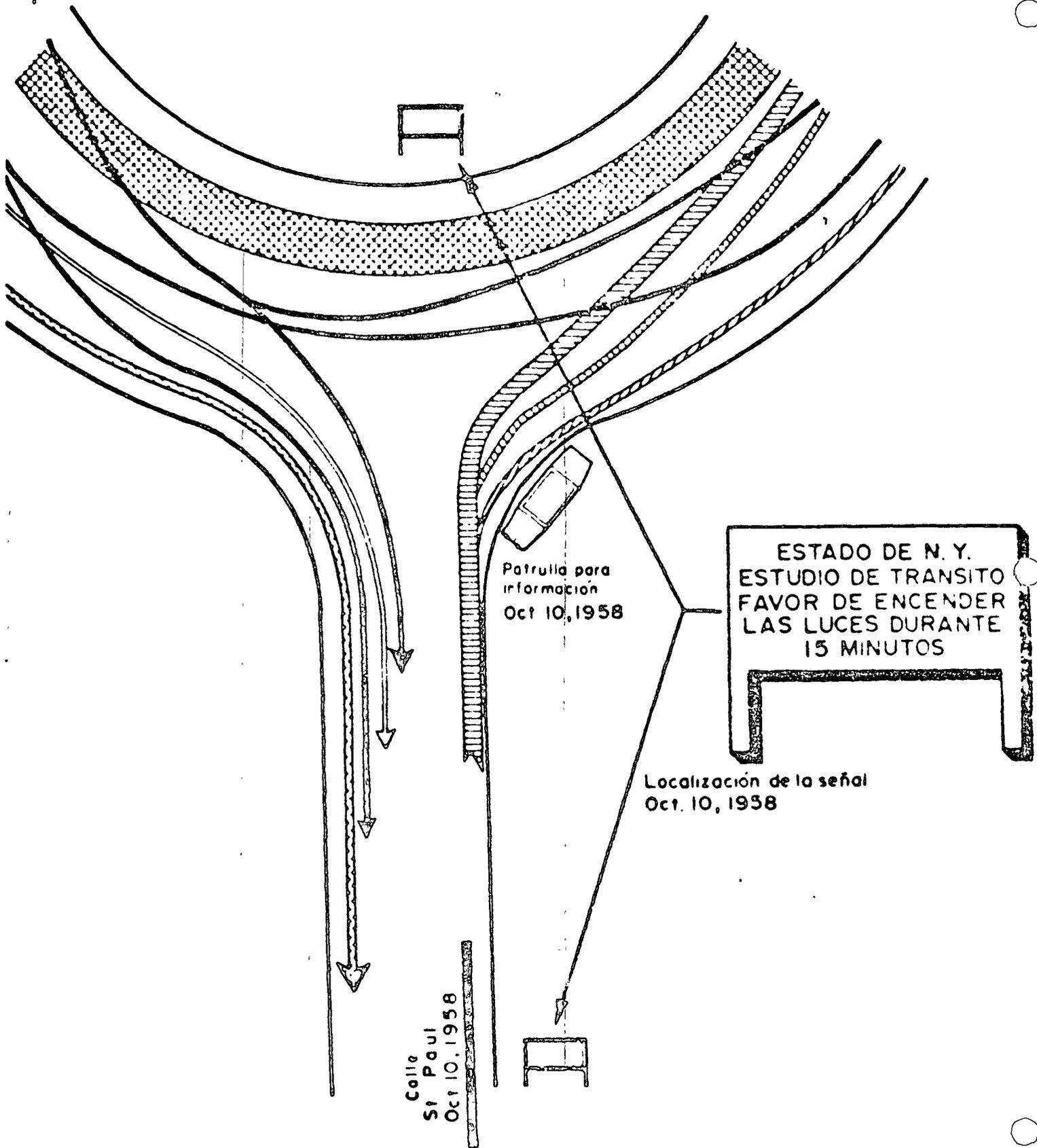
La figura 4-7 muestra la señal que fué usada por el Departamento de Obras Públicas de Nueva York usando el método de luces encendidas.

La figura 4-8 muestra los resultados del estudio.

Método Núm. 5. Placas del vehículo estacionado.- 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 Registro Federal de Vehículos, para obtener las direcciones del origen.

Si se está llevando a cabo un estudio de estacionamiento de un área extensa, los números de las placas pueden ser usados para este estudio de O y D. Representando gráficamente con puntos la ubicación de cada casa, se produce un mapa mostrando el origen de cada vehículo estacionado en la zona comercial, en un día específico.

Sin embargo, este método no proporciona información sobre otros viajes aparte de aquéllos al centro de la ciudad; no revela nada

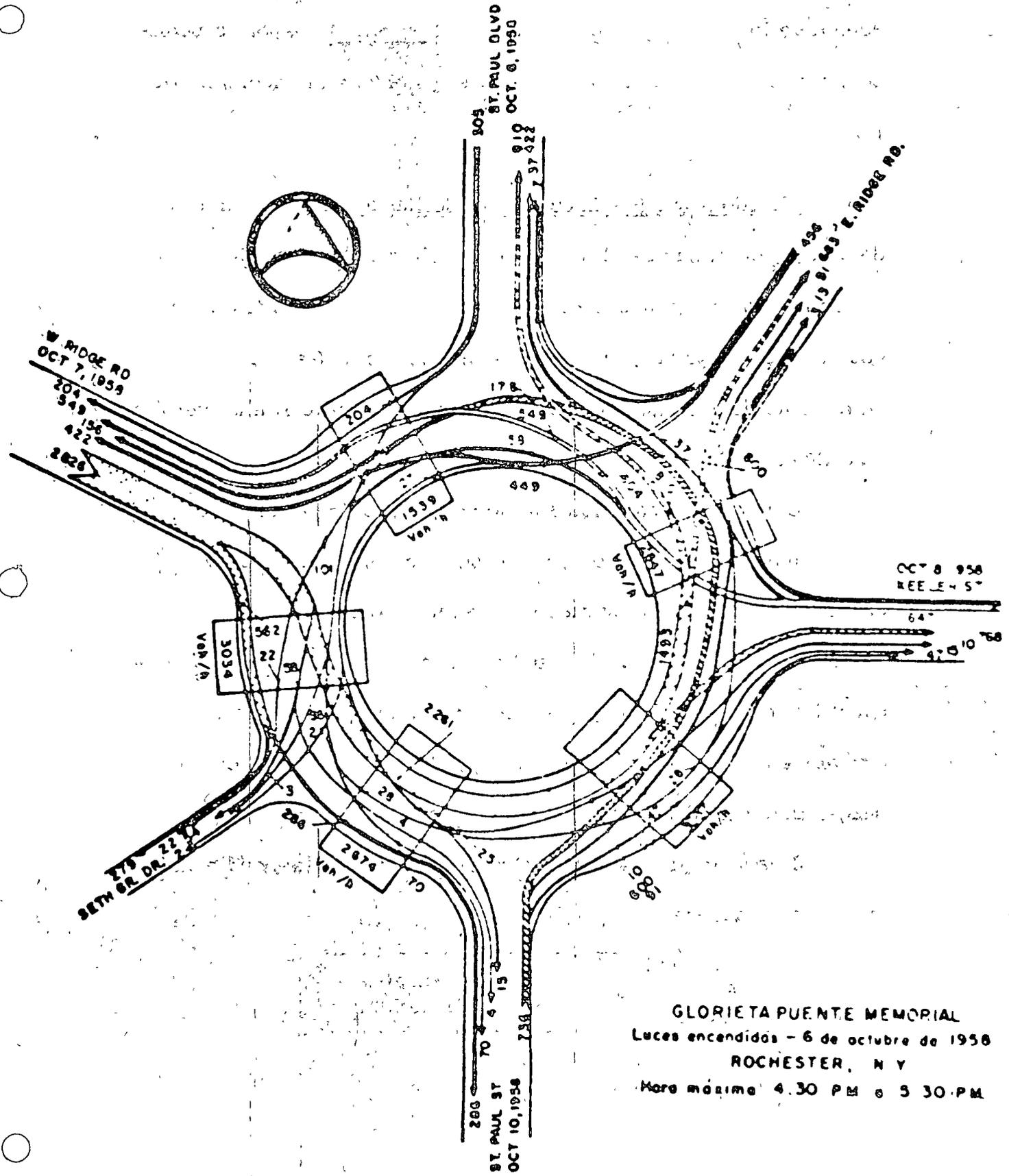


Patrulla para  
informacion  
Oct 10, 1958

ESTADO DE N. Y.  
ESTUDIO DE TRANSITO  
FAVOR DE ENCENDER  
LAS LUCES DURANTE  
15 MINUTOS

Localización de la señal  
Oct. 10, 1958

Calle  
St Paul  
Oct 10, 1958



**GLORIETA PUENTE MEMORIAL**  
Luces encendidas - 6 de octubre de 1958  
ROCHESTER, N Y  
Hora máxima 4.30 PM a 5.30 PM

acerca de los pasajeros del automóvil o taxi o en transportes públicos; tampoco explica el propósito o tiempo en que fué hecho el viaje.

Método Núm. 6. Encuesta domiciliaria. - Este es un tipo de estudio en el que 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 metropolitana (ver Método Núm. 12).

Dentro del área estudiada se selecciona una muestra de todas las unidades habitacionales, y todos los ocupantes de las unidades elegidas son entrevistados en relación con los viajes hechos en las últimas 24 horas. El estudio puede ser combinado con la encuesta de conductores o los cuestionarios de tarjeta postal del tránsito que entra y sale de la zona de estudio, con el fin de tener una imagen casi completa del patrón del tránsito.

El tamaño de la muestra elegida es variable, dependiendo de la población del área en estudio.

Ciudad Rango Hbts. (miles)	Muestra Requerida.
50 - 150	1 en 8
150 - 300	1 en 10
300 - 500	1 en 10
500 - 1000	1 en 20
1000	1 en 25

Las unidades habitacionales de la muestra donde se realizan las encuestas, son usualmente elegidas a través de uno o más de - entre varios procesos; el uso de mapas del directorio de la ciudad; de las estadísticas censales por manzana y de los mapas de uso de la tierra, si están disponibles. Los registros de la oficina de aguas, los registros de las contribuciones y los muestreos de campo, son - también usados a menudo. La unidad habitacional individual es ele gida e identificada por calle y número y es registrada junto con - otros datos de identificación y control en el programa de entrevistas de campo y en las formas de campo. Es conveniente la publicidad - previa para una máxima cooperación del público. La información por adelantado concerniente al estudio es a menudo suministrada en tar - jetas postales que se envían al propietario de cada unidad habitacio - nal pocos días antes de la entrevista. Las entrevistas son realiza - das dentro de los hogares elegidos, apartamentos, etc., anotándose la información sobre todos los viajes hechos por los residentes (gene - ralmente limitado a personas mayores de cinco años) el día previo a la entrevista. La exactitud de este estudio radica en gran parte, en la obtención de la entrevista en la unidad habitacional pre-elegida y en poder hacer contacto con todos los residentes de la misma. Regre - gresar otra vez es mejor que la alternativa de entrevistar al residente de la siguiente puerta o a otro vecino. Es preferible desarrollar el - trabajo de campo sobre un período largo para cubrir los cambios esta - cionales. (4 a 6 meses)

Bajo condiciones favorables puede esperarse una entrevista por hora incluyendo vueltas de regreso y tiempo de viaje entre unidades comiciliarias.

Las ventajas de este método incluyen los datos muy completos, ya que todo recorrido de residentes es registrado según forma y personal.

La encuesta a domicilio requiere una preparación cuidadosa. Se requieren de 3 a 6 meses, para dicha preparación, según sea el tamaño de la ciudad.

En las encuestas a domicilio se necesita obtener correlaciones entre demanda de transporte y factores socioeconómicos, es esencial conocer estos factores por zonas, especialmente datos del uso del suelo.

Una vez que se determina el tamaño de la muestra, se programará el período de la encuesta y la distribución de entrevistas a lo largo del mismo, así como la distribución de la muestra entre las diferentes zonas de la ciudad. A los resultados que se obtienen en cada zona se le debe aplicar un factor de expansión:

$$F = \frac{A - (C \times A/B)}{B - (C + D)}$$

siendo:

- A = No. de viviendas en la zona
- B = No. de viviendas en la muestra inicial
- C = No. de viviendas vacías o inexistentes
- D = No. de viviendas no entrevistadas.

Los datos finales se referirán al volumen promedio diario o las horas de máxima demanda.

En las fases previas se seleccionan y entrenan los equipos de entrevistadores, se preparan las formas impresas de campo, se seleccionará la muestra, se programará el conjunto de los trabajos, etc. Cada grupo de entrevistadores deberá constar de: Un jefe de grupo y 15 entrevistadores como máximo. Cada entrevistador efectuará aproximadamente de 40 a 60 entrevistas por semana.

De las entrevistas se obtiene información referente a los viajes efectuados por cada miembro de la familia o residente en la vivienda mayor de 5 años de edad, en un día determinado y el tipo de transporte utilizado.

En la figura siguiente se observan las formas utilizadas.

Método Núm. 7. 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. Como en el método Núm. 6, este estudio puede ser combinado con encuesta de conductores o estudios con cuestionarios de tarjeta postal del tránsito que entra y sale de la zona de estudio, con el fin de tener una imagen casi completa del patrón vehicular. Los elementos no obtenidos son los patrones de taxis y transporte masivo. Se solicita al receptor de la tarjeta que indique todos los via

19  
**ESTUDIO DE TRANSPORTACION EN EL AREA METROPOLITANA DE \_\_\_\_\_**

**RESUMEN DE UNIDAD FAMILIAR**

DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE E.U.A.  
OFICINA DE CAMINOS PUBLICOS

Número anterior \_\_\_\_\_  
Dirección de la persona entrevistada \_\_\_\_\_  
Número siguiente \_\_\_\_\_

Fecha del viaje \_\_\_\_\_  
Mes \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Día de la semana \_\_\_\_\_

Tipo de estructura \_\_\_\_\_  
1 Simple-Separada      4. 5-19 Apartamentos  
2 Simple-Unida      5 20 ó más apartamentos  
3 2-4 Apartamentos      6 Casa de huéspedes, dormitorio

7. Hotel  
8 Motel  
9 Casa de descanso  
0 Otros (especifique) \_\_\_\_\_

A ¿Cuántos autos son propiedad de personas que viven en esta casa? (incluye Compañía-Propietarios de vehículos) \_\_\_\_\_  
B ¿Cuántas personas viven aquí? \_\_\_\_\_  
C ¿Cuántos tienen 5 años de edad o más? \_\_\_\_\_  
D Información de la casa: \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo tiene el jefe de familia viviendo en esta casa? \_\_\_\_\_

Personas Num	Si fue entrevistada	Sexo y Raza	Identificación de la persona	Clave	Ocupación e Industria	Viajes	
						Si	No
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
			Viajes (con viajes)				

E Número de viajes reportados en esta dirección todos los viajes \_\_\_\_\_ viajes de conductor de carro \_\_\_\_\_  
F Número de personas de 5 años de edad o mayores que hacen viajes \_\_\_\_\_  
G Número de personas de 5 años de edad o mayores que no hacen viajes \_\_\_\_\_  
H. Número de personas de 5 años de edad o mayores con viajes desconocidos \_\_\_\_\_  
I Factor \_\_\_\_\_

Tarjeta \_\_\_\_\_  
Condado o ciudad \_\_\_\_\_  
Manzana Núm \_\_\_\_\_  
Cuadró Núm \_\_\_\_\_  
Muestra Núm \_\_\_\_\_  
Subzona Núm \_\_\_\_\_  
Mes y día \_\_\_\_\_

Raza \_\_\_\_\_

1

Teléfono Núm . . . . .  
Registro administrativo \_\_\_\_\_  
Entrevistador \_\_\_\_\_

**LLAMADAS**

FECHA	HORA
(1) _____	_____
(2) _____	_____
(3) _____	_____
(4) _____	_____

REPORTE ENTREGADO INCOMPLETO

Fecha \_\_\_\_\_  
Causa \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Comentarios del supervisor \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Reporte completo \_\_\_\_\_ (Fecha) \_\_\_\_\_ (Inicial)  
Entrevistas comprobadas \_\_\_\_\_ (Inicial)  
Clasificado por \_\_\_\_\_ (Inicial)  
Clasificación revisada por \_\_\_\_\_ (Inicial)

Figura 4-9a Hoja de campo de encuesta domiciliaria

REPORTE DE VIAJES INTERNOS

HOJA DE

TARJETA  CONDADO  O CIUDAD  MANZANA  CUADRA  MUESTRA Núm.  SUBZONA  DIA Y MES DEL VIAJE

1 Ocupación Industria	2 Persona Núm.	3 Viaje Num	4 Serie Mes	5		6		7		8		9		10		11 Auto per Cooperación	12 No pasajeros incluyendo conductor	13 Clase de estaciona- miento
				¿Donde empezó este viaje? (Origen)		¿Donde finalizó su viaje? (Destino)		Forma de viaje		Hora de -		Propósito del viaje		Uso de la tierra en				

Figura 4-9b Hoja de campo de encuesta domiciliaria (parte posterior)



jes de su vehículo hechos un día después de que la tarjeta es recibida, normalmente un día entre semana. La fuente potencial de desconfianza viene de la posibilidad de conseguir una mejor respuesta de profesionistas y otros grupos de ingresos altos, que de los grupos de ingresos económicos más bajos. Se usan tarjetas de diferentes colores para automóviles particulares y camiones. Los nombres y direcciones de los propietarios del vehículo son obtenidos del Registro Federal de Vehículos. Las tarjetas son marcadas de acuerdo con la zona del domicilio, antes de enviarlas y haciendo tabulaciones del número de tarjetas de cada clase de vehículo enviado a cada zona, para permitir una estimación apropiada del total de viajes con base en las tarjetas regresadas.

Los propietarios de flotillas de camiones (propietarios de tres o más camiones) pueden ser abordados personalmente, en vez de hacerlo por correo, para asegurar la máxima exactitud de este relativamente pequeño pero importante grupo.

Un estudio de este tipo hecho en Canton, Ohio, obtuvo un 53% de tarjetas regresadas de las 27,000 enviadas por correo. La forma del cuestionario usada, es ilustrada en la figura 4-10.

# ESTUDIO DE TRANSITO DE LA CIUDAD DE CANTON

Autorizado por disposición del CONSEJO DE LA CIUDAD DE CANTON, según número de orden 2803-47 y con la participación del Departamento de Carreteras de Ohio

Por favor enliste en la parte de abajo TODOS los viajes hechos por su vehículo "un día después de que reciba su tarjeta" con excepción de los viajes en sábado y domingo. Si su vehículo no viaja, anote "NINGUNO" en toda la cara de su tarjeta. Tan pronto como la haya llenado deposítela en el buzón del correo; no necesita estampilla.

**VIAJE Núm. (Origen-Lugar donde estaba estacionado) (Destino-Lugar donde terminó el viaje)**

1. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
2. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
3. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
4. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
5. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
6. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
7. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
8. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

**NO FIRME CON SU NOMBRE**

Lea las instrucciones cuidadosamente. llene la tarjeta póngala en el correo de inmediato

1-Usted y su carro, y los viajes que haga cada día, son importantes para la solución de nuestros problemas de tránsito. Canton es elegible para fondos Estatales y Federales para ayudar al mejoramiento de sus calles. "Si nosotros llenamos sus requisitos" Estos fondos serán de los impuestos que usted pague a su tiempo. Devolviendonos esta tarjeta, ayudará materialmente a conseguir estos fondos para Canton. **POR FAVOR LLENE LA TARJETA - Y ENVIENOSLA.**

2-¿Qué se considerará como un viaje? Respuesta: La señora Smith lleva su esposo a su trabajo — Este es un viaje. De aquí, la señora Smith va a la tienda — este es otro viaje. La señora Smith después va a su casa — este es otro viaje. En otras palabras "Cualquier viaje de aquí a allá es un viaje."

3-El "origen" y "destino" puede anotarse como una dirección - 123 First ST. O una intersección como 12th y Gibbe NE. O como un lugar, La Suprema Corte, Renkert Bldg etc. Si es un lugar que tiene varias calles, como Republic Steel 8th ST, o Timken, Duebar Ave, ponga el lugar y las calles, o la calle que está sobre donde este el destino. No diga fui de la casa al trabajo, no queremos saber donde vive ni donde trabaja.

4-Usted habrá hecho una buena labor si después de terminar de llenar esta tarjeta, cualquier otra persona puede leer y decir rápidamente donde empezaron y donde terminaron los viajes.

5-Si tiene alguna dificultad en llenar la tarjeta, para ayudarlo llame a cualquiera de los siguientes números de teléfonos: 3-4503, 4-5175, 6254, 5321

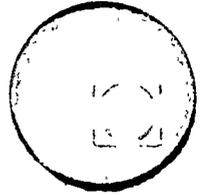
6-Si usted hace más de 8 viajes, anótelos en cualquier otro hoja y envíenosla, o tráigala a la oficina de estudio.

7-NO DEJE DE LLENAR LA TARJETA QUE SE ANEXA NI DE DEPOSITARLA EN EL CORREO. Gracias

Director del estudio



centro de educación continua  
 facultad de ingeniería, unam



**ESTUDIOS DE TRANSITO**

**ESTUDIO DE TRANSITO Y NORMAS DE PROYECTO  
 PARA ESTACIONAMIENTOS**

**ING. SERGIO VILLAFLORES RODRIGUEZ**

## I N D I C E

1. - Generalidades
2. - Diferentes tipos de estacionamiento
3. - Estudios
4. - Normas de proyecto para estacionamientos
5. - El problema del estacionamiento en el D. F.
6. - Soluciones al problema de estacionamiento en el D. F.
7. - Conclusiones .

## 1. - GENERALIDADES.

El estacionamiento es una necesidad imprescindible de todo conductor de vehículo, ya que al principio y final de su viaje requerirá de un espacio para dejarlo por un tiempo, que puede ser variable dependiendo de la actividad que lleve a cabo.

De acuerdo con lo anterior el problema del estacionamiento es una consecuencia inevitable de la "Era Motorizada".

Puede afirmarse que el vehículo de motor de combustión interna en la forma que lo conocemos actualmente, forma parte y nació con el siglo XX. Durante los últimos 60 años, el vehículo de motor ha sufrido cambios notables, principalmente en su potencia, velocidad y comodidad y se ha incrementado su número en forma extraordinaria. En la tabla I se indican las cifras correspondientes al número de vehículos de motor, a través de los años, para palpar su tremendo desarrollo (1)

T A B L A 1

AUMENTO DE VEHICULOS A TRAVES DE LOS AÑOS  
(Incluyendo solo automóviles, autobuses y camiones)

AÑO	MEXICO	ESTADOS UNIDOS	Total en el mundo
1895	-	4	
1896	-	16	
1897	-	90	
1898	- 1	800	
1899	-	3,200	
1900	-	8,000	
1910	-	468,500	
1920	-	9' 239,161	
1924	42,858	17' 612,940	
1930	87,665	26' 531,999	
1940	145,708	32' 453,233	45'422,411
1950	302,798	49' 161,691	63'200,500
1960	802,630	73'901,500	121' 541,265
1969	1' 670,480	104' 702,000	230'720,000
1972	2' 148,639	118' 618,162	270'000,000 (aprox)

(1) Rafael Cal y Mayor, I. C., I. T. -Ingeniería de Tránsito págs. 7, 11 y 13. Editorial:

En la tabla 2, se indican las cifras correspondientes a la clasificación por tipo de vehículos en el Distrito Federal, en el año de 1972.

T A B L A 2

CLASIFICACION POR TIPO DE VEHICULOS EN EL DISTRITO FEDERAL, EN EL AÑO DE 1972.

Automóviles	728,519	88.3 %
Autobuses	10,161	1.2 %
Camiones	86,640	10.5 %
Total:	825,320	100.0 %

De acuerdo con los datos estadísticos anteriores, en el año de 1972, el Distrito Federal tuvo el 40%, en cifras cerradas, del total de vehículos registrados en la República Mexicana, predominando el automóvil en forma considerable.

En 1972, en el Distrito Federal, se generaron 13 millones de viajes persona por día. La distribución por medio del transporte fué la siguiente: (1)

Ferrocarril metropolitano .	1'400,000	10.8 %
Autobuses urbanos, sub-urbanos y foráneos .	6'600,000	50.7 %
Trolebuses y tranvías	610,000	4.7 %
Taxis convencionales y de ruta fija .	1'600,000	12.3 %
Automóviles particulares y oficiales .	2'500,000	19.2 %
Motocicletas y bicicletas	300,000	2.3 %
Total:	13'010,000 Viajes persona por día	(100%)

o sea que, aún cuando el automóvil predomina en el total de vehículos con el 88.3 %; únicamente generaron 19.2 % de viajes persona por día, del total por medio del transporte.

(1) Ing. Rafael Cal y Mayor. Tránsito y Transportes en la Ciudad de México. 1973.

Respecto a las calles de las ciudades, la mayoría de ellas se trazaron para la circulación de peatones, caballos y carretas, no estando adaptadas al tránsito de los vehículos de motor, mucho menos al estacionamiento en ellas. Pero debido a la carencia de espacios de estacionamiento fuera de la vía pública y al incremento explosivo de los vehículos, se tuvo la necesidad de permitir que se estacionaran en la calle, disminuyendo la capacidad de paso, provocando el congestionamiento de las mismas.

Es de preverse que en el futuro continuará creciendo aceleradamente el número de vehículos, de acuerdo con las tendencias que se registraron en los últimos años y consecuentemente se agravará el problema de la falta de estacionamiento, si no se procede de inmediato a elaborar un plan adecuado de construcción de estacionamientos para el servicio público, así como un reglamento que proporcione las bases de demanda de espacios para estacionamiento que genera el uso del suelo y las normas de proyecto para garantizar la operación correcta en el interior de los estacionamientos.

## 2. - DIFERENTES TIPOS DE ESTACIONAMIENTO.

### a. - Por su ubicación:

Existen dos modalidades fundamentales del estacionamiento: en la vía pública o en inmuebles.

El estacionamiento en la vía pública puede ser libre o controlado. El libre como su nombre lo indica no existe ninguna restricción para dejar un vehículo cerca de la acera. El controlado dispone de señales o dispositivos que restringen el tiempo para utilizarlos.

El estacionamiento en inmuebles o fuera de la vía pública, puede ser de servicio público o particular. De servicio público son aquellos que cobran o no por el servicio. Los particulares son los destinados a

cierto grupo de usuarios. El estacionamiento en inmuebles puede ser en lotes o en edificaciones.

4

b. - Por su operación:

Por su operación los estacionamientos se dividen en: autoservicio, atendidos por choferes acomodadores y electromecánicos.

Los estacionamientos de autoservicio son aquellos en que el propio usuario estaciona su vehículo en el interior del mismo y lo saca de la misma manera.

Los estacionamientos atendidos por choferes acomodadores, como su nombre lo dice, los usuarios dejan y recogen sus vehículos en el acceso del predio y los choferes acomodadores los estacionan y sacan del interior del inmueble.

Los estacionamientos electromecánicos son aquellos que una vez que los usuarios abandonan sus vehículos en el acceso al predio, únicamente por medios electromecánicos los introducen y sacan.

c. - Por la disposición de los cajones de estacionamiento:

Los cajones de estacionamiento pueden estar dispuestos en cordón y en batería. En cordón si los cajones de estacionamiento están dispuestos paralelamente a la circulación de los vehículos. En batería si los cajones presentan un ángulo de inclinación.

d. - Por la actividad de los usuarios:

Los tipos de estacionamiento que corresponden a la actividad de los usuarios, son los siguientes: (1)

Trabajo. - El estacionamiento es por largo tiempo, generalmente por todo el período de horas laborales. El que vá a trabajar desea esta

---

(1) Guido Radelat Egues. Manual de Ingeniería de Tránsito, página 373. Editorial: Talleres Gráficos Mundial, S. R. L. Buenos Aires, Argentina. 1964.

cionar su vehículo sin que le cueste o con tarifas módicas,

Habitación. - El estacionamiento es por largo tiempo, generalmente - 5  
en horas nocturnas.

Negocios. - El estacionamiento es de corto tiempo. En estos casos el poseedor del vehículo está dispuesto a pagar tarifas elevadas.

Compras. - El estacionamiento es de corto tiempo y en algunos casos llegan a ser de 2 o 3 horas. El comprador tiene libertad de irse a otro lugar si le resulta difícil estacionarse.

Diversiones. - Períodos de estacionamiento de más de 2 horas y el costo del estacionamiento no es un factor que se valora mucho.

### 3. - ESTUDIOS.

Los estudios de estacionamiento pueden tener como finalidad el conocer lo siguiente: la demanda, la oferta, la duración y el índice de rotación.

a. - La demanda de estacionamiento.

Se llama así a la necesidad de espacios para estacionar que existe en un área determinada. Como la demanda varía con el tiempo, es preciso indicar la hora en que se manifiesta.

Los estudios de demanda de estacionamiento tienen por objeto prever la demanda futura en zonas de nuevo desarrollo o en zonas urbanas existentes.

La demanda de estacionamiento en un área determinada se mide de dos maneras:

a'. - El número de vehículos estacionados en cierto momento.

b'. - La acumulación de vehículos estacionados en un determinado tiempo.

La demanda se mide tomando en cuenta tanto los vehículos estacionados en la calle como los que se encuentran fuera de ella o sea en los lotes o edifi<sup>6</sup> ficaciones.

El área de influencia de un determinado estacionamiento está en función de la distancia promedio que está dispuesta a caminar un conductor, desde su origen o destino final hasta el lugar donde tiene estacionado su automóvil. Esta distancia varía de lugar a lugar y está íntimamente ligado con el tamaño de la población. En la gráfica 1 se indican estas distancias de acuerdo con el tamaño de la población. Se observa que se incrementan las distancias que camina un conductor entre mayor es la población (1)

La demanda de estacionamiento está en función directa del uso del suelo. Si este último se modifica habrá que tomar en cuenta la demanda futura que generará dicho cambio.

Para calcular la demanda futura de un estacionamiento se deberá de considerar las tendencias de crecimiento que se prevea para la ciudad en su conjunto y el desarrollo futuro que pueda ocurrir en especial en el área de estudio.

La tendencia del crecimiento del tránsito en la ciudad, se determina inter-relacionando los factores que afectan la naturaleza del mismo, que son: población, vehículos y viajes expresados en términos de vehículo-km.

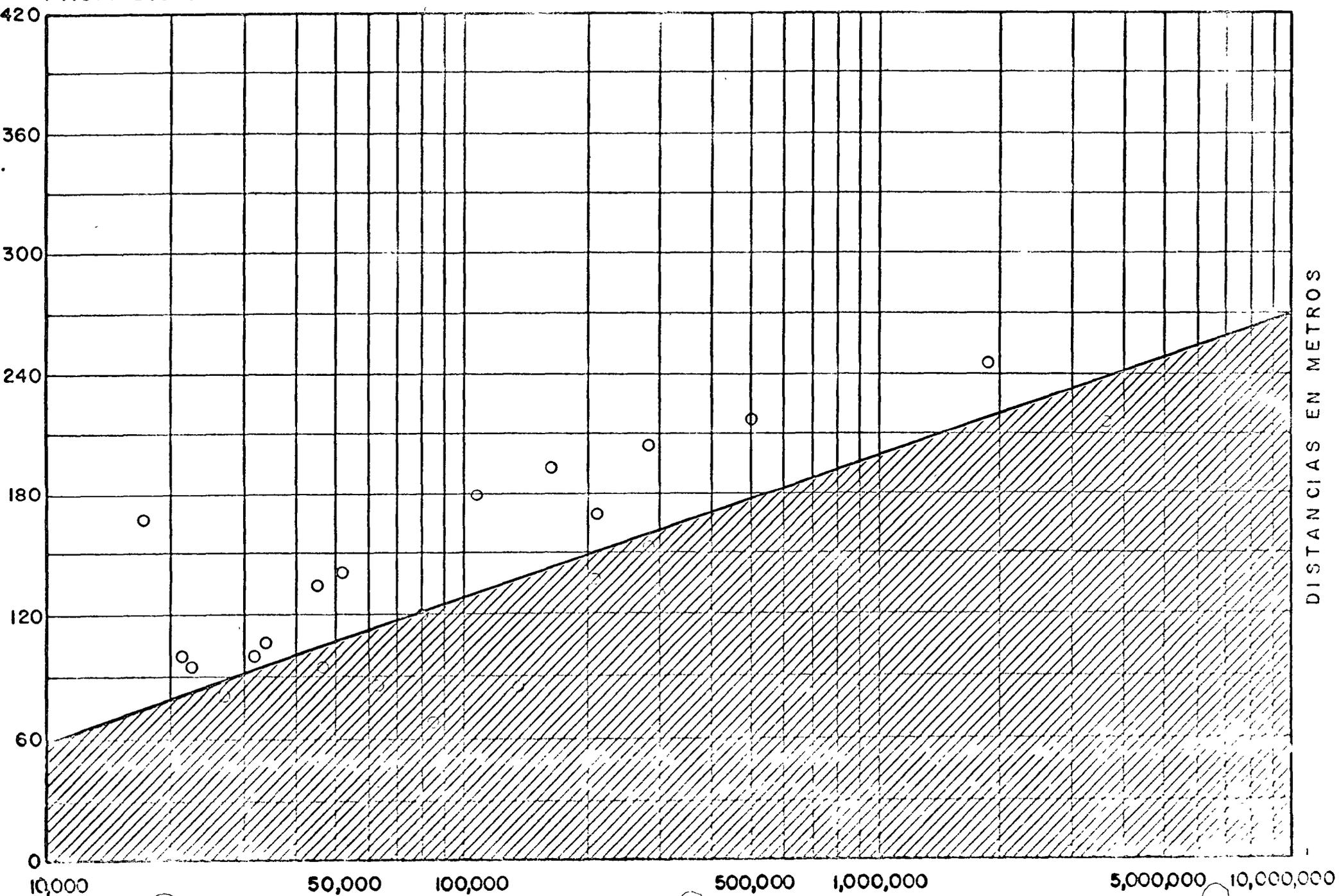
Las tasas de incremento del tránsito en el Distrito Federal, resultantes de la inter-relación de los factores antes mencionados, fueron las siguientes, a partir del año de 1970 (1) :

Para 1975.....	21%
Para 1980.....	46.2%
Para 1985.....	61.2%

---

(1) Estudio de Demanda de Estacionamientos en las Zonas de Influencia del Mercado de La Lagunilla. Ingeniería de Tránsito y Transportes, S.A. -México, D.F. 1971.

PROMEDIO DE LAS DISTANCIAS A CAMINAR EN RELACION A EL AREA DE LA POBLACION URBANA \*



\* (FUENTE: PARKING IN THE CITY CENTER, 1965)

GRAFICA 1

POBLACION

b. - La oferta de estacionamiento.

La oferta de estacionamiento en un área determinada es un inventario - 8 del número de espacios de estacionamiento con que cuenta, ya sea en la calle o fuera de ella. Se mide en número de vehículos.

En un plano a escala 1:2500 del área de influencia, se indican los espacios de estacionamiento existentes en cada manzana y en la calle. Además se indican los tramos de calles donde existen restricciones de estacionamiento y donde estas restricciones no se respetan. En la figura 1 se ilustra un ejemplo.

c. - La duración.

Al mismo tiempo que se lleva a cabo el estudio de demanda de estacionamiento se realiza el estudio de duración. La duración es el tiempo que permanece estacionado un vehículo.

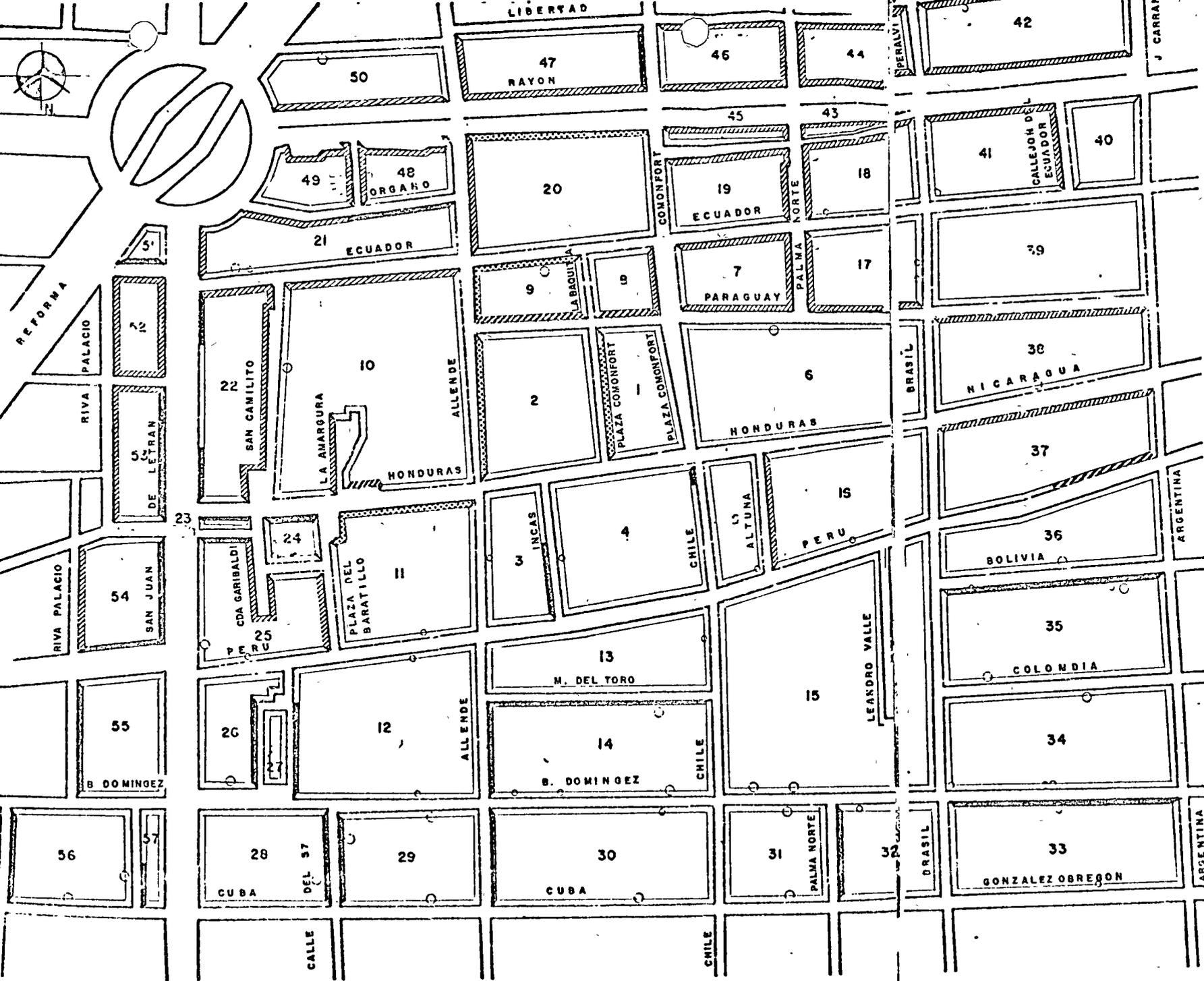
El estudio de la duración se realiza haciendo observaciones periódicas y anotando los números de las placas de los vehículos que se encuentran estacionados. Se recomiendan períodos de 20 minutos durante las horas de mayor afluencia.

Al final de las observaciones, se clasifican los vehículos que estuvieron durante 20, 40, 60, 80, 100, 120, etc., minutos y se grafica para una mayor ilustración. En la gráfica 2 se ilustra un ejemplo.

Este estudio sirve para fijar en las señales restrictivas el lapso de tiempo adecuado que se permitirá el estacionamiento en la calle, la conveniencia de instalar estacionómetros y para estudios económicos.

d. - Índice de rotación.

El índice de rotación de un área para estacionamiento, es el número promedio de veces que se utiliza un espacio de estacionamiento durante el día. -



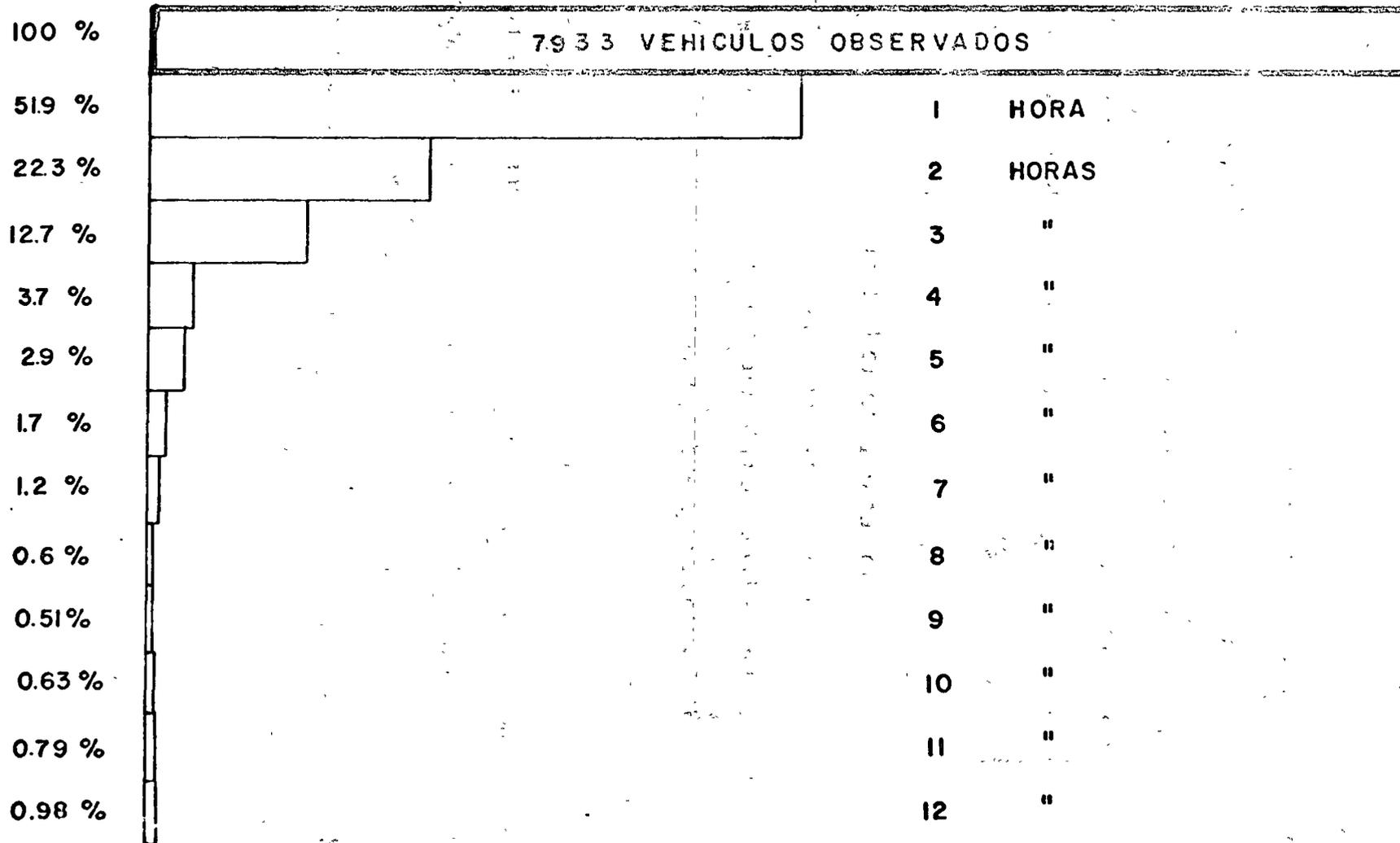
UTILIZACION DE ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO EN LA ZONA DE ESTUDIO

FIGURA 1

ESCALA 1:2500



# GRAFICA DE TIEMPOS DE DURACION DE ESTACIONAMIENTO EN LA CALLE Y FUERA DE LA CALLE



PORCENTAJE  
DEL TOTAL

GRAFICA 2

Se calcula dividiendo la demanda de estacionamiento expresada por la acumulación de vehículos estacionados durante el día, entre la oferta (número de espacios disponibles en el área).

Con los datos anteriores y de un análisis económico se podrá calcular la rentabilidad de un estacionamiento.

4. - NORMAS DE PROYECTO PARA ESTACIONAMIENTOS.

Las normas de proyectos para estacionamientos tienen como finalidad, que los estacionamientos que se construyan reúnan las características geométricas adecuadas, para que la circulación de los automóviles en el interior del inmueble resulte cómoda y segura y las entradas y salidas del mismo, no causen graves problemas al tránsito de la calle.

A. - Automóvil tipo en el Distrito Federal.

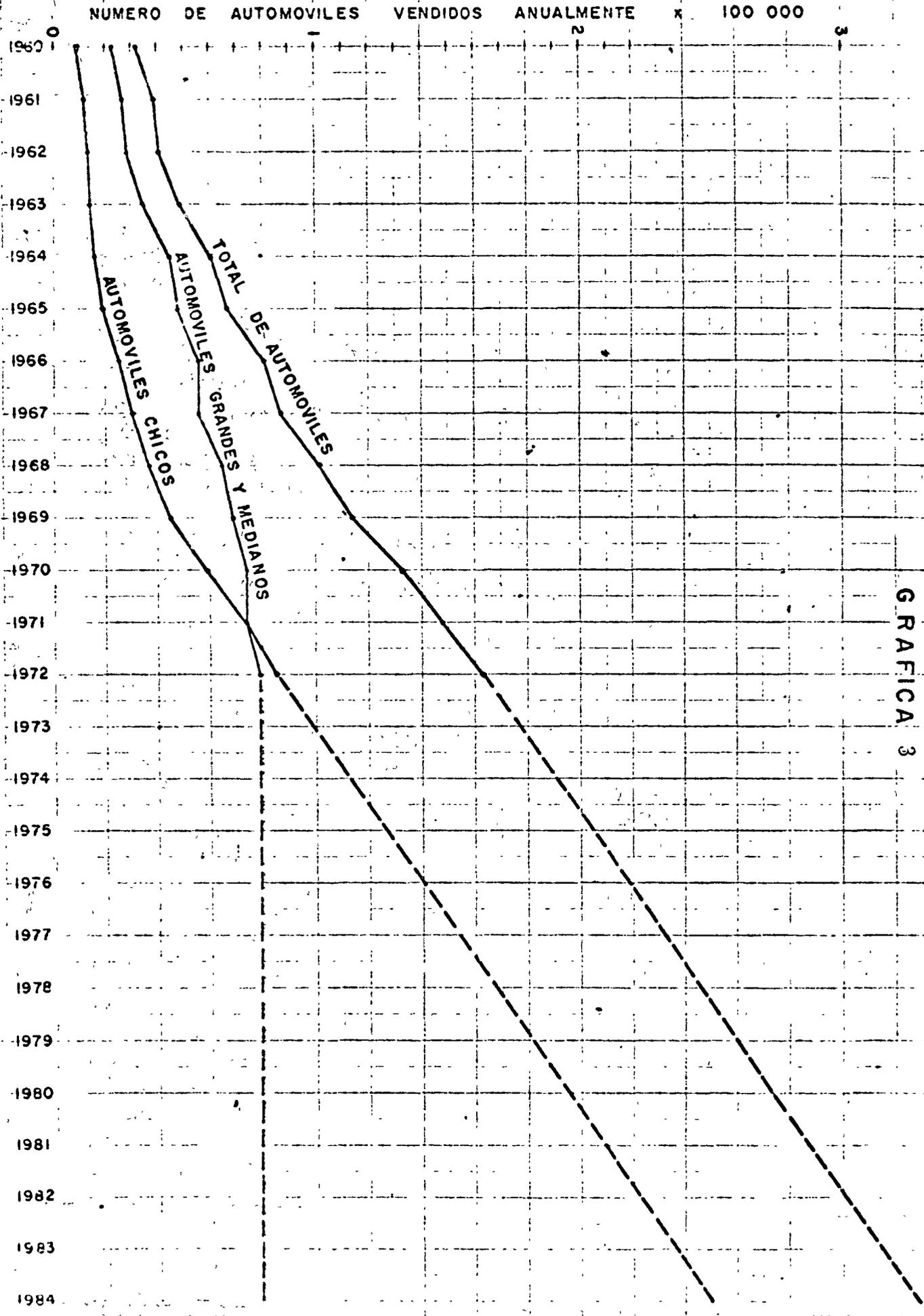
De acuerdo con las ventas de automóviles que se tuvieron en el Distrito Federal de 1960 a 1972, se calcularon los porcentajes por tipo de automóviles, clasificándolos en: grandes, medianos y chicos. En la tabla 3 se indican estos datos.

Se analizó la tendencia de crecimiento al futuro de los automóviles chicos y la suma de los automóviles grandes y medianos, resultando la gráfica 3. De esta última gráfica se desprende que la venta de los automóviles chicos se incrementará notablemente de tal manera que para el año de 1983 habrán en circulación el 60% del total de automóviles. En la tabla 4 se indican estos valores para los años de 1974, 1979 y 1983 .

AUTOMOVILES VENDIDOS ANUALMENTE DURANTE LOS AÑOS DE 1960 A 1972  
 Y LA EXTRAPOLACION A 1983

EN LA REPUBLICA MEXICANA

GRAFICA 3



VENTA TOTAL DE AUTOMOVILES DE 1960 A 1972 Y PORCENTAJES POR MARCAS

EMPRESAS Y MARCAS	TOTAL DE 1960 A 1972	% <span style="float: right;">13</span>
FABRICAS AUTOMEX, S. A.	212029	18.90
Barracuda	5 210	0.46
Dodge	4 827	0.43
Dodge Dart	57 555	5.15
Dodge Coronet	23 826	2.12
Dodge Mónaco	9 181	0.82
Charger	3 538	0.32
Plymouth	16 987	1.52
Valiant	82 409	7.36
Valiant Super Bee	4 889	0.44
Otros	3 107	0.28
FORD MOTOR COMPANY, S. A.	209 080	18.70
Ford Falcon (200)	64 498	5.76
Ford Galaxie	82 821	7.40
Ford Maverik	23 826	2.14
Ford Mustang	29 455	2.64
Otros	8 480	0.76
GENERAL MOTORS DE MEXICO S. A. DE C.V.	147 101	13.05
Chevrolet Chevelle	64 303	5.74
Impala	18 238	1.63
Opel	60 423	5.40
Otros	3 098	0.28
NISSAN MEXICANA, S. A. DE C.V.	73 966	6.61
Datsun	73 966	6.61
VEHICULOS AUTOMOTORES MEXICA NOS S. A. DE C.V.	84 288	7.53
Rambler American	59 300	5.30
Rambler Classic	18 798	1.68
Javelin	6 190	0.55
VOLKSWAGEN DE MEXICO, S. A. DE C.V.	257 092	23.00
Volkswagen 113	253 120	22.65
Volkswagen 181	3 972	0.35
DIESEL NACIONAL, S. A.	110 118	9.85
Fiat	10 089	0.90
Renault	99 416	8.89
Dinalpin	613	0.06
OTRAS EMPRESAS QUE YA NO FABRICAN ACTUALMENTE	96 542	2.37
<b>TOTAL AUTOMOVILES</b>	<b>1,120 212</b>	<b>100.00</b>

A Ñ O	% de automóviles chicos con relación al total.
1974	42
1979	52
1983	60

Por lo tanto, para el proyecto de futuros estacionamientos se podrá tomar en cuenta estos porcentajes. Es decir, el diseño de los cajones de estacionamiento y pasillos de circulación podrá admitir hasta un máximo de un 40% (actual, en cifras cerradas) a un 60% (futuro), del número de espacios destinados a automóviles chicos.

B. - Dimensiones mínimas de los cajones:

Tipo de automóvil	Dimensiones del cajón en metros	
	En batería	En cordón
Grandes y medianos	5.0 X 2.4	6.0 X 2.4
Chicos	4.2 X 2.2	4.8 X 2.0

C. - Dimensiones mínimas para los pasillos y áreas de maniobra.

Las dimensiones mínimas para los pasillos de circulación dependen del ángulo de los cajones de estacionamiento. Los valores mínimos recomendables son los siguientes:

Angulo del cajón	Anchura del pasillo; en metros	
	A u t o m ó v i l e s	
	Grandes y medianos (1)	Chicos
30°	3.0	2.7
45°	3.3	3.0
60°	5.0	4.0
90°	6.0	5.0

De las tablas anteriores se obtuvo la figura 2, en la que se ilustran las dimensiones mínimas de los pasillos y cajones, de acuerdo con el <sup>15</sup> ángulo de estos últimos.

D. - Medios de circulación vertical.

a) Para los automóviles:

1. - Tipos de rampas:

Rampas rectas

Rampas rectas entre medias plantas a alturas alternas

Rampas helicoidales

Estacionamiento en la propia rampa

2. - Pendiente máxima de las rampas: 15%

En rampas rectas con pendientes mayores del 12%, deberán construirse tramos de transición en la entrada y salida de acuerdo con lo especificado en la figura 3 .

Estacionamiento en la propia rampa: 6% (1)

3. - Las rampas con doble sentido de circulación deberán tener una faja separadora central.

4. - Anchura mínima de las fajas separadoras centrales de las rampas:

Rampas rectas, 30 cm (2)

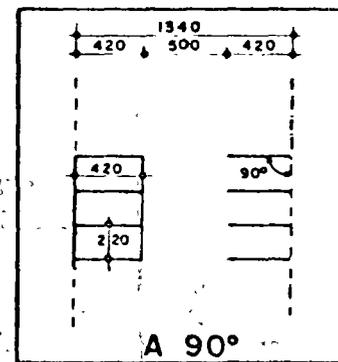
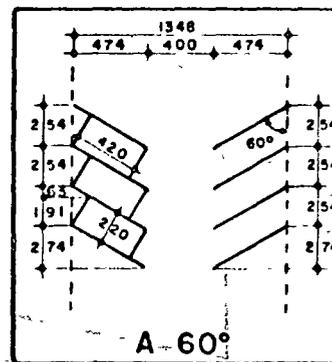
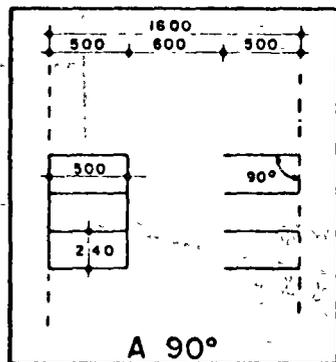
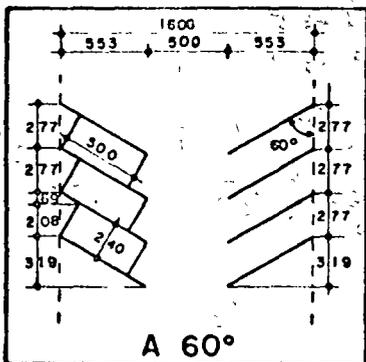
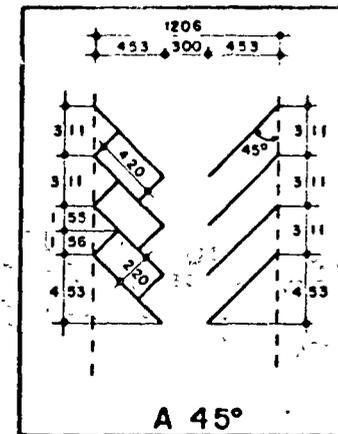
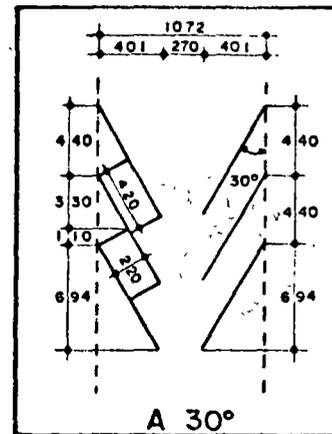
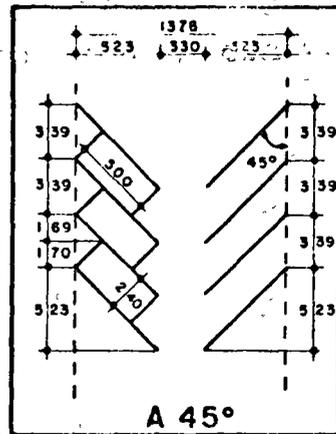
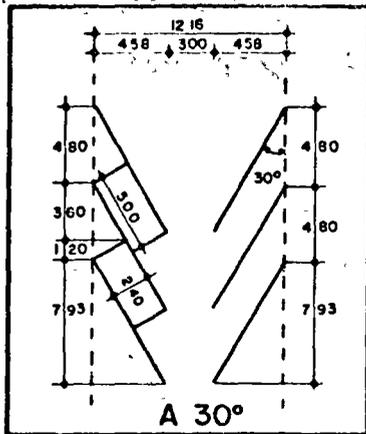
Rampas curvas, 45 cm (2)

5. - La anchura mínima del arroyo de las rampas en recta será de 2.5 m por carril.

6. - Los pasillos de circulación deberán tener un radio de giro mínimo de 7.50 m al eje.

(1) Dietrich Klose, Edificios de Aparcamientos y Garajes Subterráneos. Págs. 34 y 36. -Editorial Gustavo Gili, S. A. -Barcelona, España. - 1965.

(2) Ing. Guido Radelat Egues. -Manual de Ingeniería de Tránsito. -Pág. 383. -Editorial Talleres Gráficos Mundial, S. R. L. -Buenos Aires, Argentina.



COTAS EN CENTIMETROS

### AUTOMOVILES GRANDES Y MEDIANOS

#### NOTAS

- 1.- EN ESTACIONAMIENTOS ATENDIDOS POR CHOFERES ACOMODADORES, SE PODRAN REDUCIR LOS PASILLOS DE CIRCULACION 100 CM COMO MAXIMO PARA LA DISTRIBUCION DE CAJONES EN ANGULO A 90°
- 2.- LAS RAYAS EN EL PAVIMENTO DEBERAN SER DE COLOR BLANCO Y 10 CM DE ANCHURA
- 3.- EN ESTACIONAMIENTOS CON MEZCLA DE AUTOMOVILES GRANDES, MEDIANOS Y CHICOS, SE DEBERA APLICAR LA DISTRIBUCION DE CAJONES CORRESPONDIENTES A AUTOMOVILES GRANDES Y MEDIANOS.

### AUTOMOVILES CHICOS

PROYECTO DE DIMENSIONES MINIMAS PARA CAJONES Y PASILLOS EN ESTACIONAMIENTOS



DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTES

OFICINA DE PROYECTOS OFICINA DE ESTACIONAMIENTOS

FECHA

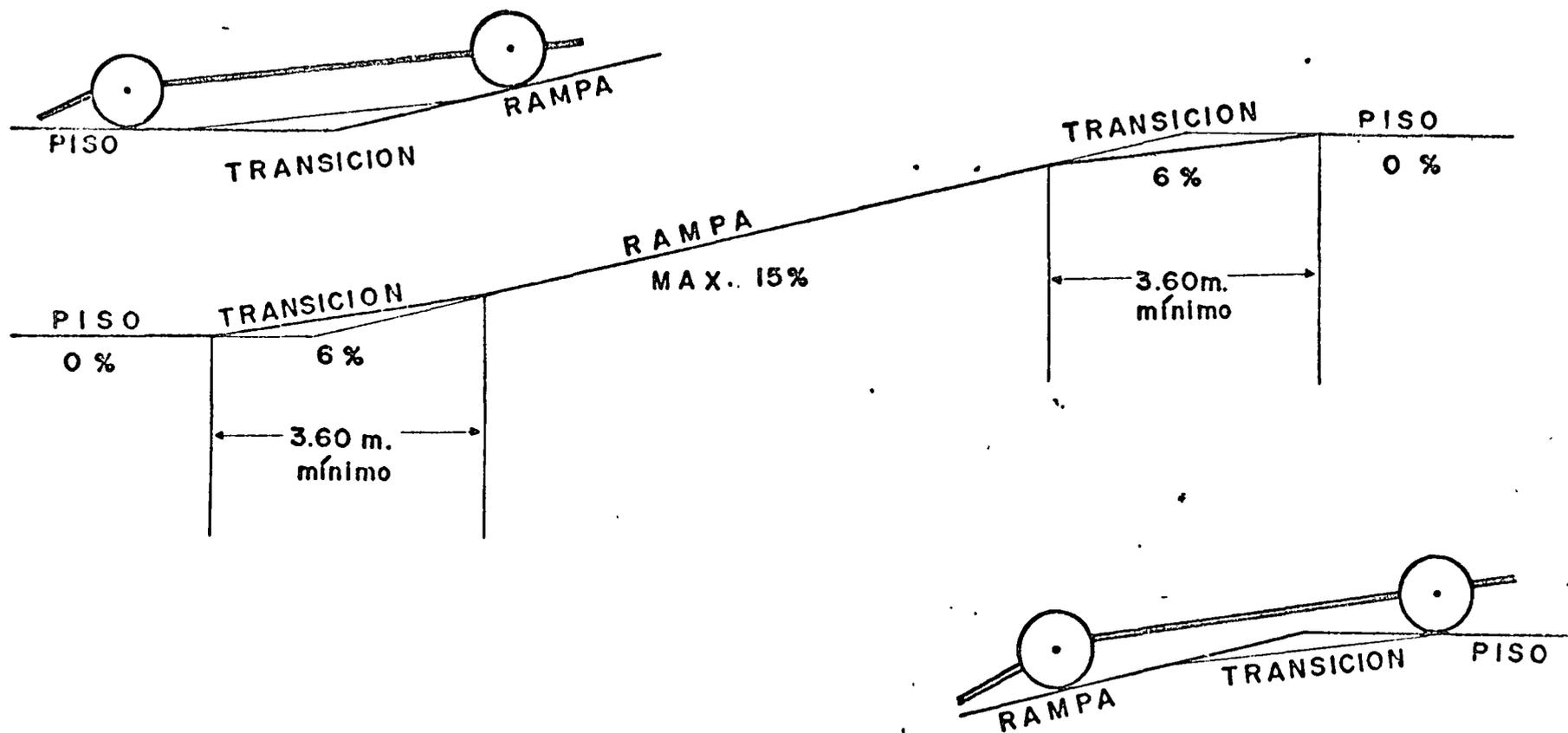
18-I-1974

Num.

OP-413-N

GRAFICA 2

FIGURA 3



Transición recta mínima que se recomienda entre rampas y pisos cuando la pendiente está comprendida del 12% al 15%

7. - Los pasillos de circulación proyectados con el radio de giro mínimo deberán tener una anchura mínima libre de 3.50 m (2)

8. - En rampas helicoidales:

Radio de giro mínimo al eje de la rampa (del carril interior)	7.50 m (2)
Anchura mínima del carril interior	3.50 m (2)
Anchura mínima del carril exterior	3.20 m (1)
Sobreelevación máxima	0.10 m (1)

9. - Altura mínima de las guarniciones centrales y laterales: 15 cm (1)

10. - Anchura mínima de las banquetas laterales: 30 cm (1), en recta y 50 cm en curvas. (2)

11. - En rampas helicoidales, una al lado de la otra, la rampa exterior se deberá destinar para subir y la rampa interior para bajar. La rotación de los automóviles es conveniente que se efectúe en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

12. - Altura mínima libre de los pisos: Primer piso 2.65 m y para los demás 2.1 m mínimo. (1)

13. - El número máximo recomendable de pisos con rampas es de 10. (3)

14. - En estacionamientos de autoservicio, toda rampa de salida deberá terminar a una distancia mínima de 5 m antes del alineamiento (4). En esta distancia de 5 m se podrá permitir una pendiente máxima del 5% y pudiendo incluirse en la misma la transición.

15. - Las columnas y muros que limitan pasillos de circulación deberán tener una banqueta de 15 cm de altura y 30 cm de anchura, con los

(1) Ing. Guido Radelat Agues. Manual de Ingeniería de Tránsito. Pág. 383. Editorial Talleres Gráficos Mundial, S. R. L. - Buenos Aires, Argentina. 1964.

(2) Reglamento de Construcciones del Departamento del D. F.

(3) Dietrich Klose, Edificios de Aparcamiento y Garajes Subterráneos. Pág. 36 Editorial Gustavo Gili, S. A. - Barcelona, España. - 1965.

(4) Parking Standards Design Associates, A Parking Standards Report. Volumen I, Pág. 42. Los Angeles, California, E. U. A. - 1971.

ángulos redondeados (1) .

19

b). - Para los peatones:

En los edificios de estacionamiento los usuarios, una vez que abandonan los vehículos, se convierten en peatones y habrá que disponerse de escaleras y/o elevadores.

Para edificios hasta de tres plantas, a partir del nivel de calle, se puede prescindir de los elevadores y disponer la comunicación por medio de escaleras, que conviene estén señaladas claramente y tengan como mínimo 1.20 m de anchura (2).

Cuando el edificio tiene más de tres plantas, incluyendo la planta baja, se recomienda el uso de elevadores, siendo conveniente instalar como mínimo dos, de seis a ocho plazas cada uno. Como dato básico para determinar el número necesario de elevadores se admite que su capacidad total sea del orden de 3 a 5 personas por cada 100 cajones de estacionamiento situados fuera del nivel de calle.

En los estacionamientos de gran capacidad, con períodos de máxima afluencia de entrada o salida y donde haya que contar con un gran movimiento de peatones, se pueden prever escaleras mecánicas.

E. - Areas de espera.

a) Para automóviles .

La función de las áreas de espera es la de absorber la acumulación de los vehículos que se produce cuando éstos llegan con una frecuencia mayor que la de su acomodo y cuando quieren salir del estacionamiento más vehículos que los que pueden incorporarse en la corriente vehicular de la vía pública.

---

(1) Reglamento de Construcciones del Departamento del D. F.

(2) Antonio Valdés. Ingeniería de Tráfico. Pág. 807. Editorial Dossat, S. A. Madrid, España. - 1971 .

Es evidente que los estacionamientos atendidos por choferes acomodadores necesitan mayores áreas de espera, pues los conductores dejan sus vehículos en esos lugares hasta que los choferes puedan colocarlos. La falta de espacio de espera en un estacionamiento atendido por choferes acomodadores puede llegar a causar congestión en la vía pública y hacer que muchos conductores no se estacionen en el mismo, aunque tenga espacios vacíos disponibles.

Para determinar el tamaño que debe tener el área de espera de entrada en un estacionamiento, es preciso conocer o estimar la frecuencia de llegada de los vehículos durante la hora de máxima afluencia y la frecuencia de acomodo de éstos en el estacionamiento.

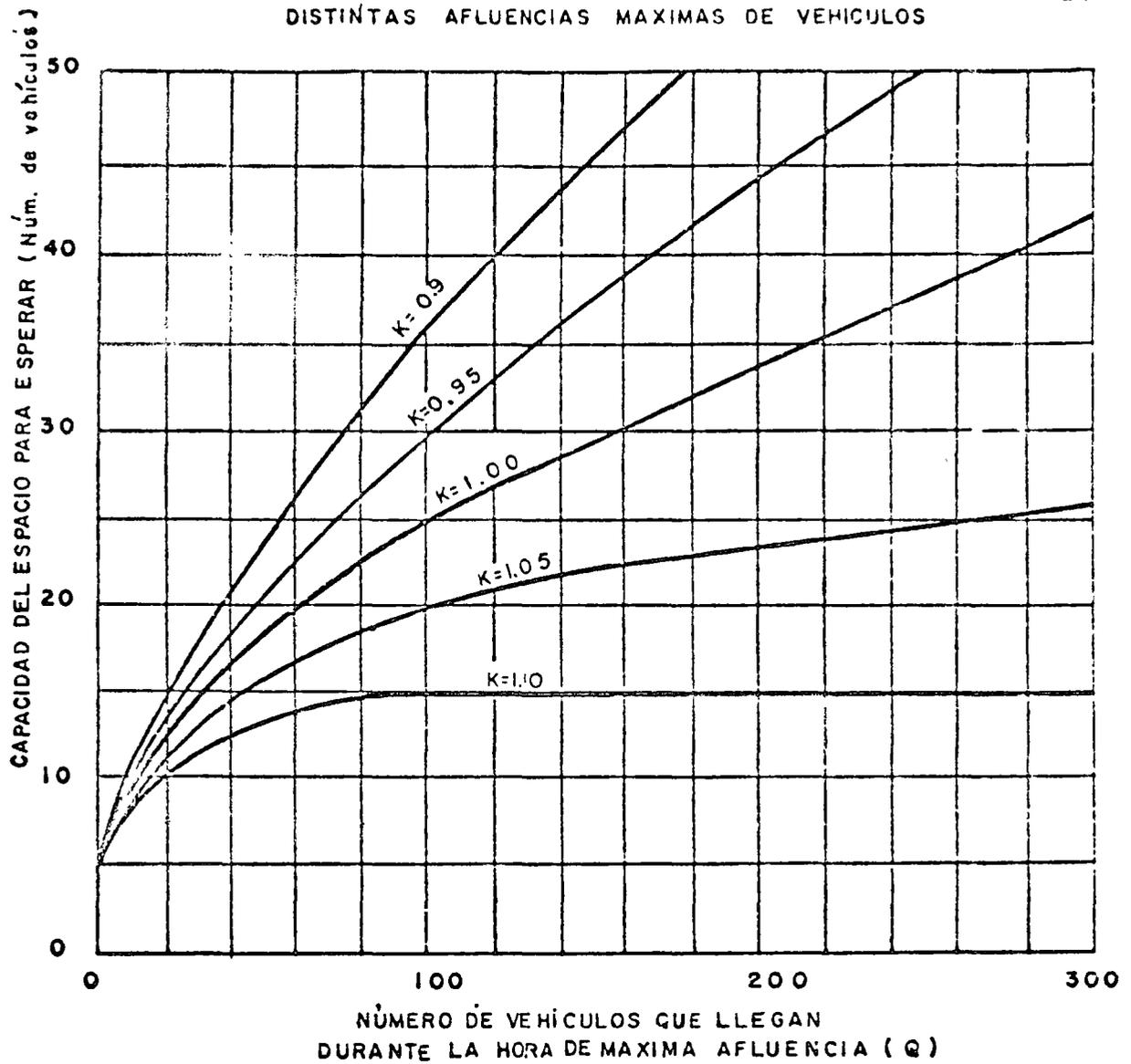
En estacionamientos atendidos por choferes acomodadores la frecuencia de colocación depende del número de ellos. El número de choferes acomodadores debe ser igual o mayor que "e" en la fórmula siguiente:

$$e \geq \frac{Q}{n}$$

Donde: Q= Frecuencia de llegada durante la hora de mayor afluencia, en veh/h.

n= Número de vehículos que puede estacionar un chofer en una hora. (En la práctica este valor es de 20 veh/h aprox.)

El número de vehículos en el área de espera se obtiene de la gráfica 4, entrando en el eje de las abscisas con el número de vehículos que llega durante la hora de máxima afluencia y con el valor de K definido por la relación entre la frecuencia de colocación y la frecuencia de llegada. La frecuencia de colocación se obtiene multiplicando el número de choferes acomodadores (e), por el número de vehículos que puede estacionar un chofer acomoda-



$$K = \frac{\text{Frecuencia de colocación}}{\text{Frecuencia de llegada}} = \frac{en}{Q}$$

Ref: Manual de Ingeniería de Tránsito, Guido  
Raelet, Pagina 371

dor en una hora (n).

22

La frecuencia de llegada en un estacionamiento por construir se puede estimar estudiando otros estacionamientos similares existentes.

El área de espera de salida suele ser mucho menor que el de la entrada, pero conviene tener por lo menos dos carriles. En estacionamientos donde la entrada y salida quedan una al lado de la otra, las áreas de espera pueden disponerse con carriles reversibles, a fin de que se utilicen en ciertos momentos para los vehículos que llegan y en otros para los que salen, ya que los momentos de máxima afluencia rara vez coinciden con los de máxima salida.

En estacionamiento de autoservicio, la relación de colocación es casi siempre superior a la relación de llegadas, aún en las horas de máxima afluencia.

En estacionamientos con sistema de elevadores y choferes acomodadores, cada elevador tiene una relación de colocación promedio de 50 autos/hora y el área de espera se calculará con la gráfica número 4 (1)

El número de choferes acomodadores deberá de ser de 3 por cada elevador (1)

b) Para el Público.

La anchura mínima de los pasillos de espera para el público en estacionamientos atendidos por empleados, deberá ser de 1.2 metros.

F. - Entradas y salidas.

Como norma general los accesos de los estacionamientos deben estar ubicados sobre la calle secundaria y lo más lejos posible de las intersecciones, en donde no se causen conflictos. (2)

---

(1) Datos obtenidos de estacionamientos existentes en el D. F.

(2) Matson, Smith, Hurd, Traffic Engineering, Pág. 542, Editorial McGraw Hill - Book Company, INC. Nueva York, E. U. A. - 1955.

Los estacionamientos de servicio público deberán tener carriles de entrada y salida por separado, para que los vehículos en ningún caso utilicen<sup>23</sup> un mismo carril y entren o salgan en reversa.

En estacionamientos de servicio particular se podrá admitir que -- cuenten con un solo carril de entrada y salida por cada planta que no exceda 30 cajones de estacionamiento. El número máximo de plantas por predio para este requisito será de dos.

La anchura mínima de cada carril de circulación de las entradas y salidas será de 2.50 metros.

#### G. - Señalamiento.

Debe colocarse el señalamiento vertical y horizontal de acuerdo con lo especificado en el "Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras", editado por la Secretaría de Obras Públicas.

#### 5. - OTRAS NORMAS. -

1. - Las entradas y salidas de los estacionamientos deben permitir - que todos los movimientos de los automóviles se desarrollen con fluidéz, sin cruces ni entorpecimientos al tránsito en la vía pública.

2. - Toda maniobra para el estacionamiento de un automóvil deberá - llevarse a cabo en el interior del predio, sin invadir la vía pública y en ningún caso deberán salir vehículos en reversa a la calle.

3. - La caseta para control de los estacionamientos deberá estar si-- tuada dentro del predio, como mínimo a 4.50 m del alienamiento de la entrada. Su área deberá tener un mínimo de 2.00 m<sup>2</sup>.

4. - Todos los estacionamientos que utilicen acomodadores, deberán - contar con sanitario y almacén para equipo de aseo y guardaropa para los em- pleados.

5. - En estacionamientos atendidos por choferes acomodadores se podrá permitir la doble batería, siempre que su operación sea funcional.

6. - Cada lugar para el estacionamiento de un automóvil dentro de un estacionamiento de autoservicio, tendrá que ser accesible individualmente, sin tener que pasar por otro lugar de estacionamiento, excepto en el caso de que haya un espacio para dos automóviles en batería y que correspondan ambos a una misma persona.

7. - No deberá permitirse que las circulaciones, rampas o espacios para maniobras sean incluidas como áreas para el estacionamiento de automóviles.

8. - En los lotes se deberá contar con un área de espera techada para el público.

9. - Toda área al descubierto para estacionamiento de automóviles deberá estar pavimentada.

10. - Los estacionamientos deberán iluminarse en forma adecuada en toda su superficie.

11. - Los estacionamientos cubiertos deberán contar con ventilación adecuada, ya sea natural o artificial.

12. - Todos los estacionamientos deberán tener las superficies de piso debidamente drenadas.

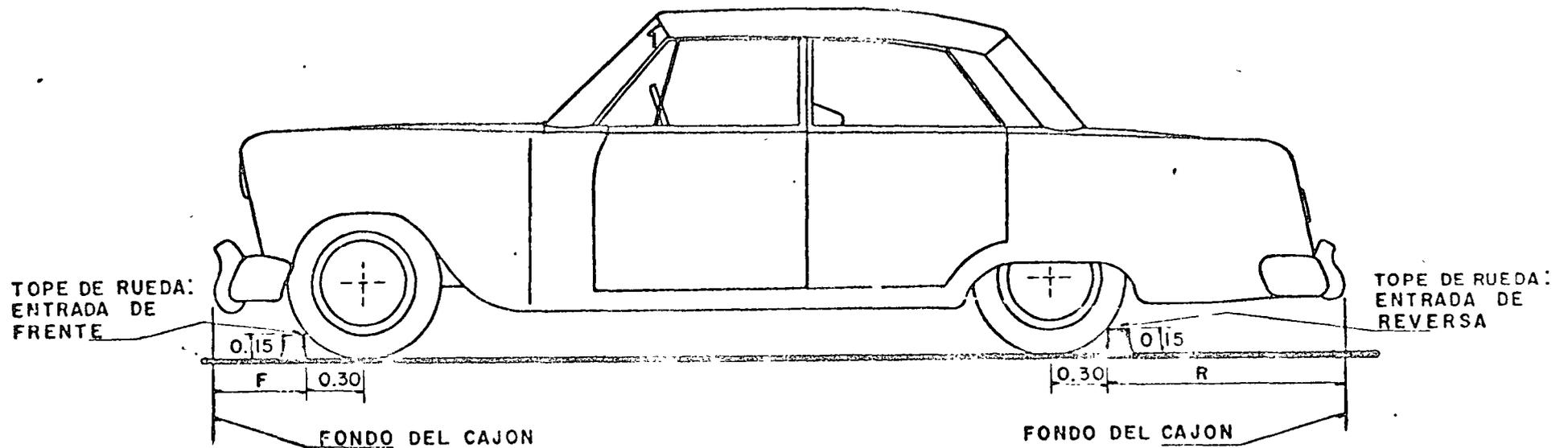
13. - Los estacionamientos deberán contar con equipo contra incendio, con forme a las disposiciones reglamentarias al respecto.

14. - Los estacionamientos deberán contar con topes de rueda de 0.15 m de peralte en todos los cajones colindantes a los muros; la distancia de colocación deberá ser de acuerdo con la figura 4.

15. - Los estacionamientos en edificios deberán tener protecciones --

# COLOCACION DE LOS TOPES DE RUEDA EN LOS CAJONES DE ESTACIONAMIENTO

FIGURA 4



TIPO DE AUTOMOVIL	DISTANCIA "F" ENTRADA DE FRENTE	DISTANCIA "R" ENTRADA DE REVERSA
GRANDES Y MEDIANOS	0.80 <sup>(1)</sup>	1.20 <sup>(1)</sup>
CHICO	0.60	0.80

NOTAS: ACOTACIONES EN METROS

(1) PARKING PROGRESS BOLETIN No. 143, VOLUMEN 13, 1972, PAGINA 1021

adecuadas en rampas, cubos, colindancias y fachadas con elementos estructurales capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles, además, del tope ya mencionado. 26

16. - Los estacionamientos atendidos por choferes acomodadores, con más de un nivel, deben estar provistos de bandas para el ascenso vertical de los operadores y de tubos para su descenso.

17. - Los estacionamientos con sistemas mecánicos para el transporte vertical de los automóviles, deberán contar con planta propia para el suministro de energía o dispositivos manuales para casos de emergencia.

18. - Para determinar la demanda de cajones de estacionamiento requerido para el uso del predio, se tomará en cuenta los valores de la tabla de "Espacios para Estacionamiento de Vehículos que Genera el Uso del Predio o Construcción" y que deberá servir de base para el proyecto de estacionamientos (tablas anexas)

#### H. - Recomendaciones generales.

No existen ningunas normas ni fórmulas que den siempre un diseño de capacidad máxima para un estacionamiento. No obstante, la experiencia ha demostrado que existen ciertas reglas básicas que dan resultados óptimos de capacidad y que a continuación se exponen .

1. - El proyectista deberá determinar la localización de las entradas y salidas del estacionamiento, de acuerdo con las normas en vigor, antes de empezar el anteproyecto.

2. - Las áreas de estacionamiento más eficientes son las de forma rectangular.

3. - No conviene utilizar terrenos con formas irregulares tales como: triangular, en curva, etc.

4. - Los pasillos de circulación deberán estar alineados paralela-  
mente a los lados mayores del área de estacionamiento, donde sea posible.

5. - Los pasillos de circulación, en las áreas en forma irregular,  
deberán proyectarse paralelos a los lados mayores.

6. - Los pasillos de circulación deberán ser útiles para dos baterías  
de cajones de estacionamiento.

7. - En el perímetro del área del estacionamiento deberán proyec-  
tarse cajones en batería.

8. - El movimiento y control vehicular interior deberá ser analiza-  
do cuidadosamente para lograr el mayor grado de seguridad y eficiencia.

9. - El alumbrado deberá proyectarse después de haber obtenido el  
diseño óptimo de capacidad.

10. - Se aconseja considerar diversas alternativas de anteproyectos  
del estacionamiento y escoger entre éstas la que proporcione las mayores -  
ventajas.

## 6. - EL PROBLEMA DEL ESTACIONAMIENTO EN EL D. F.

### a. - Antecedentes de estacionamientos en la Ciudad de México.

En el año de 1940 se estableció el primer estacionamiento de paga  
en un lote ubicado en el número 9 de la Calle de San Juan de Letrán. La tari-  
fa era de \$0.20 por la primera hora y \$0.10 por cada hora adicional.

En 1942 se habilitó otro lote, ubicado en el número 47 de la calle de  
Balderas. En 1946 se puso al servicio público el sótano del predio número -  
28 de la calle de José Ma. Marroqui, los lotes de Rep. de Cuba número 68, -  
Donceles 42 y otros, siendo los lotes el tipo de estacionamientos que en for-  
ma más rápida se multiplicó.

El primer edificio especial para estacionamiento se construyó en --  
Gante 12, e inició su operación en 1948; fué el único durante varios años.

Por Decreto Presidencial del 31 de diciembre de 1946 se puso en operación el primer estacionamiento del sector público, siendo éste administrado por el Instituto Nacional de Bellas Artes y ubicado en la periferia del Palacio de las Bellas Artes, donde aún funciona.

Posteriormente el Departamento del Distrito Federal inició la prestación del servicio con varios lotes de estacionamiento, los cuales actualmente son manejados a través de concesionarios bajo la supervisión de la Contraloría General del propio Departamento. Estas concesiones operan, en su mayor parte, a partir de 1968. Además, se han creado varios estacionamientos gratuitos en predios propiedad de diversas dependencias del sector público.

b. - Inventario de Estacionamientos.

A diciembre de 1973 operan en el Distrito Federal los siguientes estacionamientos de paga, incluyendo del sector privado y del sector público:

Número	T i p o	Capacidad
64	De primera categoría (edificios)	17,105 espacios
40	De segunda categoría (subterráneos y azoteas)	3,412 "
341	De tercera categoría (lotes)	20,051 "
<u>445</u>	S U M A	<u>40,568</u> espacios

c. - Medición de la demanda .

En un estudio hecho en 1971, en el centro de la ciudad (1), comprendiendo la zona de mayor concentración de comercios, bancos, edificios gu--

(1) Zona limitada, al norte por las calles de Nardo, Manuel González y Canal del Norte; al sur por las calles de Baja California y Av. Central; al oriente por las calles de Fco. Morazán, Imprenta e Inguarán; y al poniente por las calles

berna mentales, edificios de despachos, hoteles, etc., se vió que en un momento dado estaban estacionados 76,000 vehículos, de los cuales 28,000 hacían uso de estacionamientos de paga o particulares, fuera de la vía pública y 48,000 usaban la vía pública. A estos habría que agregar los que andaban circulando en busca de espacios donde parar. Por lo tanto es posible que la demanda real de estacionamiento esté cercana a los 80,000 espacios de estacionamiento en esa zona.

Si en todo el Distrito Federal se cuenta con 40,000 espacios para estacionamiento se deduce que el déficit es, cuando menos, de 40,000 espacios o sea otro tanto igual a lo existente.

Este desequilibrio entre la oferta y la demanda ha ido agudizándose a través de los años y repercute directamente en el uso indiscriminado de la vía pública. La presión de la demanda ha llegado a tal grado que se ha generalizado la costumbre de violar las restricciones de estacionamiento establecidas en muchas calles de la ciudad, con los consiguientes efectos negativos de reducción en la capacidad, congestionamientos, protestas de usuarios y mala imagen de la autoridad.

d. - Estacionamientos exclusivos (1)

Una modalidad de estacionamiento en la vía pública es el ESTACIONAMIENTO EXCLUSIVO, que consistió en pintar cajones para estacionamiento de vehículos en el arroyo. En la mayoría de los casos se colocaba, además señalamiento vertical al respecto.

El estacionamiento exclusivo se concedió por la Dirección General de Policía y Tránsito, hasta diciembre de 1971 y era otorgada a instituciones

---

(1) Ing. Fernando Lomelí Corona. -El problema de estacionamientos en el D.F. Dirección General de Ingeniería de Tránsito y Transportes del Depto. del D.F. - 1972.

oficiales y particulares, no teniéndose conocimiento de que haya llevado control estadístico de la ubicación ni número de cajones que se otorgaban.

Además, a los particulares se les cobraba una cuota por cajón, variando según la zona de la ciudad y el período de autorización del uso. El importe del cajón variaba de \$50.00 a \$200.00 por año.

El uso de estacionamientos exclusivos fué degenerando al grado -- que por toda la ciudad se encontraban estos estacionamientos y en gran número de casos los particulares o instituciones oficiales ponían por su cuenta el señalamiento vertical en la banqueta o en el arroyo, además de la pintura de los cajones en el pavimento.

Se provocó con ésto una corriente de inconformidad de particulares que reclamaban por toda la ciudad estacionamiento libre, ya que los que lo disfrutaban se sentían muy influyentes y en infinidad de casos se provocaban conflictos que llegaron a ser graves.

Las propias autoridades se veían imposibilitadas para atender el sinnúmero de quejas por las invasiones de los estacionamientos exclusivos.

Se tuvo conocimiento de casos en que los que detectaban los cajones de estacionamiento exclusivo los "rentaban" o "vendían" a terceras personas.

## 6. - SOLUCIONES AL PROBLEMA DE ESTACIONAMIENTO EN EL D.F.

### a. - Construcción de estacionamientos de servicio público.

La promoción que se ha hecho para que los particulares destinen lotes a estacionamientos o construyan edificios para este fin ha dado resultados favorables, ya que de enero de 1972 a la fecha se han abierto al servicio público 35 estacionamientos nuevos, en edificio y lotes, con una capacidad de 1,918 cajones, que con una rotación media de 3 automóviles por día, sirven a 5,754 vehículos.

Por otra parte, el Departamento del Distrito Federal está construyen-

do estacionamientos en predios de su propiedad en los siguientes lugares:

Av. Insurgentes con Villalongín y Sullivan (Monumento a la Madre)	530 cajones
Calle de Comonfort (antiguo mercado de - La Lagunilla) dentro del Gimnasio Guelatao	380 cajones
Dr. Lavista y Dr. Hernández (Col. Doctores)	740 cajones
Conjunto Pino Suárez esq. con Fray Servan- do Teresa de Mier	770 cajones
	<hr/>
Total:	2420 cajones ----- -----

Estos 2420 cajones de estacionamiento con una rotación media de 3 automóviles por cajón por día, servirán a 7260 vehículos.

Además, están en proyecto otros estacionamientos en diferentes lugares de la ciudad, como: Bellas Artes, Monumento a la Revolución, Chapultepec, Génova-Insurgentes, Centro Médico, en 6 estaciones del Metro y en las partes inferiores de las estructuras de la Radial Parque Vía y el Circuito Interior.

b. - Plan de estacionamiento temporal en la vía pública.

Se han habitado de 4 meses a la fecha, cerca de 1000 cajones de estacionamiento en la vía pública del primer cuadro de la ciudad en aquellas calles que por su anchura y volúmenes de tránsito lo han permitido, sin perjudicar la fluidez del tránsito. Con una rotación promedio de 3 automóviles por día, sirven actualmente a 3000 vehículos.

Los estudios continúan en aquellas zonas de la ciudad, donde la demanda de estacionamiento es grande, para aprovechar los espacios en la vía pública que sean posibles adaptarlos a estacionamiento, tales como: Camello

nes, plazas, aceras o arroyos de circulación amplios.

c. - No autorizando "estacionamientos exclusivos".

32

A partir de 1972 no se autorizan los estacionamientos exclusivos. Se han negado cerca de 450 solicitudes que amparaban del orden de 4500 cajones. Además, se han estado retirando las señales del estacionamiento exclusivo. Esta labor se ha venido haciendo con beneplácito del público en general.

El estacionamiento exclusivo, además de no ser funcional desde ningún punto de vista, producía una rotación que en muchos casos era de un vehículo por día. En cambio, en un lugar libre, lo utilizan de 3 a 4 vehículos al día.

d. - Instalación de estacionómetros.

Los estacionómetros son aquellos dispositivos que cuentan con mecanismo de relojería, protegidos por una caja metálica y que funcionan mediante la introducción de una moneda. Pueden ser automáticos o accionados manualmente por medio de una manivela.

Los objetivos de instalar estos dispositivos en la vía pública son los siguientes:

a. - Incrementar la rotación de los vehículos estacionados.

b. - Ordenar el estacionamiento.

c. - Obtener beneficios económicos, para que las autoridades los inviertan en resolver otros problemas de estacionamiento.

Los estacionamientos se recomiendan instalar en aquellas zonas de la ciudad que generan una gran demanda de estacionamiento; en las calles que por su anchura y volúmenes de tránsito no perjudiquen a la fluidez del tránsito.

A la fecha, en el Distrito Federal se han instalado 6482 estacionómetros, los cuales se encuentran en las siguientes colonias: Anzures, Cuauhtémoc, Doctores, Juárez y Roma. El resultado ha sido muy favorable, ya que aumenta la rotación a 6 ó 7 vehículos por día, por cada cajón de estacionamiento.

e. - Nueva Ley de Estacionamientos de vehículos en el D. F .

La nueva Ley de Estacionamientos de vehículos en el D. F. , fué apro33  
bada por el H. Congreso de la Unión, en febrero de 1973 .

Esta Ley de Estacionamientos contempla aspectos muy positivos para la construcción y operación de estacionamientos, tanto de servicio público - como de servicio particular.

Algunas consideraciones sobre la Ley son las siguientes:

El Artículo 4o. indica que el servicio público de estacionamiento podrá ser proporcionado por el Departamento del Distrito Federal, por organismos públicos y por particulares.

El Artículo 7o. indica. la obligación del Departamento de formular estudios técnicos en relación a la demanda de estacionamiento, que serán publicados anualmente en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Oficial del Departamento del D. F. Estos estudios serán de gran utilidad ya que contendrán normas generales que relacionan los tipos de edificios y las necesidades de estacionamiento.

El Artículo 16 indica que las tarifas serán fijadas en función de la amortización del capital, invertido de los gastos directos e indirectos y de la utilidad en atención al servicio público de que se trate; esta forma de fijación de la tarifa se considera justa para el inversionista y para el usuario.

El Artículo 20 considera el derecho de reversión al concluir el término de la concesión, para el concesionario que invierta en terrenos propiedad del Departamento del D. F. El derecho de reversión no se ejercerá cuando el estacionamiento se encuentre establecido en inmuebles de propiedad particular.

Con la aplicación de estos dos últimos artículos, se propicia que un mayor número de particulares inviertan en negocios de estacionamientos.

El artículo 23 indica que el Departamento del D. F. , podrá permitir pre-

vios, estudios de vialidad, el estacionamiento de vehículos en la vía pública, - establecer prohibiciones, o bien permitirlo mediante el pago de la cuota que - señale la Ley de Hacienda del propio Departamento. El cobro podrá efectuarse mediante la utilización de relojes marcadores (estacionómetros).

Con la aplicación de este artículo disminuye el estacionamiento en doble fila y se beneficiará a un mayor número de personas que necesiten del estacionamiento por cortos períodos de tiempo.

El título segundo de esta Ley contempla entre otras las siguientes disposiciones:

Artículo 31; indica que toda casa, edificio, edificación especial destinada a centro de reunión, condominio y unidad habitacional que se construya en el D.F., cualquiera que sea su uso, número de pisos o niveles deberá contar con espacio suficiente para estacionamiento de vehículos. Con la aplicación de este artículo, se estima que no se seguirá agravando el problema del estacionamiento en la vía pública, por causa de nuevas construcciones.

El Artículo 33 contempla la necesidad de que el Departamento del D.F., no permita la construcción de estacionamientos en un predio, cuando los estudios determinen su inconveniencia. En estos casos, autorizará que se sustituya la obligación de construir estacionamiento por la de cubrir el impuesto Sustitutivo, que se destinará a incrementar la construcción de edificios para estacionamientos por parte del Departamento del D.F., o a resolver otros problemas que las carencias de éstos provoquen.

f. - Normas de proyecto para estacionamientos.

El Departamento del Distrito Federal editó recientemente las "Normas de Proyecto para Estacionamientos", las cuales fueron explicadas en el punto 4 de esta conferencia.

Estas normas tienen como objetivo principal, facilitar la labor de los - - - - -  
- - - - - en cuanto a obtener el mejor aprovechamiento

to y funcionalidad de las áreas destinadas a este fin y proporcionar una mayor seguridad y comodidad a los usuarios de estos lugares.

35

g. - Bases que determinan la demanda de espacio para estacionamiento de vehículos que genera el uso del predio o construcción .

De acuerdo con el Artículo 34 de la nueva Ley de Estacionamiento de vehículos en el Distrito Federal, se establecieron las "Bases que determinan la demanda de espacio para estacionamiento de vehículos que genera el uso del predio o construcción".

En la tabla anexa se indican los valores mínimos de espacio para estacionamiento de acuerdo con el uso del predio o construcción.

BASES QUE DETERMINAN LA DEMANDA DE ESPACIO PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS QUE GENERA EL USO DEL PREDIO O CONSTRUCCION DE ACUERDO CON EL ARTICULO 34 DE LA LEY SOBRE ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS EN EL DISTRITO FEDERAL. 36

**Nota:** Cualquier otra edificación no comprendida en esta relación estará sujeta a estudio especial que realizará el Departamento del Distrito Federal. La demanda total en los predios con construcciones será la suma de las demandas especificadas para cada uno de los diferentes giros establecidos en ellos, como restaurantes, cafeterías, comercios, centros de reunión, auditorios, oficinas y demás.

Uso del predio	Area construída. Núm. de cuartos, aulas, personas, etc.	Núm. mínimo de espacios para estacionamiento.
Habitación unifamiliar (casas individuales)	Menor de 120 m <sup>2</sup> de 121 a 300 m <sup>2</sup> 301 en adelante	1 por cada una 2 por cada una 3 por cada una
Habitación multifamiliar (edificios de departamentos, condominios, etc.)	Menor de 60 m <sup>2</sup> de 60 a 80 m <sup>2</sup> de 81 a 120 m <sup>2</sup> de 121 a 150 m <sup>2</sup> de 151 en adelante	1 por cada 3 deptos. 1 por cada 2 deptos. 1 por cada depto. 1.5 por cada depto. 2 por cada depto.
Oficinas particulares y gubernamentales	Area total rentable	1 por cada 50 m <sup>2</sup>
Comercio	Area total de ventas Menor de 100 m <sup>2</sup> de 101 a 500 m <sup>2</sup> de 501 a 1000 m <sup>2</sup> de 1001 en adelante	0 1 por cada 50 m <sup>2</sup> 1 por cada 40 m <sup>2</sup> 1 por cada 30 m <sup>2</sup>
Venta de materiales de construcción		1 por cada 200 m <sup>2</sup>
Industrias y bodegas	Instalaciones industriales	1 por cada 250 m <sup>2</sup>
Hoteles y posadas	Para los primeros 20 cuartos Cuartos excedentes	1 por cada 4 cuartos 1 por cada 8 cuartos
Moteles		1 por cada cuarto
Amueblados con servicio de hotel (Suites)		1 por cada 2 amueblados
Hospitales y clínicas	1a. categoría: cuartos privados 2a. categoría: cuartos múltiples	1 por cada cuarto 1 por cada 4 camas

Uso del predio	Area construída. Núm. de cuartos, aulas, personas, etc.	Núm. mínimo de espacios para <u>es</u> tacionamientos. <span style="float: right;">37</span>
	2a. categoría: cuartos pri <u>va</u> dos	1 por c/5 cuartos
	2a. categoría: cuartos múl <u>ti</u> ples	1 por c/10 camas
	Consultorios, laboratorios, quirófanos y salas de expul <u>si</u> ón, incluyendo sus circu <u>la</u> ciones y servicios .	1 por cada 15 m <sup>2</sup>
	Internados para tratamien <u>to</u> s médicos.	1 por cada 100 m <sup>2</sup>
Bancos	Area total	1 por cada 20 m <sup>2</sup>
Escuelas:		
Jardines de niños, primarias y secundarias, oficiales y - particulares	Aulas	1 por cada una
Preparatorias, academias, - escuelas de artes y oficios similares, oficiales y parti <u>cu</u> lares	Area aulas	1 por cada 8 m <sup>2</sup>
Profesionales, oficiales y - particulares	Area aulas	1 por cada 6 m <sup>2</sup>
Internados, seminarios, orfanatorios, etc.	Aulas	1,5 por aula
Bibliotecas	Area total	1 por cada 200 m <sup>2</sup>
Centros de reunión:		
Cabarets, cantinas y restaurantes con venta de be <u>bi</u> das alcohólicas		1 por c/4 concurrentes
Restaurantes sin venta de bebidas alcohólicas, cafeterias, salones de fiesta, casinos, etc.	Con cupo superior a 25 personas	1 por c/7 concurrentes
	Con cupo inferior a 25 personas	0
Cines, teatros y auditorios	Personas	1 por c/8 concurrentes
Carpas con más de 300 es <u>pe</u> ctadores		1 por cada 16 "

Uso del predio	Area construída. Núm. de cuartos, aulas, personas, etc.	Núm. mínimo de 38 espacios para es- tacionamiento.
Edificios destinados a: Espectáculos deportivos, estadios, plaza de toros, etc.	Personas	1 por c/20 concurrentes
Frontones de espectáculos	Personas	1 por c/10 concurrentes
Centros deportivos o de -- práctica físico-estética: Salones de gimnasia, danza, baile, judo, albercas o simi- lares	Area total de práctica	1 por c/ 50 m <sup>2</sup>
Squashes o frontones		1.5 por c/cancha
Canchas deportivas		1 por cada 150 m <sup>2</sup>
Boliches		1.5 por cada mesa
Baños públicos	Area total	1 por c/ 75 m <sup>2</sup>
Templos	Area total	1 por c/150 m <sup>2</sup>
Talleres mecánicos		1 por c/50 m <sup>2</sup> , además de los espacios de trabajo.
Estaciones de servicio de lubricación		1 por c/50 m <sup>2</sup> , además de los esp. de trabajo.
Lavado de vehículos		5 por c/posición de lavado.
Campos para casas rodantes		La superficie promedio p/cada unidad deberá - ser igual o mayor a 85 m <sup>2</sup> y el 25% de los es- pacios de las unidades - podrán ser menores de 85 m <sup>2</sup> . La superficie de la unidad no incluye cir- culaciones y servicios - generales.

Nota:

Cualquier otra edificación no comprendida en esta relación, estarán sujetas a estudio especial llevado a cabo por la Dirección General de Planificación del - Departamento del Distrito Federal.

La demanda total en los predios con construcciones será la suma de las demandas especificadas para cada uno de los diferentes giros establecidos en ellos, como restaurantes, cafeterías, comercios, centros de reunión, auditorios, oficinas y demás.

## 7. - CONCLUSIONES

39

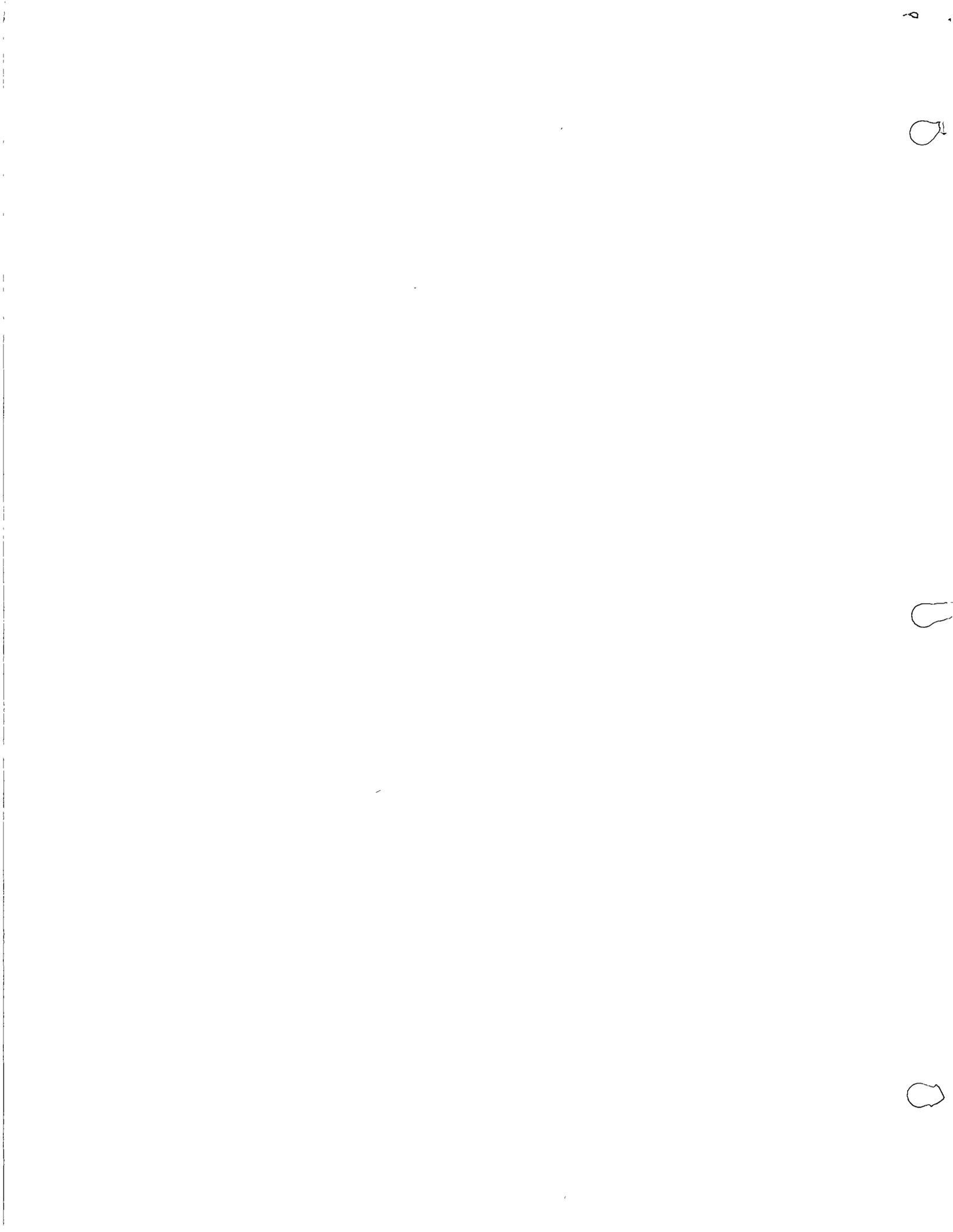
a. - Los automóviles son los que están causando los mayores problemas de estacionamiento en el Distrito Federal. Por lo tanto, se requiere que las autoridades lleven a cabo una planificación del transporte en forma equilibrada, de tal manera que disminuyan por sí solos los viajes persona por automóvil, incrementando y mejorando el transporte colectivo.

b. - Para disminuir el problema de estacionamiento, se requiere que las nuevas edificaciones dispongan de los espacios para estacionamiento que exigen las autoridades de acuerdo con la Ley de Estacionamiento de Vehículos en el Distrito Federal.

c. - Los proyectistas de estacionamientos deberán de procurar que las normas que apliquen, sean las adecuadas a las necesidades para las que van a servir, procurando evitar la formación de colas de vehículos en la vía pública e interferencias peligrosas con otros vehículos.

Es aconsejable la construcción de los estacionamientos de autoservicio, ya que requieren una menor área de espera, no provocan colas de vehículos en la vía pública, que causan problemas a los vehículos que circulan por la calle; menores gastos por personal y una mayor aceptación del público por este tipo de estacionamiento, ya que se evitan perjuicios al motor, golpes a las carrocerías, robos de objetos dejados y demasiado tiempo de espera a la salida.

1. - Rafael Cal y Mayor, I. C., I. T. Ingeniería de Tránsito. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México, D. F. 1972.
2. - Guido Radelat Agües. Manual de Ingeniería de Tránsito. Editorial Talleres Gráficos Mundial, S. R. L. Buenos Aires, Argentina. 1964.
3. - Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Co-editores: Asociación Mexicana de Caminos, A. C. y Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México, D. F. 1971.
4. - Dietrich Klose. Edificios de Aparcamientos y Garajes Subterráneos. Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona, España. 1965.
5. - Otto Sill. Construcción de Aparcamientos. Editorial Blume. Barcelona, España. 1969.
6. - Antonio Valdés. Ingeniería de Tráfico. Editorial Dossat, S. A. Madrid, España. 1971.
7. - Parking Standards Design Associates. A Parking Standards Report. Volumen I. Los Angeles, Cal., E. U. A. 1971.
8. - Matson, Smith, Hurd. Traffic Engineering. Editorial McGraw Hill - Book Company, INC. Nueva York, E. U. A. 1955.
9. - Institute of Traffic Engineers. An Introduction to Highway Transportation Engineering. Washington, D. C., E. U. A. 1968.
10. - Institute of Traffic Engineers. Traffic Engineering Handbook. - - Washington, D. C., E. U. A. 1965.



Método Núm. 8.- Cuestionario de empleado.- Los cuestionarios son distribuidos a todos los empleados de un centro de trabajo, como una gran planta industrial o un grupo de edificios de oficinas. Las formas ya completas son recogidas el mismo día que son distribuidas. La información es usualmente clasificada y perforada en tarjetas para el proceso electrónico de los datos. Los datos sobre el lugar donde viven los empleados, cómo llegan al trabajo, el tiempo de recorrido, la información de estacionamiento y los costos de viaje, pueden ser obtenidos para conductores de automóvil, pasajeros en automóvil y pasajeros en taxi y autobuses. Es importante hacer el cuestionario breve.

Este método es más ventajoso cuando sólo unos pocos empleados son involucrados. Obteniendo la cooperación de la gerencia, a menudo las empresas distribuirán y recogerán los cuestionarios dentro de su propia organización. Es importante que sea conservado el registro del número total de formas distribuidas en cada empresa, así como el de los empleados en las mismas, de modo que los datos de viajes a cada compañía puedan ser extrapolados apropiadamente. El costo de este estudio comprendió imprimir las formas y clasificar y perforar los resultados. La figura 4-11 muestra el cuestionario que fue usado en este estudio.

Método Núm. 9. Cuestionario para terminal de transporte público.- Este método suministra datos útiles para planear mayores facilidades a los transportes (carreteras, transporte público, estacionamien

### CUESTIONARIO PARA EMPLEADOS

**INSTRUCCIONES** - Se esta llevando a cabo un estudio para determinar cuantos espacios se requieren para estacionamiento en el centro de Washington, para satisfacer razonablemente las necesidades de los empleados del Gobierno. Con el fin de auxiliar a otras agencias de planificacion, se incluyen tambien algunas preguntas relativas a las condiciones del transito. A cada empleado que trabaja en la zona del centro se le solicita que llene esta forma. Se necesita su cooperacion para el exito de este estudio aun cuando hoy usted no haya ido en carro a su trabajo. A todos los empleados se les solicita que llenen la Sección A. Si usted fue hoy en carro a su trabajo, por favor llene las Secciones A y B.

#### SECCION A. PARA SER LLENADA POR TODOS LOS EMPLEADOS

1. Nombre completo del departamento o agencia y oficina o servicio en la cual trabaja

2. Nombre completo y localización del edificio donde trabaja

3. Dirección completa de su domicilio

Calle y número	Ciudad o país	Estado
----------------	---------------	--------

4. ¿Cómo se transportó a su trabajo hoy? (marque una)

- a En automóvil
  - (1) Conduciendo mi propio carro  1
  - (2) Pasajero en un carro conducido por otra persona  2
  - (3) Combinación de carro y transporte público  3
- b Por autobús o trolebús  4
- c Otros  5  
(Especifique como, en taxi, tren, caminando, etc.)

5. Tiempo total aproximado al minuto

- a Salida de casa a m b Llegada al trabajo a m
  - p m p m
- Si usted vino en carro, ¿interrumpió su viaje por cualquier causa que no haya sido para recoger otros pasajeros o para cambiar de su carro al transporte público? SI  NO

#### SECCION B. PARA SER LLENADA SOLO POR EMPLEADOS QUE MANEJARON SU CARRO DURANTE TODO EL TRAYECTO HASTA SU TRABAJO

1. ¿Dónde se estacionó hoy? (marque una)

- a Estacionamiento libre o propiedad del gobierno  1
- b Espacio asignado por el gobierno  2
- c Lote o estacionamiento comercial  3
- d Otros, incluyendo calle  4

2. ¿Cuántas cuerdas caminó del estacionamiento al trabajo? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuántas personas incluyendo usted, se transportaron al trabajo en su carro? \_\_\_\_\_

4. Si marcó el B, 1, c, anterior ¿Cuanto pagó por estacionarse en el lote comercial o garage? Llene un espacio

- a Tarifa mensual por carro \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_
- b Tarifa semanal por carro \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_
- c Tarifa diaria por carro \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_

Si cruzó los límites del DC, dé el nombre completo de la calle o puente sobre el río Potomac, donde entró

to, diseño de terminale, etc.) asociadas con las terminales de transporte, tales como las de autobuses, trenes o aeropuertos. El método es llevado a cabo entregando cuestionarios postales, que deben ser devueltos, a todas las personas sabiendo o bajando de autobuses, trenes o aviones en la terminal durante las 24 horas del día.

El cuestionario es para ser llenado con información acerca de cómo el pasajero llegó a la terminal, su origen y su destino, el propósito de su viaje y la hora en que arribó a la terminal. La tarjeta es entonces depositada en el buzón. Suponiendo que todos los pasajeros reciben un cuestionario, los datos devueltos son extrapolados para representar todos los viajes, multiplicando el número regresado por la relación del total de tarjetas distribuidas al total regresado. Con objeto de asegurar una mayor exactitud en esta estimación, es aconsejable calcular factores de expansión separados para diferentes períodos del día, ya que el porcentaje regresado puede variar, distorsionando así la imagen.

Las tarjetas regresadas son clasificadas y la información puede ser transferida a tarjetas perforadas para procesamiento electrónico de datos.

Pueden ser usadas distintas variaciones de este sistema básico. Una variación supone que las personas arribando a un aeropuerto, por ejemplo, al abordar los aviones tienen el mismo patrón de origen del viaje como el de los destinos de los pasajeros bajando de los aviones. Si tal suposición puede ser hecha con confianza, se elimina la

necesidad de conseguir información de los demás, excepto de los pasajeros abordando aviones. Esto simplifica el estudio, ya que es fácil tener acceso a las listas de pasajeros y en algunos casos la línea aérea dará instrucciones a la sobrecarga para recoger los cuestionarios después de ser completados.

La figura 4-12 muestra el cuestionario entregado a los pasajeros que usaron el Aeropuerto Nacional de Washington en 1960. La figura 4-13 muestra uno de los análisis de este estudio. La figura 4-13<sup>+</sup> muestra el cuestionario para el Aeropuerto de la Cd. de México, durante la Olimpiada en octubre de 1968.

Método No. 10.- Cuestionario del pasajero de transporte público.- El cuestionario está limitado a precisar los orígenes y destinos de pasajeros usando una ruta específica de transporte público, siendo usado principalmente para planear rutas mejoradas o programar horarios. Uno o dos hombres en cada autobús o tranvía entregan una tarjeta-cuestionario a cada pasajero que aborda el vehículo. La tarjeta es para ser llenada y recogida por el personal que realiza el trabajo de campo, conforme el pasajero deja el vehículo. Este estudio es más conveniente para líneas con poca demanda, donde todos los pasajeros van sentados y hay oportunidad para que llenen las tarjetas-cuestionario. Deberán ser cubiertos tantos viajes como sea posible. Los datos que resulten son extrapolados para representar el 100% de los pasajeros, basado en la relación del total de usuarios al número de tarjetas llenadas. En la

**AGENCIA FEDERAL DE AVIACION**  
**ESTUDIO DE NECESIDADES DE TRANSPORTACION EN EL AEROPUERTO NACIONAL DE WASHINGTON**  
**A LOS PASAJEROS QUE SALDRAN DEL AEROPUERTO DE WASHINGTON**

- Por favor tomese un momento de su tiempo para contestar las cuatro preguntas de este forma y deposítela en el buzón. No requiere porte.
- El resultado de este estudio se usara en un proyecto preparado para mejorar las medidas para mejorar el transporte hacia y desde los aeropuertos.

1. ¿En qué ciudad o población empezó su viaje?

CITY OF ORIGIN POPULATION STATE

2. ¿Cuál es la dirección de su primer destino en Washington, después de que deje el aeropuerto?  
NO PONGA NADA EN ESTE ESPACIO

CITY OF DESTINATION PURPOSE OF VISIT

3. ¿Cuál de las siguientes describe mejor la dirección anterior? (Marque uno)

Residencia privada (Casa o apartamento)

- 1 Su propia casa
- 2 Otro
- 3 Hotel, motel, etc
- 4 Industrial (Fabrica, planta etc)
- 5 Negocio (Tienda, oficina profesional)
- 6 Subnmental
- 7 Otros, por favor especifique

4. ¿Cómo planea viajar a este destino?  
(Si planea usar más de uno de los siguientes marque o pague por cada uno.)

- 1 Automóvil privado (Me parcaré con alguien en el aeropuerto)
- 2 Automóvil privado (El cual dejó estacionado en el aeropuerto)
- 3 Automóvil privado (Para salir del aeropuerto mismo)
- 4 Automóvil rentado
- 5 Taxi
- 6 Limousine del aeropuerto
- 7 Autobus urbano o tranvías
- 8 Vehículo de gobierno
- 9 Otro, especifique por favor
- 10 Desconocido

Estudio dirigido por la oficina de Ciencias Humanas para la Agencia Federal de Aviación

GRACIAS POR SU COOPERACION

Fig. 4-12

**ESTUDIO EN AUTOBUSES** Núm. 13998

A pasajeros de Autobuses. Favor de proporcionar la información correspondiente al v.o. que realiza y devuelva la tarjeta a la persona que lo entrevista. Gracias por su ayuda.

Subí al Autobus en \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle  
Av. Av.

Y bajaré en \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle  
Av. Av.

SI TIENE LA INTENCION DE TRANSECORDAR - Favor de dar el nombre de la ruta de autobuses que usara y la parada en la cual completara este viaje

Ruta \_\_\_\_\_ Parada \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle  
Av. Av.

Antes de ir a la Parada de Autobuses,  
 Empeze este viaje en \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle  
Av. Av.

Después de bajarme, Iré a \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle  
Av. Av.

Favor de ser  
Escribir aquí

Zona Parada

Zona Parada

Zona Parada

Zona

Zona

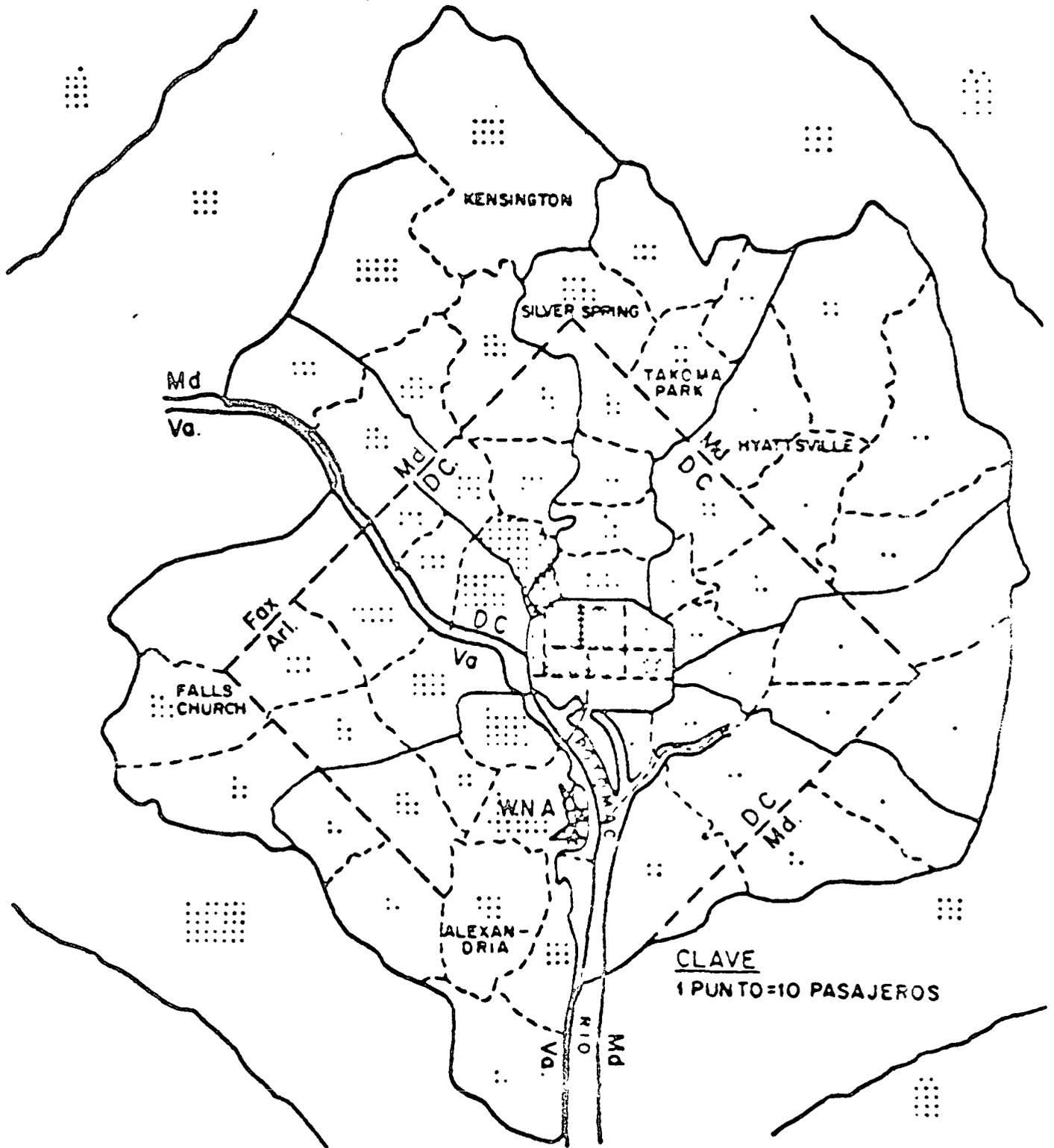
PROPOSITO DEL VIAJE

Favor de marcar los: TRABAJO COMPRAS ESCUELA TRANSMITAR OTROS ES UD PROPIETARIO DE CARRO NEGOCIOS

Fig. 4-14

# ORIGEN Y DESTINO LOCAL DE PASAJEROS

(Para un promedio diario semanal durante la semana del 5-11 de Dic de 1960)



NOTA Las figuras dadas son calculadas en base a un 11% de la muestra para un período semanal.

2	00	1	1	1
FECHA		CIA.		VUELO

ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

PARA FINES ESTADISTICOS, SOLICITAMOS A UD. ATENTAMENTE, CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS  
(WITH STATISTICS PURPOSES PLEASE ANSWER THE NEXT QUESTIONS):

De que lugar parti6 para dirigirse al aeropuerto Avenida de Villahermosa R. Duran

1	3	3
---	---	---

  
(From what place did you begin the trip to airport) Poblaci6n, (Town.) o Colonia, (zone,) o Calle (street) u Hotel

En que hizo el recorrido al aeropuerto    

--	--	--

  
(How coming) Autom6vil-car Taxi-cab Autobus-bus Otros-other

Destino del vuelo Guadalajara Jalisco

--	--	--

  
(Flight destination)

Nacionalidad del pasajero  

--	--	--

  
(Citizenship) MEXICANO EXTRANJERO (FOREIGN)

GRACIAS POR SU COLABORACION - THANK YOU FOR YOUR COOPERATION.

4	00	A.M.	1	3	8
FECHA		CIA.		VUELO	

ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

PARA FINES ESTADISTICOS, SOLICITAMOS A UD. ATENTAMENTE CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS  
(WITH STATISTICS PURPOSES PLEASE ANSWER THE NEXT QUESTIONS):

De que lugar parti6 para dirigirse al aeropuerto Colonia Doctores (Centro M6dico Nacional)

1	3	5
---	---	---

  
(From what place did you begin the trip to airport) Poblaci6n, (Town.) o Colonia, (zone,) o Calle (street) u Hotel

En que hizo el recorrido al aeropuerto    

--	--	--

  
(How coming) Autom6vil-car Taxi-cab Autobus-bus Otros-other

Destino del vuelo Los Angeles Calif.

--	--	--

  
(Flight destination)

Nacionalidad del pasajero  

--	--	--

  
(Citizenship) MEXICANO EXTRANJERO (FOREIGN)

GRACIAS POR SU COLABORACION - THANK YOU FOR YOUR COOPERATION.

figura 4-14 está ilustrada una forma empleada en los estudios de este tipo.

Cuando el número de pasajeros hace imposible realizar todo el estudio sobre vehículos en movimiento puede considerarse el usar - tarjetas postales con dirección de retorno, las cuales son entregadas a los pasajeros al subir o bajar, y pueden ser llenadas y regresadas según su conveniencia. Esta alternativa tiene la desventaja de cualquier estudio de tarjeta postal. Es decir, que puede producir un bajo porcentaje de retorno y debe tenerse considerable cuidado en el análisis para tener seguridad de que la respuesta no es tendenciosa. Por ejemplo, puede existir una tendencia a mostrar interés en regresar las tarjetas - sólo por parte de los viajeros habituales o de aquéllos sujetos a mayores aglomeraciones.

Método Núm. 11.- Método de síntesis.- Recientemente ha sido iniciado un nuevo método para determinar la información de origen y destino en ciudades tanto pequeñas como grandes. Este método depende de la determinación del número de viajes generado y el número de - viajes atraído por ciertos tipos de actividades en el uso de la tierra.- Por ejemplo, puede ser determinado que, en una ciudad dada, 2.1 viajes de trabajo son generados por día por familia y que 1.7 viajes de - trabajo son atraídos por cada trabajo en el lugar de empleo. De esta manera, si el número total de familias en una zona particular es conocido y el número de trabajos en la misma es conocido también, los orígenes y destinos de los viajes de trabajo pueden así ser calculados para

esa zona. El conocimiento de la distribución de familias y trabajos en toda la comunidad, permitiría el cálculo de los orígenes y destinos de los viajes de toda la comunidad. Pueden ser determinadas relaciones similares para otro tipo de viajes tales como los de compras, de recreo, etc. Estas relaciones de "generación de viajes" pueden ser establecidas realizando un número limitado de entrevistas domiciliarias (ver Método núm 6).

Después que el total de viajes generado y atraído por cada zona es calculado, los viajes deben ser "distribuidos" usando una fórmula de distribución o modelo. El llamado "modelo de gravedad" ha sido usado en años recientes para este propósito. Los detalles de la aplicación del modelo de gravedad y de otros de la aplicación del modelo de gravedad y de otros modelos de distribución de viajes están más allá del campo de este capítulo.

Es también relativamente simple proyectar o extrapolar los datos del viaje para representar las demandas de viaje en años futuros. Las desventajas son, que es algo complejo de usar, requerir computadoras electrónicas y generalmente no se piensa que la exactitud de los datos del viaje computados sean tan aceptables como aquéllos de técnicas convencionales.

La figura 4-16 muestra el análisis de datos de origen y destino derivados del uso de esta técnica en Ottumwa, Iowa.

Método No. 12.- Estudio integral de origen y destino.- Este método proporciona el más completo inventario de información de origen

### ESTUDIO DE TRANSITO EN AREA METROPOLITANA REPORTE DE CAMIONES

Hoja \_\_\_ de \_\_\_  
Tarjeta Núm

Propietario \_\_\_\_\_ Dirección \_\_\_\_\_ Muestra Núm

Licencia Núm \_\_\_\_\_ Marca \_\_\_\_\_ Año del vehículo \_\_\_\_\_

Industria o negocio \_\_\_\_\_

Tipo  3- Panel o Pick-up  4- Dos ejes LLanta simple  5- Dos ejes LLanta doble  6- Tres ejes Unidad sencilla  7- Combinaciones

Capacidad permitida \_\_\_\_\_

Fecha del viaje \_\_\_\_\_ Día de la semana \_\_\_\_\_

Número total de paradas o viajes \_\_\_\_\_

Kilometraje del día estimado en el recorrido dentro del área \_\_\_\_\_

Vial Núm	ORIGEN	DESTINO	TIEMPO A LA MITAD DE REC		CARGA
			AM	PM	

Fecha \_\_\_\_\_ Persona que entrevista \_\_\_\_\_

Fig. 4-16

### ESTUDIO DE TRANSITO EN AREA METROPOLITANA INFORME DE VIAJES EXTERNOS

Número de Tarjeta  3 Estación \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Hora de inicio del periodo \_\_\_\_\_ AM  PM  de regreso de ida  1  2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Número de Serie	Tipo de Vehículo	Número en el Vehículo	¿Donde empezó este viaje?	¿Donde finalizará este viaje?	Propósito del viaje	¿Donde guarda el automóvil?	¿Se usa tarjeta de ruta?	Países intermedia	Localización	Propósito	Factor

- 1 - Automóvil Local
- 2 - Automóvil Foráneo
- 3 - Pick-up o Panel
- 4 - 2 ejes, llanta sencilla
- 5 - 2 ejes, llanta doble
- 6 - 3 ejes, unidad sencilla
- 7 - Combinaciones
- 8 - Taxi
- 9 - Autobús

- 1 - Trabajo
- 2 - Negocios
- 3 - Med - Dental
- 4 - Escuela
- 5 - Social y Rec
- 6 - Cambio de forma de viaje
- 7 - Alimentación
- 8 - Compras
- 9 - Servicio de pasajeros

- 1 - Trabajo o Negocios
- 2 - Compras
- 3 - Recreación
- 4 - Servicio pasajeros
- 5 - Alimentación
- 6 - Gas o aceite
- 7 - Durante la noche

\* Dentro del área - 1  
Fuera del área - 2

Fig. 4-17



y destino urbanos entre los estudios conocidos. La información recopilada cubre los viajes hechos por residentes del área metropolitana - por todas las modalidades de viaje (automóvil, autobús, taxi, camión, etc.) y para todos los propósitos de viaje. Aunque algunos viajes son pasados por alto en el inventario (algunos viajes de visitantes al área), el grueso de la demanda de viajes entre ciudades queda ampliamente registrada en el estudio. Las formas de estudio mostradas en las figuras 4-9 a la 4-16, 4-17 y 4-18 han sido utilizadas con más frecuencia.

Este estudio está compuesto de dos partes: El estudio interno y el estudio externo. La fase interna del estudio consiste en entrevistas domiciliarias, tal como se describe en el Método núm. 6, suplementadas por recopilación de información sobre viajes de camiones y taxis.

Los datos sobre el viaje de camiones y taxis son obtenidos seleccionando una muestra numérica o alfabética de listas de registro. Ordinariamente la proporción de muestra para camiones es doble de la usada para el estudio de encuesta domiciliaria. El porcentaje de taxis en la muestra deberá ser, cuando menos, tan grande como el de los camiones, aunque es preferible un porcentaje más alto. Se establece contacto con las compañías de camiones y autos de alquiler, se obtienen datos sobre el origen y destino, tiempo de viaje y otros, de todos los viajes hechos por los vehículos muestreados en el día anterior a la entrevista. Sólo los viajes con longitud de más de dos cuadras son consideradas como viajes separados, agrupando en uno aquellos viajes

más cortos, como los de recoger y entregar prendas.

Los investigadores en este trabajo, deberán obtener bajo las condiciones más favorables, incluyendo regresos y tiempo de recorrido, una entrevista por hora.

Para una ciudad con 200 000 habitantes, usar una muestra del 20% de 7 000 camiones (1.400 entrevistas), un equipo de 10 personas requeriría alrededor de 1.400 horas-hombre o alrededor de 4 semanas para completar el estudio de camiones.

El estudio externo ( externo se refiere a l cordón exterior dibujado alrededor del área de estudio), es hecho para determinar recorridos de conductores de automóvil no residentes en el área de estudio.- Se emplea el método núm. 1, por lo cual es entrevistada una muestra de conductores, para ambas direcciones de recorrido, en cada estación sobre el cordón externo. Se obtendrá alguna información duplicada, - del área cubierta en el estudio interno. La duplicación es eliminada suprimiendo la información de estos viajes de los datos del estudio interno, antes de intentar el análisis.

El estudio externo es hecho en estaciones donde las calles principales y carreteras cruzan la línea del cordón. Ordinariamente la línea de cordón está localizada lo suficientemente lejana para intersectar un número mínimo de camiones y no incluir mucho territorio rural (toda el área circundada por la línea de cordón es estudiada en el reco

nocimiento interno). Se utilizan contadores automáticos y portátiles, como un paso preliminar para determinar el volumen de vehículos que entran y salen del área del cordón. Las estaciones de encuesta son establecidas en el grupo de carreteras que lleven al menos 95% del tránsito total.

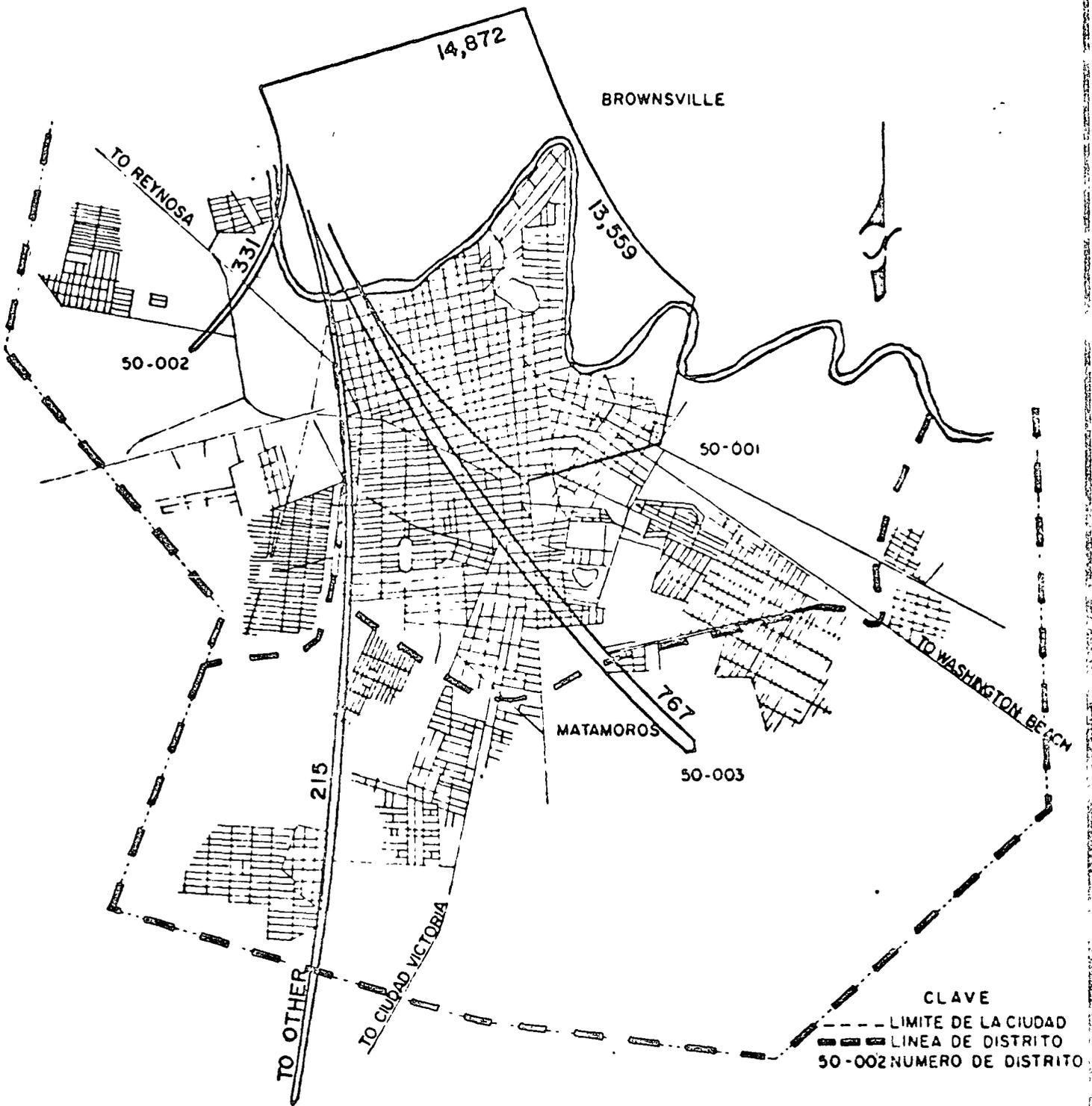
Las estaciones externas son operadas entre las 6:00 y las 22:00 h o entre las 7:00 y las 23:00 h y de un día representativo. Donde el estudio interno cubre un año, cada estación externa deberá ser operada en un día entre semana durante cada una de las cuatro estaciones del año. Algunas estaciones con altos volúmenes nocturnos requerirán estudios de 24 horas. Ordinariamente sólo son estudiados días entre semana.

Un recuento completo de volúmenes (determinando el número de vehículos por tipo), es llevado a cabo en cada estación, al mismo tiempo que las entrevistas están siendo hechas. Esto permite extrapolar las entrevistas de la muestra para representar el 100% del tránsito

Además de estos recuentos de vehículos efectuados al tiempo de las entrevistas, se realizan recuentos continuos de 24 horas con contadores automáticos del tránsito, con registro horario, para suficientes días (al menos tres), con objeto de determinar el tránsito promedio diario durante el período del estudio. Los datos de volúmenes de las encuestas obtenidos en las 16 horas estudiadas, son entonces ampliados a 24 horas, conforme a estos datos. Por último, se anexan algunos ejemplos del movimiento de vehículos y peatones, en un estudio de O y D, en Matamoros, Tamps.

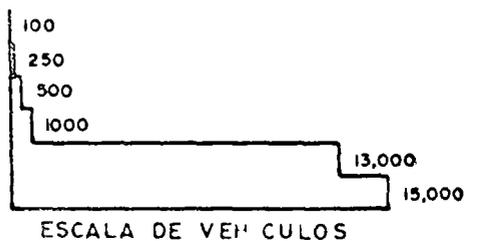
ANEXO 1

MOVIMIENTO DE VEHICULOS HACIA MEXICO

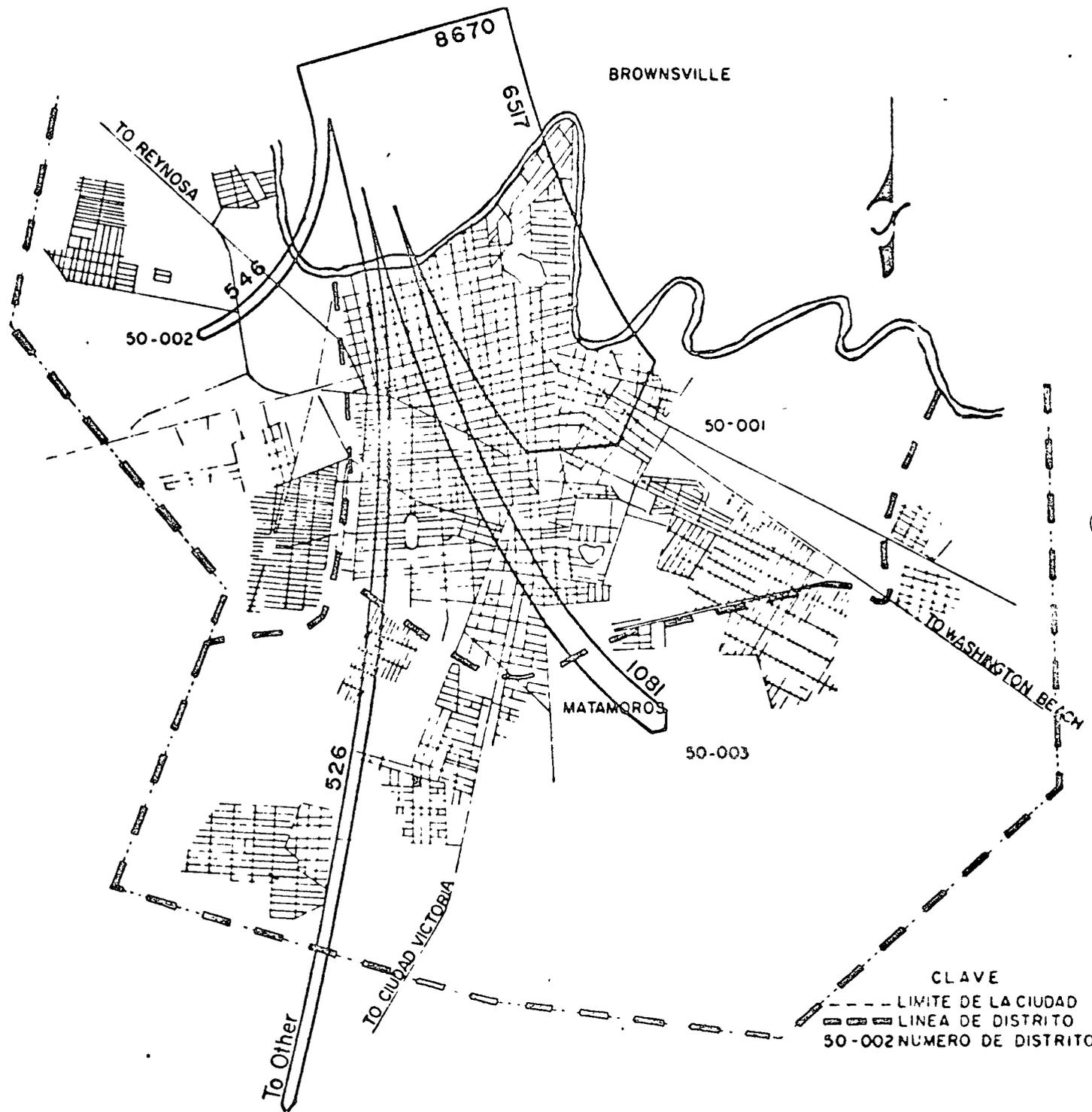


CLAVE  
 - - - - LIMITE DE LA CIUDAD  
 - - - - LINEA DE DISTRITO  
 50-002 NUMERO DE DISTRITO

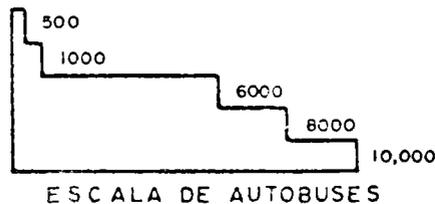
Datos obtenidos de un estudio de Transportación Urbana de Brownsville, patrocinada por la Cámara de Comercio de Brownsville, Texas año 1970



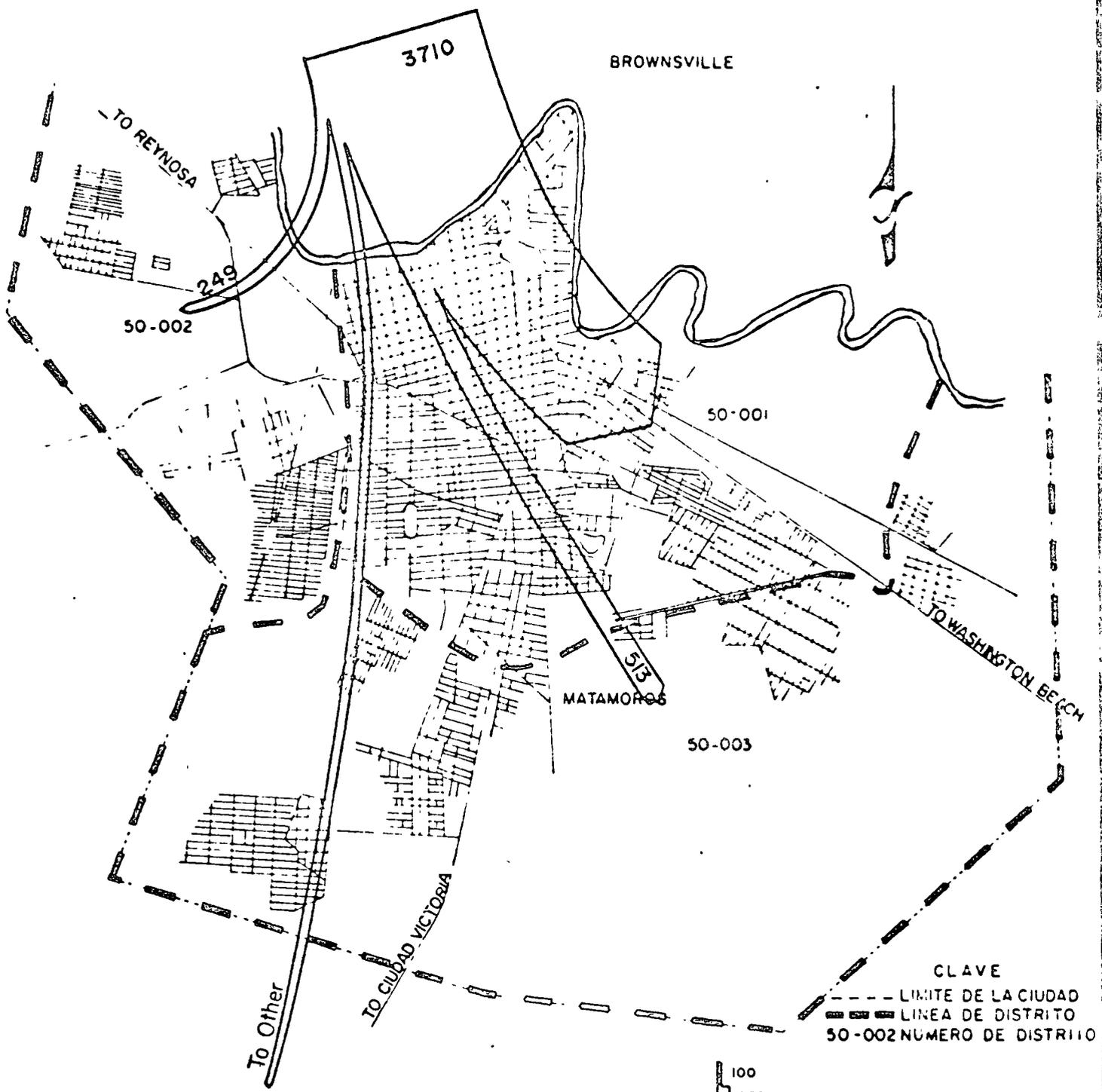
# MOVIMIENTO DE AUTOBUSES DE PASAJEROS HACIA MEXICO



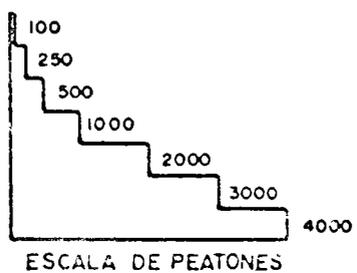
Datos obtenidos de un estudio de Transportación Urbana de Brownsville, patrocinada por la Cámara de Comercio de Brownsville, Texas año 1970



# ANEXO 3 MOVIMIENTO DE PEATONES HACIA MEXICO



Datos obtenidos de un estudio de Transportación Urbana de Brownsville, patrocinada por la Cámara de Comercio de Brownsville, Texas año 1970





#### IV. ESTUDIOS DE VELOCIDADES

Los estudios de velocidades, tiempos de recorrido y demora se establecen como parte importante en el desarrollo de estudios de tránsito, ya que ayudan a definir criterios en la toma de decisiones de los distintos casos que suelen presentarse, como son:

- a).- La evaluación de la eficiencia de una vía como medida relativa del grado de congestión que hay en ella. Se utilizan en el cálculo de índices de congestión o suficiencia, a fin de comparar la facilidad que ofrecen a la circulación las diversas vías entre sí o una misma vía en distintas épocas.
- b).- La obtención de beneficios por ahorro de tiempo en un tramo de vía, producidos al mejorar sus condiciones de funcionamiento.
- c).- El conocer el grado de efectividad de ciertas medidas para el control del tránsito, como prohibir la circulación en un solo sentido o el estacionamiento en uno o ambos lados, sincronizar las señales luminosas, etc.
- d).- Debido a que la velocidad de los vehículos se obtiene frecuentemente midiendo el tiempo que se emplea en recorrer una distancia determinada, la precisión obtenida dependerá de la exactitud con que se mida esa distancia.

#### Definición de Velocidad.

Existen varias definiciones, según el tipo de velocidad de que se trate. Por ejemplo, se tienen las siguientes velocidades:

1. VELOCIDAD DE PUNTO.- Es la velocidad de un vehículo cuando pasa por un punto determinado de una calle o carretera. Para estimar esta velocidad, se utilizan los promedios de velocidades en ese punto, de todos los vehículos, o de un tipo previamente establecido de vehículo (A, B ó C).
2. VELOCIDAD DE MARCHA.- Es la velocidad de un vehículo en un tramo de camino o calle y se obtiene al dividir la distancia de recorrido entre el tiempo empleado por el vehículo en su movimiento. Es decir, la suma de distancias recorridas, por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividido entre la suma de tiempos correspondientes.
3. VELOCIDAD DE OPERACION.- Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede transitar en un tramo de calle o carretera, - bajo las condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso, la velocidad de proyecto.
4. VELOCIDAD GLOBAL.- Esta resulta al dividir la distancia recorrida por un vehículo entre el tiempo que dura su viaje. En este tiempo se incluyen todas aquellas demoras por paradas y reducciones de velocidad provocadas por el tránsito y por la - carretera. En esto no se incluyen otro tipo de demoras como son: las gasolineras, restaurantes y diversiones.
5. VELOCIDAD DE PROYECTO.- Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad. Esta se utiliza para calcular los elementos geométricos del tramo.

En general, los métodos para determinar la velocidad de los vehículos se pueden clasificar dos grupos, dependiendo de que la base elegida para medir la distancia sea larga o corta. El primer grupo, en el que se requiere un equipo más sencillo, es adecuado para obtener tiempos de recorrido y el segundo es más indicado para medir velocidades.

Cualquiera que sea el procedimiento empleado para la medida de las velocidades es preciso definir antes algunas circunstancias que concurren en el estudio, tales como el período de realización -que depende del objeto del estudio- o las condiciones atmosféricas.

#### A.- METODO DE PLACAS DE CIRCULACION.

Este método no proporciona información sobre la causa de las demoras, pero se obtiene con él bastante exactitud en la determinación de tiempo de recorrido y velocidad.

Para ejecutar el estudio, se selecciona el tramo de la vía que se va a observar, se determinan los puntos de observación, se colocarán dos personas en cada extremo del tramo, uno con un cronómetro y otro con una hoja de campo y un tablero para anotar; se sincronizan los cronómetros para iniciar al mismo tiempo el trabajo, el observador dictará los números y letras de la placa de circulación y el tiempo en que cruza el vehículo, así como el tipo del vehículo y sentido en que circula.

En el gabinete se identifican los vehículos que pasaron por las -

dos estaciones, anotándose en la hoja de campo; se restan los tiempos de recorrido; en el inventario de carreteras, se obtiene la distancia exacta entre las estaciones de observación, dato con el cual se obtiene la velocidad de recorrido. Ver forma de campo en la página - 167.

El procedimiento de anotar el número de las placas es adecuado para medir tiempos de recorrido sobre distancias del orden de 1 km o mayores.

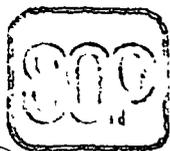
Este procedimiento puede emplearse satisfactoriamente cuando - los dos puntos de control están situados a suficiente distancia, tal - como se indicaba anteriormente.

Cuando la intensidad del tránsito es tan elevada que un solo observador difícilmente puede anotar todas las placas, es preciso - emplear procedimientos de muestreo. Uno de ellos consiste en anotar aquellos vehículos cuyas placas terminen en unas cifras determi - nadas, tal como se mencionó en los estudios de O y D.

Las observaciones en general se limitan al tránsito en un solo - sentido, a menos que la intensidad fuese muy pequeña. Con observa - dores expertos se pueden estudiar movimientos de hasta 300 veh/h, - en un sentido.

Se ha podido comprobar que generalmente es conveniente traba - jar por períodos comprendidos entre una y dos horas.

En la mayoría de los casos es muy difícil completar todos los da - tos, debido a los vehículos que dentro del tramo en estudio efectúan entra - das, salidas o detenciones, así como por omisiones de los obser



COMISIÓN DE INGENIERÍA INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

EST. S AÑO MES DIA C/S  
[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

ESTUDIO EN: \_\_\_\_\_

I<sub>V</sub> HORA MIN. SEG. P L A C A

T<sub>V</sub> HORA MIN. SEG. P L A C A

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

Datos tomados por: \_\_\_\_\_

Pasa a la hoja N° \_\_\_\_\_

vadores. Cuando en los resultados aparezcan tiempos de recorrido - que parezcan excesivamente largos deben ser eliminados, pues posiblemente sean debidos a paradas intermedias.

Antes de empezar el estudio, el personal debe reunirse y sincronizar los cronómetros con el fin de iniciar el estudio simultáneamente. Por ninguna razón se detienen los cronómetros, hasta que el grupo se reúna otra vez y lo haga simultáneamente. En ese momento se registra simultáneamente la lectura de cada cronómetro, anotándolo en un lugar conveniente de la hoja de campo (esto permite la corrección por aquellos cronómetros adelantados o retrasados). Si algún cronómetro se detiene accidentalmente durante el estudio, puede ponerse en marcha nuevamente, observando el instante en que el cronómetro del grupo, situado en el lado opuesto de la calle, o carretera, registra un minuto cerrado. (Esto se hace notar en la hoja de campo para hacer las correcciones necesarias cuando se analicen los datos).

Después de poner en marcha los relojes los equipos de trabajo en lados opuestos de la calle, en cada extremo del tramo, deben iniciar el registro. El observador en un equipo de 2 hombres, dice en voz alta los tres últimos dígitos de cada placa que pasa de su lado de la calle. Esto es registrado por su compañero. Si el tránsito es tan intenso que impida incluir todos los vehículos, el estudio es tan intenso que impida incluir todos los vehículos, el estudio puede ser limitado a los números de placas que terminen en cero o en uno únicamente, lográndose así una muestra del 20 por ciento, o bien, leer sólo aquellas placas que terminen en cero, con lo cual la muestra obte-

nida es del 10 por ciento, aproximadamente.

El anotador lee el cronómetro, aproximando al segundo o dos segundos registrando el tiempo directamente bajo el número de la placa. En estos casos puede ser útil un cronómetro para la mano no utilizada, el cual puede ser detenido independientemente de la otra mano. Si sólo se dispone de un reloj de pulso, el anotador puede leer primero el número de la placa, subrayando si es autobús o camión y dar un vistazo al cronómetro, restando algunos segundos para corregir el tiempo. Debido a que uno o dos segundos de error no afectan apreciablemente la precisión del estudio, el anotador puede estimar de esta manera el tiempo al paso del vehículo.

Si se usa una grabadora, el observador simplemente anuncia el número de placa, el tipo de vehículo y la lectura del cronómetro. Al empezar el registro, se debe indicar en la hoja de campo del día, fecha, lugar, dirección del tránsito, así como el nombre del observador y cualquier otro dato que se requiera para fines de identificación.

La figura de la página 170 muestra otro ejemplo de la hoja de campo para el estudio de tiempo de recorrido (método de placas). Los tres últimos dígitos de cada número de placas y los tiempos de cronómetro se registran en los cuadros de la tabla, empezando en el primer cuadro de arriba a la izquierda y procediendo a la derecha, línea por línea.

Cuando se trate de un autobús o camión, con ruedas traseras



dobles, o cualquier vehículo pesado, éstos deben destacarse en la hoja subrayando el número de placas.

La hora de iniciación se relaciona con la hora del día, leída de un reloj ordinario.

Los dígitos del 0 al 9, en la parte superior de la hoja de campo, se usan para analizar los datos de campo.

Generalmente el anotador estará tan ocupado registrando números y mirando el cronómetro, que sólo podrá usar los rectángulos de la figura, uno después del otro, sin tomar en cuenta los dígitos del encabezado. Sin embargo, si es suficientemente rápido para clasificar los números al tiempo que los registra, poniendo todos los números al tiempo que los registra, poniendo todos los números que empiezan en cero bajo la columna de "0", los que empiezan en uno bajo la columna de "1", etc., tanto mejor. Sin embargo, suponiendo que esto no es posible, uno de los primeros trabajos de resumen es el de ordenar los números (y tiempos) en las hojas por el extremo donde empieza la ruta, con el fin de clasificarlos de acuerdo con el primer dígito bajo el encabezado de la columna correspondiente.

Cuando se usa una grabadora los datos pueden ser transcritos directamente, clasificándolos de acuerdo al dígito inicial de cada caso.

La longitud de la ruta debe ser medida usando el odómetro - del vehículo o mediante un mapa a escala indicándola en la hoja de resumen.

HOJA DE RESUMEN. El proceso de resumir implica encontrar números idénticos de placas en los dos juegos de hojas de campo, - del comienzo y final de la ruta, en una dirección, anotando la diferencia de tiempo y calculando la velocidad. Suponiendo que los datos de campo para el comienzo de la ruta (donde entran los vehícu- los al tramo estudiado) han sido ordenados, junto con las hojas de campo del final de ruta; un analista dice cada uno de los 3 dígitos leyendo en la hoja de "fin" del tramo; más el tiempo y tipo de vehícu- lo. Esto es registrado por una segunda persona en la hoja de resu- men, que se muestra en la página 170, bajo la clasificación del ve- hículo apropiado, el número de placa y encabezados por la columna "fin". El analista busca los números de placa correspondientes para el comienzo del tramo e indica el tiempo de comienzo al anotador, - quien lo pone bajo la columna "comienzo" de la hoja de resumen. - Con las hojas de campo ordenadas, se encuentra el número de pla- cas, y el tiempo, mirando abajo la columna correspondiente al dígi- to inicial de cualquier número de placas encontrado en las hojas de campo de "fin de tramo".

Los números y tiempos, tomados de la hoja "fin", se regis- tran en la hoja de resumen junto con el tiempo de "comienzo" encon



trados en la otra hoja. Cuando no puede encontrarse el mismo número en ambas hojas, hay que pasarlo por alto y seguir con la siguiente .

Para convertir tiempos transcurridos a velocidades, puede usarse una cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$V = \frac{d}{0.277t}$$

en donde

V = velocidad del vehículo (km/h)

d = longitud del tramo (metros)

0.277 = factor de conversión (metros/segundos a km/h)

t = tiempo transcurrido (segundos)

$$V = \frac{60d}{t}$$

en donde:

V = velocidad (km/h)

60 = factor de conversión (min/horas)

d = longitud del tramo (kilómetros)

t = tiempo transcurrido (minutos)

#### B.- Método del vehículo flotante.-

El método del vehículo de prueba para obtener tiempo de recorrido, velocidad a lo largo de una ruta, congestionamiento de una ruta o datos sobre velocidades y retardos, es probablemente el método

más flexible o adaptable y uno de los que se usan más ampliamente. El estudio es realizado por dos personas, un anotador y el conductor del vehículo. El procedimiento requiere que el conductor controle la velocidad del vehículo, sea que éste se mantenga "flotando" en el tránsito (en este caso, él rebasa tantos vehículos como vehículos rebasen al vehículo de prueba), o que conduzca el vehículo a lo largo de la ruta, conservando la velocidad promedio del resto de los vehículos. En este último caso el operador no debe intentar rebasar tantos vehículos como los que rebasan al vehículo de prueba como en la técnica del vehículo "flotante".

El equipo requerido para el estudio con el vehículo de prueba incluye:

1. Uno o varios automóviles de prueba.
2. Hojas de campo y de resumen.
3. Uno o más cronómetros, dependiendo de los datos por recopilar.

Se puede usar, como equipo opcional, una grabadora.

La hora del estudio depende de los datos que se requieran. - Los estudios de velocidad de retardo o estudios de congestionamientos en rutas principales, usualmente incluyen la determinación de la hora de máxima demanda, así como de los tiempos de recorrido y velocidades en horas fuera de la máxima demanda.

Los períodos de tránsito máximo (normalmente 7:00-8:15 h y 16:00-17:30 h) deben determinarse de aforos del tránsito, antes de -

que los estudios de tiempo de recorrido se hayan iniciado. Es importante hacer pruebas durante los períodos de máxima demanda, en los que se registran los mayores flujos.

En estudios de velocidad a lo largo de una ruta, o en estudios de tiempo de recorrido, es usual determinar únicamente la velocidad promedio a lo largo de la ruta, sin anotar demoras individuales: o bien puede determinarse el por ciento del tiempo total de recorrido perdido en demoras durante las horas de máxima demanda y de horas fuera de la misma. Estos estudios, y los datos que resulta, se usan normalmente para medir el grado relativo de eficiencia de un sistema completo de calles de una ciudad; para mostrar las velocidades promedio de un sistema de calles para uso en la distribución del tránsito o para preparar tablas y gráficas que muestren el efecto de un control del tránsito o un cambio operacional como es el caso de comparaciones de "antes" y "después".

El análisis de los patrones de variación de los tiempos de recorrido con flujo máximo y fuera de los máximos, indica que se requieren 12 a 13 recorridos en cada dirección para asegurar una precisión de  $\pm 10$  por ciento. Pocos recorridos pueden dar resultados precisos si la ruta no se divide en pequeños segmentos, para los cuales tengan que estimarse las velocidades promedio. Son probablemente necesarios seis recorridos en cada dirección para obtener resultados suficientemen

te precisos para que sean de utilidad.

Pueden usarse equipos de observadores que hagan el muestreo de los recorridos en un solo día u hora de máxima demanda, o equipos con poco personal, que realicen el trabajo en varios días. Normalmente, los volúmenes de tránsito del día viernes son más altos que en los demás días de la semana, especialmente durante las horas con altas concentraciones. Más importante aún que el día de la semana en el que se harán los recorridos, es la necesidad de espaciar los tiempos de comienzo durante la hora de máxima demanda, para reflejar las velocidades promedio para el total de la hora. Es decir, que hay casos en que los períodos de máximo congestionamiento pueden quedar limitados entre 10 y 20 minutos. Es por ello, que si todos los recorridos se iniciaran dentro de este período, un gran número de éstos podrían no reflejar aún la velocidad promedio de la hora de máxima demanda.

La explicación que se hace del método en los siguientes párrafos, describe un estudio con el máximo detalle. Si los resultados que se desean no requieren de este grado de detalle, podrán eliminarse algunas partes del estudio o revisarlas y discutirías después.

El anotador deberá indicar al conductor que lo lleve a un punto localizado un poco antes del extremo del tramo. El vehículo es detenido mientras el anotador escribe los datos en la hoja de campo, relativos a la hora al comenzar, la ubicación y el kilometraje.

Antes de que se inicien los recorridos de prueba, el anotador debe elegir puntos adecuados en todas aquellas intersecciones donde

se vayan a tomar lecturas. La prolongación de la línea de guarniciones o el centro de la intersección, son puntos convenientes para la toma de tiempos. Debe determinar también el comienzo y fin del tramo de manera que el vehículo pase por estos puntos a velocidad normal.

Un recorrido debe hacerse desde un extremo de la ruta elegida hasta el otro extremo. El anotador observa y registra la duración, lugar y causa de cada parada, así como duracnión, lugar y causa, - cada vez que el vehículo es forzado a viajar lentamente. En estos casos, el anotador usa el cronómetro. El conductor debe anotar la hora de partida (cruce del punto medio de la intersección al principio del tramo), e indicar la hora al anotador, quien lo registra en el encabezado de la hoja. Al final del tramo el conductor debe indicar la hora final para que el anotador la registre. El conductor podrá encontrar más fácil usar un cronómetro, poniéndolo en marcha al paso por el extremo donde comienza el tramo y detenerlo al pasar por el otro extremo. Sin embargo, en casos normales, es suficiente la precisión que da un reloj ordinario de pulso o de bolsillo.

Algunos anotadores prefieren usar una grabadora en lugar de escribir los diferentes datos. Si se hace de esta manera, los datos podrán transcribirse más tarde. El método de la grabadora permite al anotador registrar más datos y dedicar mayor atención a las condiciones del tránsito y al cronómetro.

Al terminar cada viaje se hace el registro del kilometraje y de la ubicación. Los kilometrajes se registran principalmente como referencia para conservar las hojas en correcto orden para su análisis. El kilometraje exacto de la ruta debe obtenerse de un mapa y anotarse al pie de la hoja como longitud total de recorrido. Se repiten viajes hasta que las concentraciones máximas de tránsito hayan descendido.

Las observaciones se hacen generalmente para la dirección con mayor demanda de tránsito, haciéndose algunos registros para los viajes de regreso.

Mientras se recorren las rutas principales, puede ser posible tomar nota de las condiciones de semáforos, señales de alto y marcas de pavimento. Los dispositivos para el control del tránsito que estén fuera de orden o dañados, deben anotarse como "comentarios" al pie de la hoja. Cuando la visibilidad de los semáforos o las señales sea inadecuada o esté obstruida, y se considere esto como una causa aparente de peligro, deberá registrarse.

Para los tiempos de recorrido, también suele usarse el registro que se muestra en la página 173, en el cual se anota la ubicación del tramo de vía por recorrer, el estado del tiempo, la fecha y la hora de inicio del estudio. Se establecen los puntos de control antes de que se inicie el primer recorrido, a lo largo del tramo, (entronques, cruces, etc), con vías rurales o intersecciones de calles, edificios importantes, etc., en vías urbanas). Se muestran en la columna Núm. 1, se -

identifican con la columna Núm. 2, y se determinan sus distancias al origen del estudio en planos que merezcan confianza o haciendo lecturas en el odómetro del vehículo observador durante el primer recorrido. Estas distancias se anotan en la columna Núm. 3. Cuando el vehículo observador para por el origen del estudio, se pone en marcha el cronómetro y mientras recorre la vía a la velocidad promedio de la de todos los vehículos de la corriente de tránsito, el observador va anotando el tiempo acumulado que transcurre según el vehículo va llegando a cada punto de control. Estas anotaciones se hacen en la columna - Núm. 4.

Al cumplir el trayecto se anota la hora en que terminó el recorrido.

#### C.-Tiempos de Recorrido y Demoras.

El registro del tiempo de recorrido en una vía, en forma simultánea con las demoras que ocurren en ella y las causas específicas - de las mismas, se lleva en formas tipo que ilustra la página 181.

En esta forma tipo se anotan las demoras motivadas por las - paradas del vehículo observador y por las disminuciones de velocidad. La causa de las demoras se indica con símbolos, cuyo significado se expresa en la parte inferior de la hoja de registro.



## VELOCIDAD DE PUNTO.

En los estudios de velocidades de punto, se miden las velocidades de los vehículos en una longitud relativamente corta.

Los estudios pueden ser realizados en las siguientes ubicaciones:

1. Zonas que requieren limitación de velocidad por cambios de -  
alineamiento vertical u horizontal, desviaciones, diferentes -  
superficies de rodamiento, cambios de sección transversal, -  
etc.
2. Paso por poblaciones.
3. Zonas escolares.
4. Zonas de entrada y salida del personal.
5. Zona de alta frecuencia de accidentes.
6. Arterias de acceso controlado.
7. Arterias principales.
8. Tramos de características geométricas determinadas.

La duración del estudio estará determinada por el propósito del -  
mismo. Para obtener elementos de juicio necesarios, deberán reali-  
zarse durante tres períodos separados, preferentemente una hora, en-  
tre las 9:00 y 12:horas ó una hora entre las 15:00 y las 18:00 horas y  
una hora entre las 20:00 y las 22:00 horas.

En el caso que lo anterior se dificulte, como en el caso de tramo  
de caminos, se deberá tener un número mínimo de observaciones en -  
función del volumen diario promedio de tránsito en cada camino, según  
la siguiente tabla:

VOLUMEN DE TRANSITO		No. DE OBSERVACIONES
Más de 3000	unidades por día	
1500 - 3 000	" " "	200
Hasta - 1500	" " "	150
Menos de 1500	" " "	100

Estos estudios no deberán realizarse en días domingos, de vacaciones, o eventos extraordinarios, ya que cierto tipo de vehículos o ciertas características del tránsito pueden hacer variar los resultados.

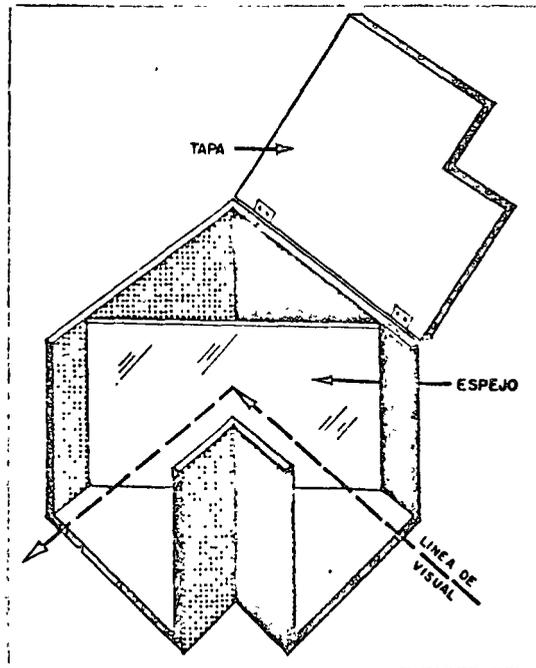
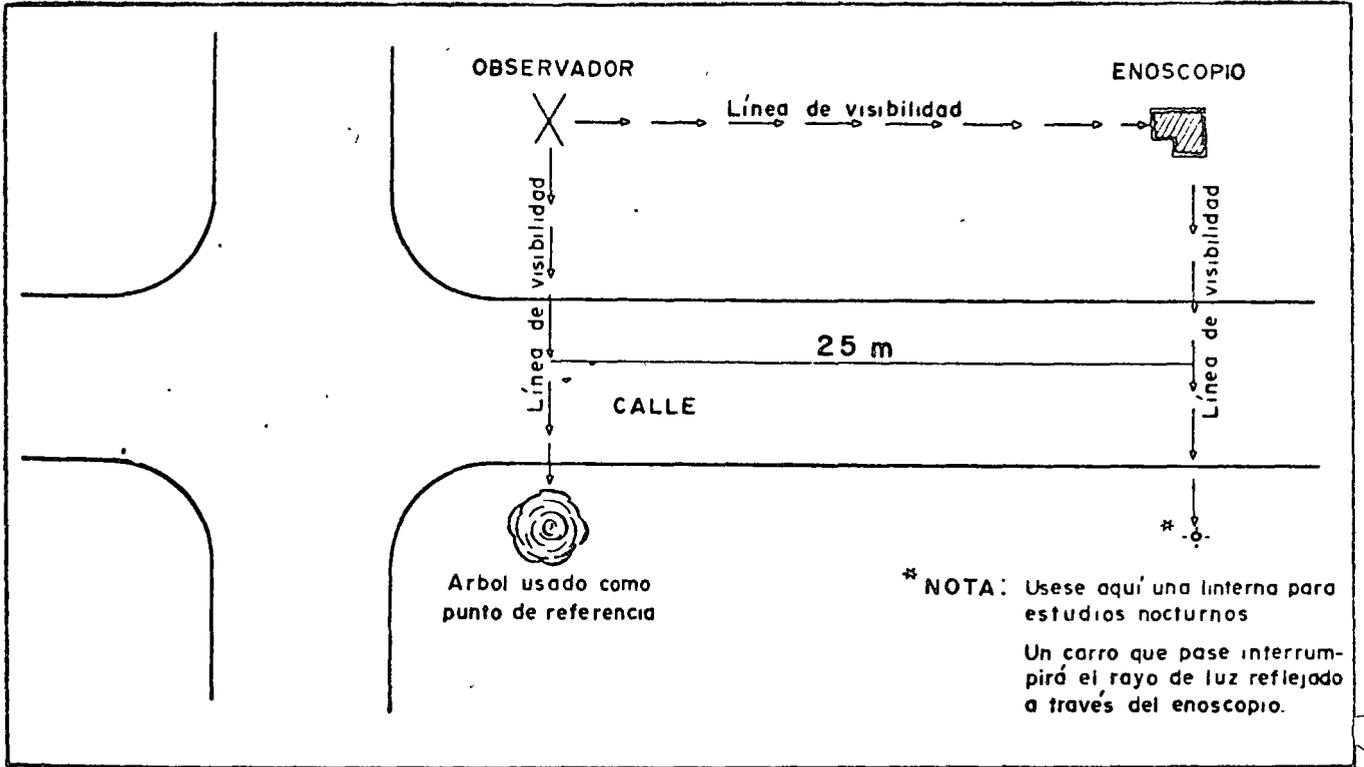
Existen varios métodos para medir velocidades de punto, como - prácticos en su aplicación mencionaremos dos: el método del Enoscopio y el método del radar.

D.- El método del Enoscopio, consiste en medir con el cronómetro el tiempo que tarda un vehículo en recorrer una longitud conocida.

Para la realización del estudio se recomiendan las siguientes distancias:

Velocidad aparente	Distancia
Menos de 40 K.P.H.	25 metros
De 40 - 70 K.P.H.	50 metros
Mayores 70 K.P.H.	100 metros

Se aconseja como equipo uno o dos enoscopios, un cronómetro de aproximación al décimo por segundo, cinta métrica de 20 mts. crayones o gises, un tablero para apoyar las hojas de registro de campo para los datos.



Se usa el enoscopio, que es una caja en escuadra con un espejo a  $45^\circ$  en el interior, para percibir el paso del vehículo sobre una marca dada, reduciendo el factor de error visual del observador.

Teniendo la longitud hacia un extremo, se coloca el observador y en el otro extremo se coloca un enoscopio; es conveniente usar dos enoscopios cuando la longitud pase de 50 ó 100 mts. teniendo la ventaja de compensar el error por el tiempo de reacción (Ver figura) del observador al manejar el cronómetro. Se mide el tiempo en segundos y décimos de segundos anotándolos en las hojas de campo, págs. 186 a 188.

E.- El Método del Radar aplica el principio electrónico de la emisión y recepción de ondas electromagnéticas. El equipo consiste de un faro emisor y receptor, un analizador que en un cuadrante marca la velocidad en Km/hora y un graficador para obtener la gráfica del tiempo en que fué detectado el vehículo.

Los tres aparatos trabajan con corriente directa, siendo la fuente el acumulador del vehículo que lo transporta.

Localizado el punto de observación, teniendo en cuenta sus características geométricas, se traslada el vehículo transportador al punto prefijado, estacionándolo fuera de la carpeta; se monta el faro transmisor-receptor en el vidrio de la ventanilla izquierda, dirigiendo su cono de acción al eje del camino; se conecta la energía y se comprueba su funcionamiento con un diapason, el cual representa un vehículo con





# VELOCIDADES DE PUNTO RESUMEN DE DATOS

Ubicación: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Lapso de: \_\_\_\_\_ Hrs.

Distancia Base: \_\_\_\_\_ Tipo(s) de Vehículo: \_\_\_\_\_

VELOCIDAD EN Km./h.	PUNTO INTERMEDIO	Nº DE VECES			
GRUPO DE VELOCIDADES Li — Ls	( x )	( f )	( x )	( f )	%
					% ACOM.
11 — 15					
16 — 20					
21 — 25					
26 — 30					
31 — 35					
36 — 40					
41 — 45					
46 — 50					
51 — 55					
56 — 60					
61 — 65					
66 — 70					
71 — 75					
76 — 80					
81 — 85					
86 — 90					
91 — 95					
96 — 100					
101 — 105					
106 — 110					
111 — 115					
116 — 120					
121 — 125					
126 — 130					
131 — 135					
136 — 140					
141 — 145					
146 — 150					
TOTAL			$\sum (x)(f) =$		100.0

Carretera: \_\_\_\_\_

Tramo: \_\_\_\_\_

Kilómetro: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Carril Nº \_\_\_\_\_

Dirección del movimiento: \_\_\_\_\_

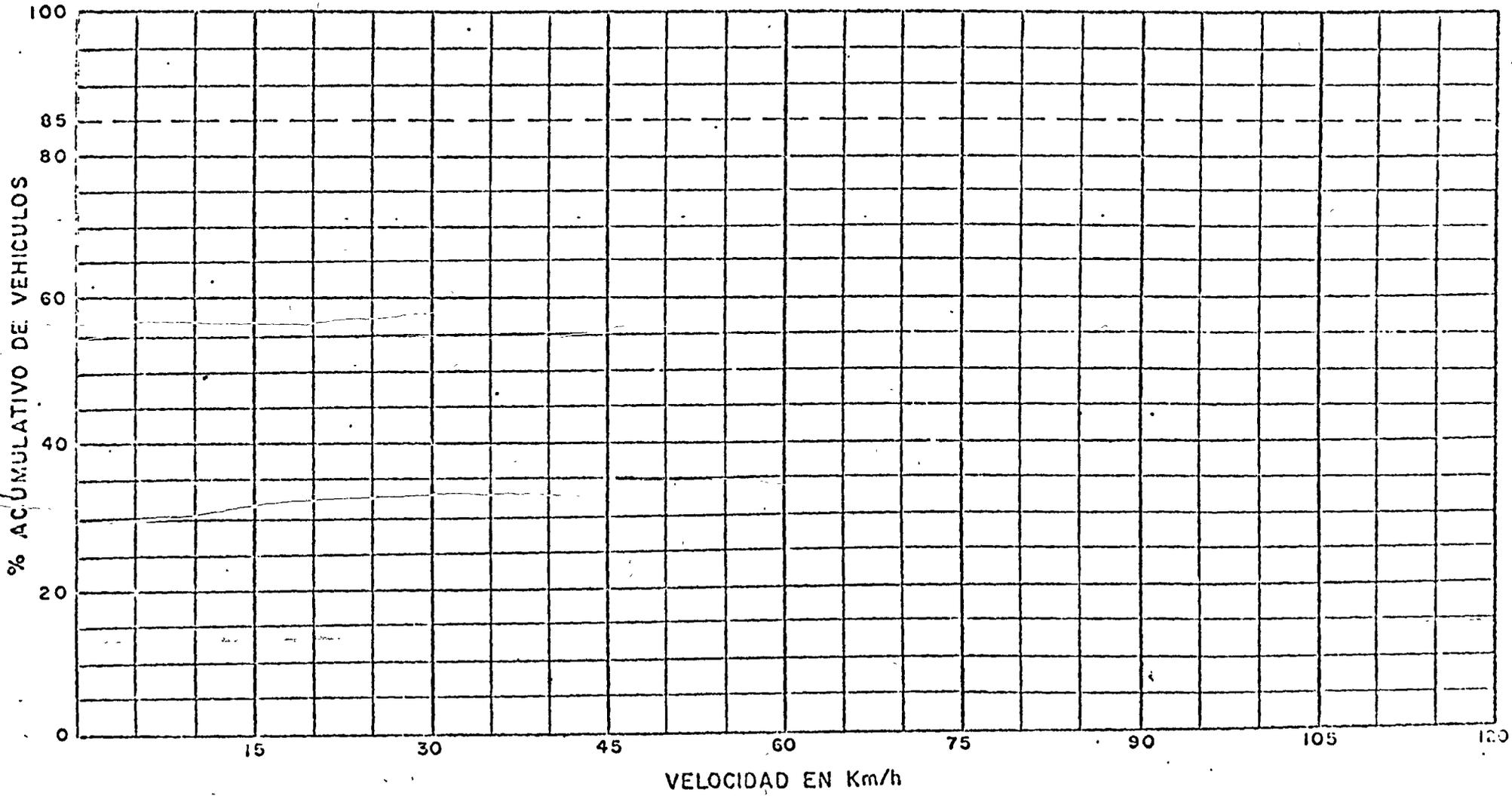
Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Estado del tiempo: \_\_\_\_\_

Estado del pavimento: \_\_\_\_\_

Distancia base \_\_\_\_\_



Gráfica de velocidad de punto



## ESTUDIO DE VELOCIDAD DE PUNTO

Se llevó a cabo un estudio de velocidad de punto, de acuerdo con el Instructivo para Zonificación de Velocidades en Carreteras y Zonas Urbanas, en la zona de la intersección.

El objeto principal del estudio en este caso, fue para fijar los grados de curvatura en las rampas de la intersección, y no bajar el nivel de servicio que se proporciona actualmente.

Desde luego se podrá aprovechar para fijar los límites de velocidad en las señales restrictivas, de los accesos a la intersección.

Ejemplo.-

V E L O C I D A D E S D E P U N T O

J.L.C. PUEBLA

Residencia SEC. ING. DE TRANSITO   Fecha 2 DE MAYO DE 1969

Tramo PUEBLA-TEPEACA   Hora 9 h 20 min, 15 h 10 min y 20 h 40 min.

Kilómetro 166 + 739       Estado del tiempo DESPEJADO

Lugar LIBRAMIENTO TEPEACA  Estado del pavimento SECO

Dirección del movimiento HACIA TEPEACA   Distancia base 100.00 m

VELOCIDAD EN Km/h			Tiempo en segundos	Total	Automóviles	Autobuses	Camiones
25 m dist. base	50 m dist. base	100 m dist. base					
60			1.0				
62			1.1				
64			1.2				
66	128		1.3				
68	120		1.4				
70	113		1.5				
72	106		1.6				
74	100		1.7				
76	95		1.8				
78	90		1.9				
80	85		2.0				
82	82		2.1				
84	78		2.2				
86	75		2.3				
88	72		2.4				
90	70	140	2.5				
92	67	136	2.6				
94	64	128	2.7				
96	62	124	2.8				
98	60	120	2.9				
100	58	116	3.0				
102	56	112	3.1				
104	54	108	3.2				
106	52	104	3.3				
108	50	100	3.4				
110	48	96	3.5	3	///		
112	46	92	3.6	7	///		///
114	44	88	3.7	3	///		///
116	42	84	3.8	4	///		///
118	40	80	3.9	8	///		///
120	38	76	4.0	8	///		///
122	36	72	4.1	47	///	///	///
124	34	68	4.2	16	///	///	///
126	32	64	4.3	12	///	///	///
128	30	60	4.4	12	///	///	///
130	28	56	4.5	22	///	///	///
132	26	52	4.6	49	///	///	///
134	24	48	4.7	6	///		///
136	22	44	4.8	4	///		///
138	20	40	4.9	16	///		///
140	18	36	5.0	12	///		///
142	16	32	5.1	27	///		///
144	14	28	5.2	10	///		///
146	12	24	5.3	7	///		///
148	10	20	5.4	2	///		///
150	8	16	5.5	8	///		///
152	6	12	5.6	9	///		///
154	4	8	5.7	7	///		///
156	2	4	5.8	5	///		///
158	1	2	5.9	5	///		///
160	1	2	6.0	5	///		///

Total de Vehículos 3 0 2

Ejemplo.-

## VELOCIDADES DE PUNTO

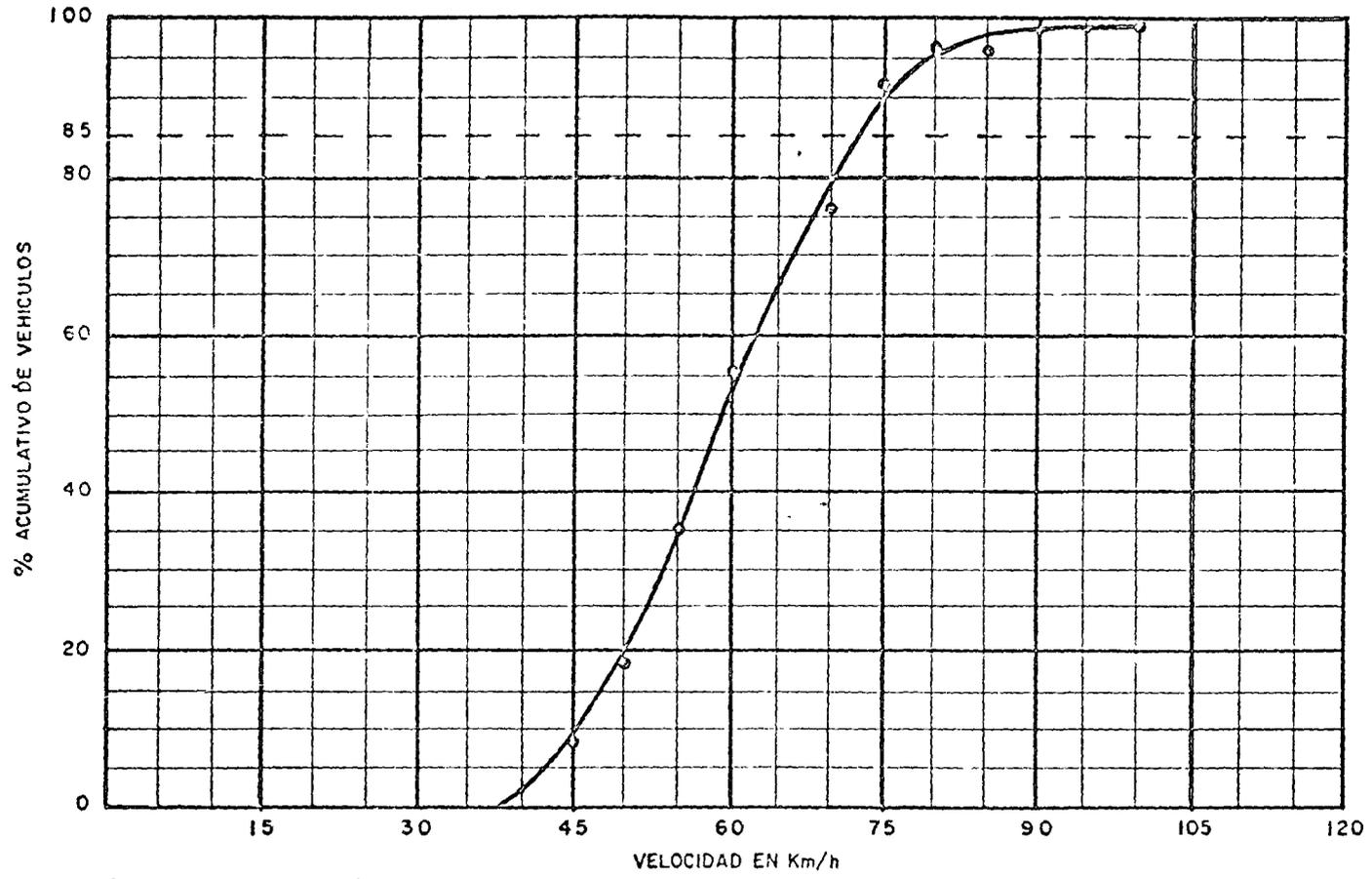
## RESUMEN DE DATOS

Fecha Tepeaca, Pue., 2 de mayo/69 Ubicación Intersección Libramiento Tepeaca, Pue.Hora 9 h., 20 min., 15 h., 10 min y 20 h., 40 minDistancia base 100.00 m Tipo (a) de Vehículo A, B y C

VELOCIDAD EN Km/h	Punto	No. de Vehico	(x) (f)	%	% Acum.
Grupo de Velocidades L: - U: ( km/h )	Intermedio (x)	( f )			
11 - 15	13				
16 - 20	18				
21 - 25	23				
26 - 30	28				
31 - 35	33				
36 - 40	38	10	380	3.3	3.3
41 - 45	43	17	731	5.6	8.9
46 - 50	48	28	1 344	9.3	18.2
51 - 55	53	53	2 809	17.5	35.7
56 - 60	58	61	3 538	20.2	55.9
61 - 65	63	34	2 142	11.2	67.1
66 - 70	69	28	1 904	9.3	76.4
71 - 75	75	47	3 525	15.6	92.0
76 - 80	78	12	936	4.0	96.0
81 - 85	83	-	0	0	96.0
86 - 90	88	9	792	3.0	99.0
91 - 95	93	-	0	0	99.0
96 - 100	98	3	294	1.0	100.0
101 - 105	103				
106 - 110	108				
111 - 115	113				
116 - 120	118				
121 - 125	123				
126 - 130	128				
131 - 135	133				
136 - 140	138				
141 - 145	143				
T O T A L		302	$\sum (x)(f) = 18\ 395$	100.0	

# GRAFICA DE VELOCIDADES DE PUNTO

Ubicación Libramiento de Tepeaca Fecha: 2 mayo/69 Dibujado por Oficina de Ingeniería de Tránsito  
 Estado del Tiempo Despejado Hora 9.20 15.10 y 20.40 h. Revisado por Ing. Alfredo Manzo García



Observaciones Se tomó la decena inferior = 70 Km/h que cubre al 82 % de los usuarios que van a Tepeaca.

Ejemplo.-

una velocidad de 100 Km/h. logrando calibrar al radar con un tornillo que para el efecto tiene. A continuación se conecta el graficador, el cual usa un papel especial con escala igual al cuadrante del analizador; este graficador tiene una conexión al analizador que acciona una plumilla para el trazo de la gráfica y un dispositivo de relojería para el paso del papel, el cual es accionado por cuerda; para comprobar el funcionamiento del graficador, se utiliza también el diapasón, el cual al emitir por golpe una onda sonora, la aguja marca 100 K.P.H.; así para conectar esta aguja al graficador, tiene una palanca en su parte inferior la cual reacciona una guía graduada para contraer el trazo de la aguja.

Teniendo el aparato ajustado, se inicia el trabajo, anotando en la gráfica: la fecha, la carretera, el tramo y la ubicación del punto de observación, así como el período en que se realiza el estudio. Como el uso del graficador proporciona la gráfica continua del tránsito, se procura diferenciar los vehículos de acuerdo con los tipos de clasificación A, B y C. Además del sentido de circulación, para lo cual se usan dos plumones; uno azul para el sentido uno y uno negro para el sentido dos, usando como símbolos representativos de los tipos de vehículos:

Para el tipo A un punto.

Para el tipo B una paloma.

Para el tipo C una cruz.

Reunidos los datos de campos y gabinete, se vacían en su respectiva forma para formar las tablas de frecuencia que se usarán para presentar las gráficas de histograma y curvas probabilísticas.

La aplicación de estos estudios los encontramos principalmente para fijar límites de velocidad, en la forma clásica de la fórmula del método gravitacional en la determinación del valor de proyecto, para capacidad de carreteras.

Para fijar el límite de velocidad partiendo de la gráfica de curvas probabilísticas, se establece para valores de velocidades, que cubran el 85% de los usuarios, velocidad límite así determinada, pero no deberá reducirse en más de 10 K.P.H., la reducción se justificará sólo cuando haya un peligro oculto de material especial revelado por las estadísticas sobre accidentes y la inspección del lugar.

Una vez fijado el límite máximo de velocidad, se pueden llevar a cabo nuevos estudios para comprobar los resultados. Si un 15% de los vehículos en el nuevo estudio excede un valor de 8 a 10 K.P.H. mayor que el límite fijado, se debe estudiar nuevamente la situación y determinar si el móvil consiste en un límite de velocidad demasiado bajo, mal señalamiento o bien vigilancia o educación vial deficiente; en caso necesario puede aumentarse el límite de velocidad.

Aplicar una velocidad promedio en la fórmula del método gravitacional, presenta el problema que la velocidad está determinada en un punto

representativo del tramo para poder considerarla como promedio y así transformarla a tiempo de recorrido. Para poder aplicar esta velocidad en la velocidad de proyecto necesitamos que las características del punto de observación teniendo en cuenta que el puente que tenga iguales características geométricas que el punto de observación, se llegará a tomar el valor promedio a la velocidad obtenida y que analizando los datos se tendrán vehículos con velocidades iguales a las velocidades máximas registradas.

Por su importancia en la planeación, la aplicación de la velocidad a las capacidades de las carreteras, permite tener un dato real para conocer el funcionamiento del tramo en estudio, conociendo además el comportamiento de cada tipo de vehículo, con lo cual se tiene un panorama real para tomar medidas necesarias para aumentar la capacidad a bajo costo y mayor rendimiento de las inversiones.

Por último en la página 198 se muestra el registro de campo utilizado, para las velocidades tomadas con el radar.





## CARTAS ISOCRONAS.

"Carta Isócrona es la representación gráfica de una región o zona urbana en la que se han unido mediante curvas, los puntos sobre diversas carreteras o calles con iguales tiempos de recorrido, a partir de un origen común".

Existen varias formas de ejecutar operaciones prácticas para la obtención gráfica de una carga Isócrona a saber:

- 1.- Llevando registros de el nombre de las calles por recorrer.
- 2.- Por medio de planos o cartas de la ciudad o región en estudio;

El procedimiento de operación será como se explica a continuación:

a) Preparar sobre un plano, las rutas a seguir, procediendo con un lápiz de color, a iluminar dichas rutas para evitar posibles desviaciones que a la postre afectan al trabajo en general.

b) En los registros se irán haciendo las anotaciones pertinentes según las columnas que indiquen dichos registros.

c) En las cartas se indican los tiempos de recorrido cada minuto de tiempo, por ejemplo, que es la unidad de tiempo más aceptable para este tipo de trabajo.

d) Después, en el gabinete, se procede a unir todos los puntos con igual número de tiempo, por ejemplo todos los de un minuto, todos los de 2 todos los de 3, así sucesivamente hasta terminar los recorridos sobre la carta.

e) Cuando ya esté terminado lo que señala el inciso anterior, será más factible observar la duración de los recorridos, y así se pueden escoger las mejores rutas de calles o de carreteras para evitar algunos problemas viales, tales como demoras por embotellamientos, causas de éstos, mala sincronización de semáforos, ineficacia de agentes de tránsito, iluminación deficiente o demasiado intensa, etc.

f) Por último, se recomienda que el origen de los recorridos sea siempre el mismo, por ejemplo, una glorieta o un monumento - que sirva de referencia para iniciar el recorrido; idem, para su terminación.



f) Por último, se recomienda que el origen de los recorridos sea siempre el mismo, por ejemplo, una glorieta o un monumento - que sirva de referencia para iniciar el recorrido; idem, para su terminación. Ver figura siguiente.

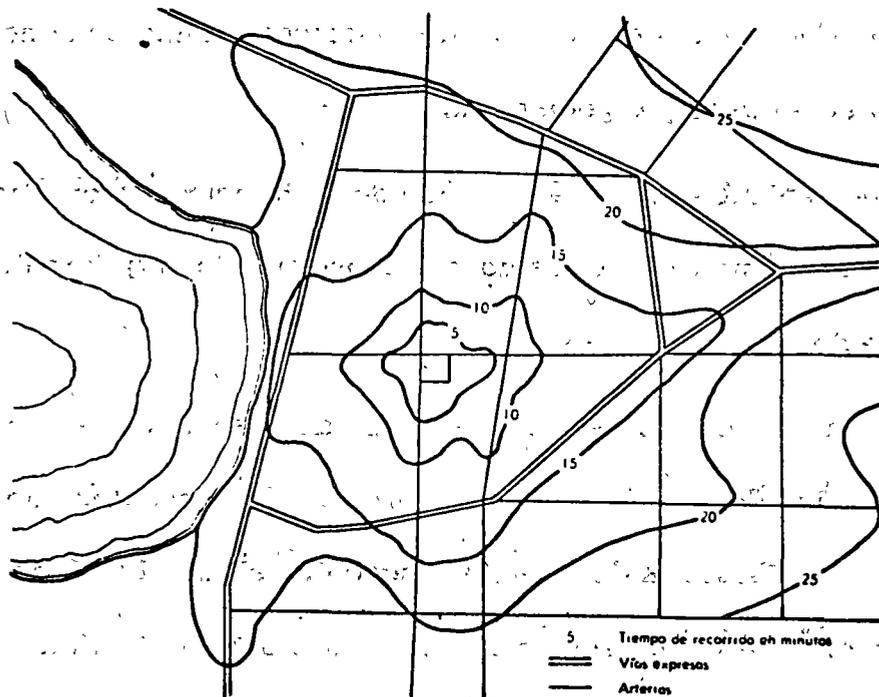


Fig. 5.5 — Mapa de curvas isócronas.

## VI.- INVENTARIOS GEOMETRICOS Y DE SEÑALAMIENTO

La principal finalidad del inventario geométrico es la de conocer la estructura básica de la red vial nacional y así poder definir un marco de referencia en el cual queden inscritas todas las acciones inherentes al tránsito. Este inventario consiste en registrar en forma sistemática todos los datos relacionados con las características geométricas y de operación de cada una de las carreteras, tanto en zonas rurales como en su paso por poblaciones.

Los procedimientos de recolección de dicha información, tienen como factores primordiales. la rapidez y economía sin perjuicio de la calidad y grado de aproximación requeridos.

El equipo necesario para el desarrollo del trabajo de campo consiste en dos vehículos equipados con odómetros compensables, un giróscopo direccional, sistema de intercomunicación, altímetros y dos niveles de manguera, además de equipo auxiliar como brújula Brunton, clisímetro, cámara fotográfica, grabadora, etc.

La brigada encargada de recabar dicha información consta de seis personas debidamente preparadas y entrenadas para este tipo de trabajo y repartidas en los dos vehículos.

El Jefe del grupo, que es la persona responsable del trabajo viaja en el primer vehículo y lleva el registro de itinerario y sección transversal. En este registro se anotan el kilometraje de puntos estratégicos tales como: inicio y fin de la carretera, cambios en la sección

transversal, en la configuración del terreno y en la superficie de rodamiento; límites urbanos y de entidades, principio, centro y final de estructuras, etc., etc., registra además los distintos anchos de la sección transversal, la dirección y tipo de entronques o cruces.

Acompañan al Jefe del grupo, la persona encargada de llevar el registro de alineamiento vertical, quien anota el kilometraje de los puntos de cambio de dicho alineamiento y su altura sobre el nivel del mar y registra además el valor de cada pendiente longitudinal ayudado en sus tareas del odómetro, - del alfilerómetro y de uno de los niveles de manguera.

Viaja asimismo dentro del vehículo No. 1, una persona encargada de registrar la dirección y sobre-elevación de cada curva, así como el kilometraje de los respectivos P.C. y P.T., además del azimut de las tangentes entre curvas. Esta información es obtenida con ayuda del odómetro, giróscopo y del otro nivel de manguera.

La cuarta persona que viaja en el primer vehículo, es el operador cuya responsabilidad es la de conducir y vigilar el buen funcionamiento del vehículo, valiéndose para esto del sistema de intercomunicación. Esto es muy importante ya que el segundo vehículo debe de conservar una separación de 500 m con respecto del primero.

Se especifican 500 m ya que se considerará esta distancia como el límite de visibilidad permitido, para fines de capacidad.

En el vehículo No. 2 viaja la quinta persona de la brigada siendo su tarea, el registrar el kilometraje en donde pierda de vista al vehículo de-

lantero, además de indicar la causa. Debe asimismo registrar el kilometraje en donde vuelve a observar el vehículo, y así sucesivamente a lo largo del recorrido. Tiene además la tarea de registrar el inventario de dispositivos para el control del tránsito.

Al igual que en las tareas anteriores, se utiliza una forma especial, para registrar en ella, el tipo de señal (preventiva, restrictiva e informativa), que se encuentra a lo largo del camino, junto con el kilometraje exacto de su ubicación. Se registra asimismo el principio y fin de las rayas central, lateral, además de las diferentes marcas e indicadores - tales como de peligro, alineamiento en curvas y cabezales, aproximación a vías férreas, obstáculos, etc.

Los semáforos dado el caso de que los hubiera, se registran igualmente con el kilometraje de su ubicación.

La sexta persona de la brigada será el conductor del segundo vehículo, cuyas labores son similares a las del otro conductor, además de conservar siempre la separación de 500 m. Ver formas en las siguientes páginas.

Una vez recabada la información en el campo, se utiliza una computadora electrónica para su proceso, misma que ejecuta las operaciones necesarias para producir la información en forma de listados y de cinta magnética. Con esta información y mediante un graficador automático, es posible realizar los diagramas en línea recta así como preparar los mapas generales de carreteras.

Enseguida se muestra un instructivo que indica en una forma más deta-

llada, la manera de actuar para la toma de datos del Inventario Geométrico de los Caminos:

## INSTRUCTIVO PARA LA RECOPIACION DE LOS DATOS GEOMETRICOS DE LOS CAMINOS

### A.- CONTENIDO.

En esta parte se especifica lo necesario para la obtención de los datos geométricos de los caminos totalmente construídos, los de avance de construcción considerable y las brechas existentes en la región en estudio.

#### A.I PLANTA

##### A.1.1. LONGITUD DEL CAMINO

La longitud de los tramos carreteros, se medirán con odómetro y todos los datos relativos a la carretera se referirán al kilometraje.

##### A.1.2 PRINCIPIO Y FINAL DEL CAMINO

El origen de una carretera deberá quedar descrito detalladamente y referido al kilometraje de un camino ya inventariado. Idem sucederá con el final de la misma.

##### A.1.3 SECCION TRANSVERSAL

Las medidas de la corona, los carriles y los acotamientos se medirán con aproximación al decímetro.

##### A.1.4 ESTADO SUPERFICIAL

Se definirán los tramos de la carretera que estén pavimentados, revestidos, en terracerías o en brecha.

#### A. 1.5, TIPO DE TERRENO

Se clasificará el terreno donde se desarrolla la carretera en: Plano, Lomerío y Montaña, refiriendo al kilometraje obtenido todos los cambios de la configuración topográfica apreciables.

#### A. 1.6 ENTRONQUES Y CRUCES

Se referirán al kilometraje obtenido, todos los cruces con FF. CC. y con otras carreteras, indicando si son a nivel o a desnivel; y tratándose de entronques, si son a la izquierda o a la derecha, así como los poblados importantes a los que comunican con su distancia aproximada.

#### A. 1.7 CIUDADES Y POBLACIONES

Se ubicarán las ciudades y poblaciones que une el camino, indicando el kilometraje donde principia y donde termina, para determinar el paso por poblaciones, así como el centro de los mismos.

#### A. 1.8 ESTRUCTURAS

Se describirán detalladamente todas las estructuras mayores de 6 m de longitud, indicando en los registros de puentes, el tipo de estructura, número de claros, longitud, ancho, materiales empleados, etc. Las medidas se tomarán con aproximación al decímetro.

#### A. 1.9 JURISDICCION Y CARGO

Se indicarán en los registros, todos los cambios de régimen del camino, así como el nombre de la dependencia a cuyo cargo estén los diferentes tramos.

#### A.1.10 LIMITE DE ENTIDADES

Se referirán al kilometraje del camino, todos los límites de entidades que éste cruzara.

#### A.1.11 ESTADO ACTUAL

Se informará del estado actual de servicio en que se encuentre - la superficie de rodamiento, y si hubiese acotamientos, pintura de rayas central y laterales, las estructuras, entronques, cruces con FF.CC., el señalamiento del camino y drenaje. Se hará un reporte de las obras que se requerirán para mantener la comunicación de los caminos en todo tiempo, de acuerdo con su función.

### A.2 ALTIMETRIA

#### A.2.1 COTAS

Se determinarán las cotas de los puntos importantes del camino, como son: el origen y el final, los puertos y las depresiones, las estructuras, los centros de las poblaciones, los cruces y entronques principales. Estas cotas se determinarán con altímetro, con aproximación almetro.

### A.3 COORDENADAS GEOGRAFICAS

#### A.3.1 LATITUD Y LONGITUD

Se determinarán las latitudes y las longitudes de los puntos de origen, los centros de las poblaciones principales y los puntos finales de cada camino.

#### A.4 DATOS COMPLEMENTARIOS

##### A.4.1 FOTOGRAFIAS

Se fotografiarán todos los puntos del camino que se consideran de interés; los que sean descriptivos de la zona, en las estructuras, los cruces con FF.CC. y los cruces y entronques con carreteras importantes.

##### A.4.2 LOCALIZACION

Se dibujará croquis de la localización detallada de cada uno de los caminos.

Enseguida se muestra un instructivo para obtener la restricción de visibilidad en las carreteras.

#### INSTRUCTIVO DE CAMPO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE VISIBILIDAD EN CARRETERAS.

##### 1.- GENERALIDADES

Por medio de lecturas odométricas se irán determinando las distancias sin visibilidad que presenta una carretera ó tramo.

Es conveniente que en zonas sin visibilidad se registren los principales objetos que interrumpen la visual del conductor, como yerba, árboles, estructuras, etc. y anotar si la causa proviene de alineamiento horizontal ó vertical.

El estudio se hará solamente en zonas rurales y al llegar a los límites de alguna Ciudad no se efectuarán observaciones.

## 2.- EQUIPO Y PERSONAL NECESARIOS

Dos vehículos automotores y tres personas.

El vehículo delantero (Núm. 1) será equipado con:

Un odómetro con aproximación al metro

Un radio transmisor - receptor.

El vehículo trasero (Núm. 2) llevará el mismo equipo descrito para el vehículo Núm. 1.

El material complementario constará de:

Medidor de presión para llantas

Mapas de la zona

Hojas de campo

Lápices y gomas.

## 3.- ORGANIZACION DEL PERSONAL

Los operadores de los vehículos deberán contar con la habilidad necesaria para que por medio de lecturas odométricas que se transmitirán uno al otro, mantengan la distancia especificada.

En el carro Núm. 2 irá el anotador, cuya labor consistirá en registrar en los momentos precisos dos lecturas del odómetro, la primera correspondiente al instante en que el carro Núm. 1 se pierde de vista y la segunda cuando dicho carro vuelve aparecer.

## 4.- PROCEDIMIENTO

Primeramente se revisarán los vehículos y los aparatos con el -

objeto de asegurar un funcionamiento correcto; los odómetros irán sincronizados.

Previamente se hará un reporte breve de las operaciones del día, mostrando la localización general del estudio, la identificación de la ruta y la descripción de los puntos extremos.

El anotador registra en la parte superior de las hojas de campo - la fecha, la identificación de ruta y sentido del estudio.

La distancia de visibilidad que mantendrán los vehículos a lo largo del estudio será 450 metros y la velocidad será la de operación.

Al principio de la ruta se pondrán en cero los odómetros; arranca el carro Núm. 1 y después el Núm. 2 una vez alcanzado el intervalo de 450 metros aproximadamente.

Durante el estudio se irán identificando puntos en forma ocasional, tales como intersecciones, puentes, postes de kilometraje, etc., con el objeto de verificar la sincronización de los odómetros.

Se anotarán también las lecturas correspondientes a los puntos extremos de cada tramo en estudio, con el objeto de conocer la longitud respectiva.

##### 5.- HOJAS DE CAMPO

A continuación se describe la forma de anotar los datos por co-

lumna en las hojas de campo.

Columna 1: (Página 212)

Se anota el tipo de alineamiento: Horizontal y Vertical.

Columna 2:

Se anota la lectura del odómetro del carro Núm. 2 en el punto - donde el carro Núm. 1 desaparece del campo visual.

Columna 3:

Se anota la lectura del odómetro del carro Núm. 2 en el punto - donde el carro Núm. 1 aparece dentro del campo visual.

Columna 4:

La diferencia de lecturas anotada en esta columna es la distancia restrictiva de visibilidad, para el sentido en que se efectúa el estudio.

Columna 5:

Se anota la causa principal de la restricción en la visibilidad - especificando si proviene el alineamiento horizontal y/o vertical, y si es temporal o permanente.

Columna 6:

Se registran las lecturas del odómetro correspondientes al punto inicial y al final del tramo en estudio; también se hace una descripción breve de dichos puntos, de tal forma que se pueden localizar fácilmente.

INVENTARIO GEOMETRICO DE CARRETERAS  
REGISTRO DE VISIBILIDAD

CARRETERA       
8 9 10 11 12

SENTIDO   
24

Datos tomados por \_\_\_\_\_

RESTRICCION A LA VISIBILIDAD (450m)													TIPO DE RESTRIC	
DE Km.					A Km									
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				

RESTRICCION A LA VISIBILIDAD (450m)													TIPO DE RESTRIC	
DE Km.					A Km									
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				

RESTRICCION A LA VISIBILIDAD (450m)													TIPO DE RESTRIC	
DE Km.					A Km									
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				




**CLAVES** TIPO DE RESTRICCION  
 1 TEMPORAL  
 2 PERMANENTE

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
COMISION DE INGENIERIA DE TRANSITO  
Departamento Técnico  
Oficina de Vialidad.

Hoja \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

HOJA DE CAMPO

REGISTRO DE INVENTARIO DE VISIBILIDAD EN CARRETERAS.

LIMITE MAX. RESTRICTIVO \_\_\_\_\_ SENTIDO \_\_\_\_\_

CARRETERA: \_\_\_\_\_

TRAMO: \_\_\_\_\_

CURVA			ODOMETRO CARRO 2		DIFE- RENCIA	RESTRICCIÓN	
Der.	Izq.	Vert.	Lect. Inicial	Lect. Final		CAUSA	T. P

Datos tomados por: \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Restricción

- 1.- Temporal
- 2.- Permanente



## SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA  
OFICINA DE DATOS BASICOS

HOJA 1 DE 2

## LEVANTAMIENTO ALTIMETRICO DEL INVENTARIO DE CARRETERAS

CARRETERA N°  DE LA PAZ A MEXICALI  
 TRAMO N° 031507 DE LA PAZ A KM. 100 a STO. DOMINGO  
 REGIMEN 01 A CARGO DE 053 FECHA: 1166 DATOS TOMADOS POR J.M.P.N.

KILOMETRAJE	ALTURA	OBSERVACIONES	KILOMETRAJE	ALTURA	OBSERVACIONES
0000	3		30500	130	
1305	6		30780	140	
2580	9		32150	170	
4000	8		32950	200	
5354	3		34300	263	
5547	5		35210	252	
5629	3		37650	268	
5883	7		38615	258	
6500	8		39770	245	
7300	6		40555	260	
8720	6		41560	277	
9239	2		42945	239	
10700	5		43885	253	
11684	2		44600	242	
12300	4		45335	270	
13300	5		46080	250	
14500	3		50070	242	
15400	4		51145	228	
16500	9		52820	212	
17800	20		54100	242	
18550	30		56650	268	
19350	35		57670	288	
20830	38		58300	303	
21650	40		59630	312	
23500	60		60500	300	
24300	75		61800	287	
26000	80		63150	275	
26950	100		65500	252	
29100	110		67200	220	

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA  
 OFICINA DE DATOS BASICOS  
 INVENTARIO DE CARRETERAS. - LEVANTAMIENTO DE LA CURVATURA

CAMINO NO.    DE LA PAZ A MEXICALI  
 TRAMO NO. 031507 DE LA PAZ A KM. 100 a STO. DOMINGO  
 REGIMEN 01 A CARGO DE 053 FECHA 1166 DATOS TOMADOS POR JMPN

AZIMUT TANGENTE ENTRADA	KILOMETRAJE			AZIMUT TANGENTE SALIDA	AZIMUT TANGENTE ENTRADA	KILOMETRAJE			AZIMUT TANGENTE SALIDA
	P. C.	Δ	P. T.			P. C.	Δ	P. T.	
			0000	230				583310	58581302
	0125	1	0125	223				590971	59657246
	0233	1	0233	191				601230	60536327
	0826	0	0826	212				607941	61008266
	0972	0	1110	227				613571	61623190
	1281	1	1381	208				617580	62091271
	4578	1	4750	176				624541	62518256
	6100	0	6405	230				633371	63632225
	8220	0	8300	233				639140	64172295
	1037	50	10537	248				646270	64812332
	1253	50	13148	309				653261	66011270
	1438	11	14909	290				664730	66553275
	1659	71	16891	260				674221	67624230
	2052	81	20950	226				678540	68095258
	3055	80	30710	245				685910	68772278
	3122	01	31510	194				691371	69323258
	3188	30	32130	283				695531	69662228
	3215	81	32318	163				699030	70005270
	3237	40	32481	207				721741	72394237
	3321	90	33443	340				724920	72715281
	3372	41	33913	301				738931	74045220
	3401	21	34154	210				742111	74283200
	3501	80	35247	300				743630	74433260
	4318	01	43408	254				745311	74592250
	5023	50	50663	300				755220	75801333
	5246	31	52584	277				771291	77368287
	5306	00	53264	311				795130	79713343
	5581	90	55898	319				814571	81611331
	5740	31	57824	277				831700	83468005

CLAVES:







SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA  
 OFICINA DE DATOS BASICOS  
 INVENTARIO DE FUENTES

TRAMO: [147715] REGIMEN DEL TRAMO: [0] A CARGO DE: [04] FECHA: [03/68] UNION DE TULA-SANTA MARIA DATOS 17-4005 POR

CANTON	NOMBRE DEL PUENTE Y DE LA CORRIENTE FERROVIARIO O CAMINO QUE SE CRUZA	TIPO DE CRUCE	TIPO DE PAQU	TIPO DE PUENTE	TIPO DE ESTRUCTURA	ANCHO				ESVIAJE	CLAROS			ACCESOS		MATERIA				CLAVE TARJETA				
						CALZADA	ANCHO ENTRE PARAPETOS	BANDA/ETA			NUMERO	LONGITUD	PASANTE AL LECHO	SALIDA	PENDIENTE	VISIBILIDAD	SUELOS	TRUJILLO	P. EST. C.		P. I. S. E.	C. EST. C.	C. EST. U. A.	P. I. S. E.
								IZQUIERDA	DEFECHA															
4793	PUENTE LA TRINIDAD	AS	X	LV	LV	67	77	05	05	12	3	196	110	-	PASIN	M	M	C	C	B	B	B	B	P
14282	PUENTE SIN NOMBRE	AS	X	LP	LP	99	99	-	-	09	1	60	19	-	PASIN	-	M	C	C	B	B	B	B	S.
19280	PTE SAN AGUSTIN	AS	X	LV	LV	71	80	-	-	09	1	89	30	-	PASIN	M	M	C	C	-	-	-	-	P.
35645	PTE ARROYO SN JOSE	AS	X	LV	LV	71	80	-	-	07	2	92	55	-	PASIN	-	C	C	C	-	-	-	-	P.
40425	PTE EL POCHOTE	AS	X	LV	LV	81	91	-	-	11	1	13	71	-	PASIN	-	C	C	C	-	-	-	-	P.
44230	PUENTE TECOLOTLAN	AS	X	AW	AW	63	63	-	-	09	1	98	44	60	PASIN	-	C	C	C	-	-	-	-	P.

DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA

OFICINA DE DATOS BASICOS

CRUCE DE FERROCARRIL A NIVEL

CARRETERA NUM. \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ Km.  
 TRAMO NUM. 140027 DE CARRETERA 110 A CD. GUZMAN  
 ESTACION     Km. 129

GUAD. - MANZANILLO

ACCESOS

Nombre del F.C.                     

Tipo de superficie P PAVIMENTADO

Num. de vías principales 1 Otras 1

Corona: 78 Carpeta 66

F.C. por día: Pasajeros 2 Otros 2

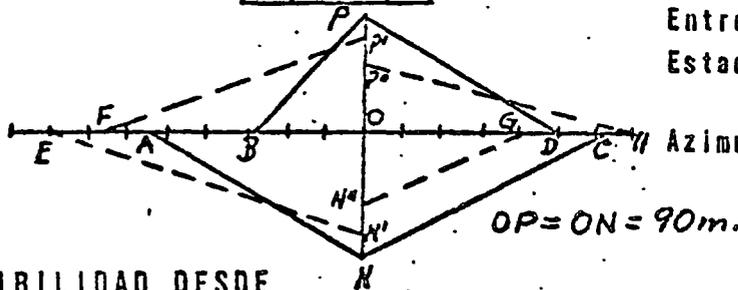
MATERIAL DEL CRUCERO:

Vehículos por día:           

Entre rieles: P PAVIMENTADO

Entre vías: B BASALTO

Estado B BUENO



Azimutes: CARR: 290

F.C. 023

VISIBILIDAD DESDE LOS PUNTOS P y N.

O-A NO

O-C NO

O-B NO

O-D NO

MAXIMA VISIBILIDAD DESDE LOS PUNTOS: N° N" P' y P"

O-E 06

O-N 06

O-G 06

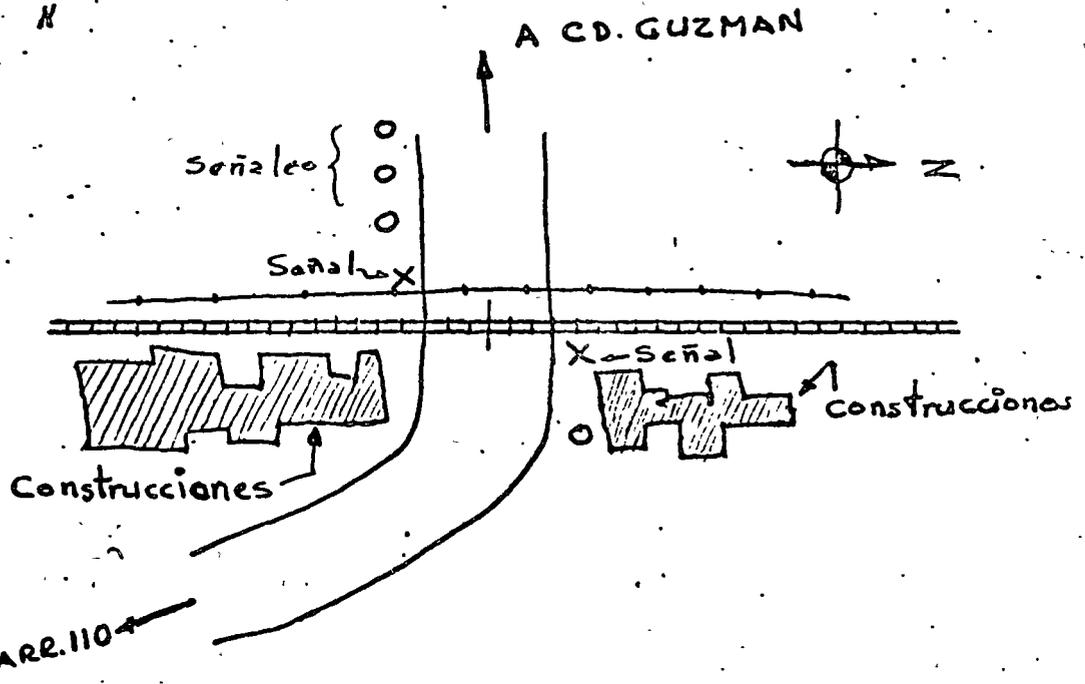
O-N 06

O-F 10

O-P 02

-H 10

O-P 02



4 SEÑALES DE ACCESOS

2 SEÑALES DE CRUCE

LUCES ESTACIONARIAS

LUCES INTERMITENTES

CAMPANA

BANDERA

PROTECCION

REJAS

BARRERA

CADENA O CABLE

GUARDAVIA

OTRAS

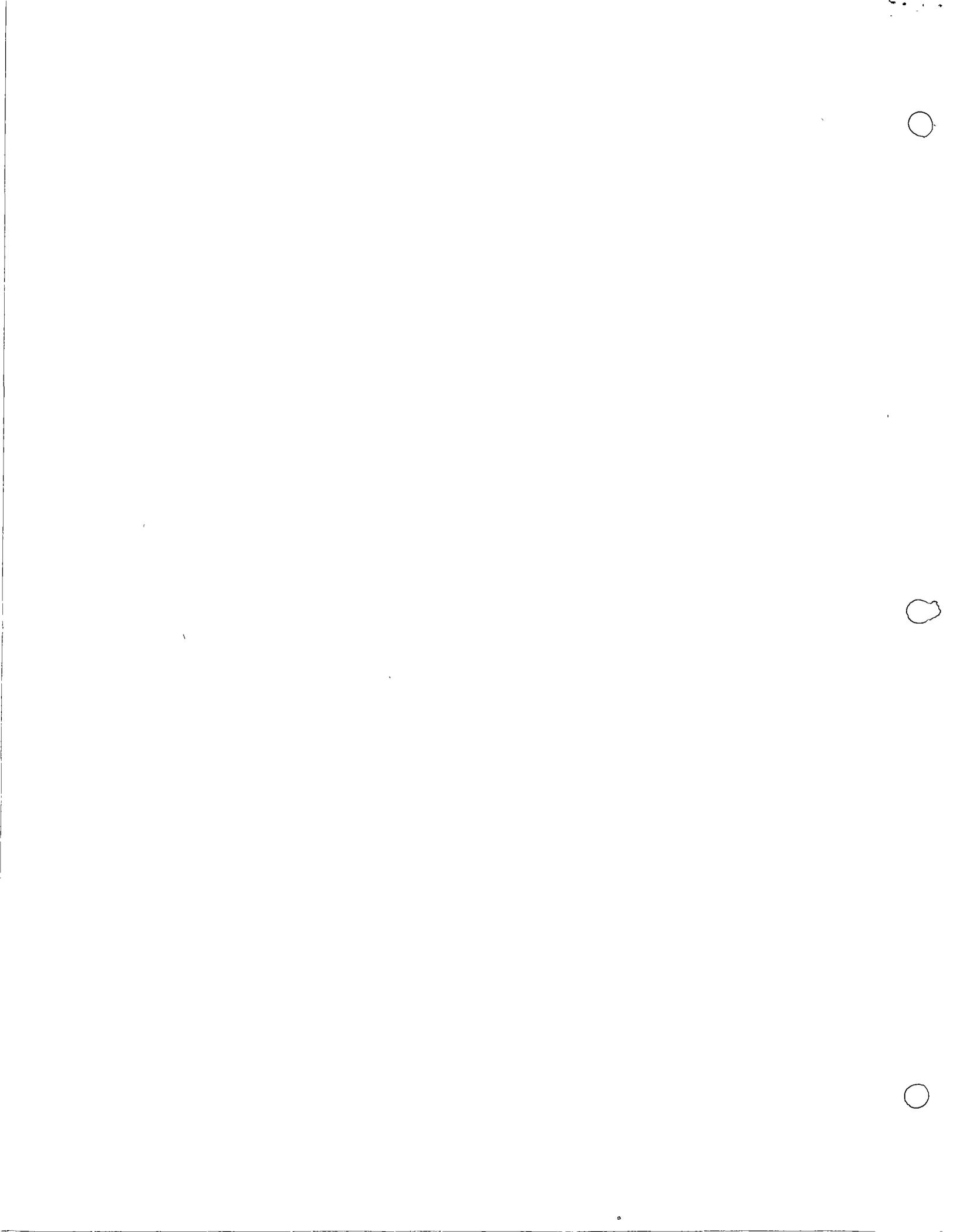


PUENTE, CHALAN O VADO	ANG	K M PUNTO	COTA	POR CIENTO PENDIENTE	X	Y
		1	335	.06		
		11	477	.22	586-	1,099-
		11	814		641-	1,184-
		2	935		832-	1,544-
200.0	8.7	22	536		880-	1,651-
		22	580	.23	1,171-	2,181-
		22	650		1,191-	2,220-
		23	520		1,224-	2,282-
	90	33	540		1,602-	3,032-
		33	555		1,642-	3,068-
		44	530	-.07	1,568-	3,116-
		44	534		1,558-	3,474-
64.0	0.4	55	350	-.36	2,133-	3,986-
	90	55	354		2,123-	4,752-
		55	620	1.03	2,123-	4,758-
60.0	0.4	55	630	2.43	2,104-	5,026-
60.0	0.4	55	797		2,104-	5,027-
	90	55	883		2,092-	5,104-
		55	930	1.57	2,086-	5,280-
		55	243		2,085-	5,296-
	90	66	344		2,093-	5,636-
61.0	9.4	66	384		2,143-	5,723-
	90	66	530		2,170-	5,753-
		66	164	.16	2,258-	5,828-
	90	77	330		2,766-	6,254-
588.0	10.5	88	929	-.25	2,871-	6,342-
	90	88	228		3,420-	6,810-
	90	88	619		3,581-	6,838-
	90	88	720		3,802-	7,175-
		88	784	.00	3,972-	7,235-
		88	837		4,224-	7,274-
48.0	10.6	99	239	-.77	4,282-	7,418-
	90	99	490		4,287-	7,548-
		99	520		4,582-	7,699-
	80	99	958		4,586-	7,785-
	90	99	690		4,670-	7,986-
	90	100	710	.20	5,577-	8,368-
	90	100	957		5,587-	8,371-
42.8	10.4	111	160		5,834-	8,471-
134.0	10.5	111	628		6,013-	8,544-
	90	111	834	-.30	6,447-	8,719-
62.0	10.1	111	861		6,409-	8,740-
	90	112	320	.32	6,662-	9,806-
	50	112	320		7,070-	9,971-
	130	112	759		7,154-	9,984-
		112	320		7,507-	9,101-
		113	632	.10	7,884-	9,877-
		113	522		8,281-	9,637-
		114	520	-.16	8,014-	9,119-
		114	610		8,091-	9,041-
	30	114	633		8,139-	7,986-
	150	115	286		9,636-	7,909-
200.0	10.6	115	396		9,730-	7,772-
	90	115	420	.11	9,743-	7,770-
		116	520	.45	10,776-	7,394-
	80	116	652		10,776-	7,394-
		117	820	.84	10,918-	7,340-
		117	820		12,052-	7,493-
		118	550	1.33	12,791-	7,623-
		119	350	.62	13,579-	7,762-
		119	487		13,714-	7,785-
	30	20	406		14,707-	7,961-



CAMINO NUM DE LA PAZ A MEXICALI  
 TRAMO NUM 031507 DE LA PAZ A KM 100  
 REGIMEN TRAMO 1 COOP A CARGO DE 53 J L C B C H  
 FECHA 11 66 DATOS TOMADOS POR J M P

K M	NOMBRE DEL LUGAR	NUM EST	T	S	ANCH CORD	SUP FOD	E
	0 PPIA TRAMO ESQ OBREGON 5 MAYO	01	P	P		CALLES	
1	407 BOMBEO AGUAS NEGRAS DER	02	P	P		CALLES	
1	814 GASOLINERIA DER	03	P	P		CALLES	
1	935 ESCUELA IZO	04	P	P		CALLES	
2	536 VADO	05	P	P			
2	650 TERMINA LA PAZ	06	P	P	8.2	6.0	
3	500 ALMACENES ANDSA IZO	07	P	P	8.2	6.0	
3	540 T A LA PLAYA	08	P	P	8.2	6.0	
3	595 PPIA TRAMO CARGO JLC	09	P	P	8.2	6.0	
4	580 KM 5 CAD ACT	10	P	P	8.2	6.0	
5	360 VADO	11	P	P			
5	630 VADO	12	P	P			
5	797 VADO	13	P	P			
5	900 CAMBIO SECCION	14	P	P	8.0	6.3	
6	243 RADIFUSORA DER	15	P	P	8.0	6.3	
6	344 SUBESTACION IZO	16	P	P	8.0	6.3	
6	384 VADO	17	P	P			
7	164 T A RANCHO	18	P	P	8.0	6.3	1
8	020 VADO	19	P	P			
8	220 T A EJIDO CHAMETLA	20	P	P	8.0	6.3	1
8	610 T A RANCHO	21	P	P	8.0	6.3	1
8	784 CRIADERO PUERCOS DER RANCHO	22	P	P	8.0	6.3	
9	007 CSFIO AISLADO AMBOS LADOS	23	P	P	8.0	6.3	
9	239 VADO	24	P	P			
9	490 CASITA POLICIA IZO	25	P	P	8.0	6.3	
9	500 KM 10 CAD ACT	26	P	P	8.0	6.3	
9	968 T A RANCHO	27	P	P	8.0	6.3	1
10	690 T A RANCHO	28	P	P	8.0	6.3	1
10	967 T A ORFANATORIO 200 M	29	P	P	8.0	6.3	1
11	160 VADO	30	P	P			
11	628 VADO	31	P	P			
11	861 VADO	32	P	P			
12	390 T A LAGUNILLAS RCHO	33	P	P	8.0	6.3	1
12	759 T A RANCHO LAGUNILLAS	34	P	P	8.0	6.3	1
13	682 CAMBIO SECCION	35	P	P	8.2	5.7	
14	610 RANCHO LOS ARIPES	36	P	P	8.2	5.7	
14	683 T A RANCHO DATILITO	37	P	P	8.2	5.7	
15	286 T A RANCHO DATILITO	38	P	P	8.2	5.7	6
15	396 VADO	39	P	P			
16	652 T A RANCHO	40	P	P	8.2	5.7	1
19	487 KM 20 CAD ACT	41	P	P	8.2	5.7	
20	496 T A RANCHO	42	P	P	8.2	5.7	6



## V.- ESTUDIOS DE TRANSPORTE COLECTIVO

Revisión de la carga en el transporte público.- La verificación de la carga del transporte colectivo consiste en el recuento del número de unidades de transporte y de usuarios en puntos seleccionados en una ruta. Esto es útil, tanto para verificaciones rutinarias de operación en los puntos de mayor movimiento de ascenso y descenso, como para obtener datos básicos de planeación.

Dónde hacer el estudio.- Estos estudios se hacen generalmente en aquellos lugares donde ocurre el mayor movimiento de ascenso y descenso de pasajeros. También pueden hacerse verificaciones en otros puntos, para tener un cuadro general de subidas y bajadas en diferentes sitios a lo largo de una ruta.

Cuando el estudio se hace en conjunto con los recuentos en cordón, conviene fijar los puntos en el cordón mismo. Para estudiar el servicio a ciertos establecimientos particulares, como plantas industriales, por ejemplo, deben hacerse recuentos en todos los lugares importantes donde haya ascenso y descenso de empleados de ese establecimiento.

Personal y equipo.- Generalmente se requiere una persona por cada punto de observación. Sin embargo, en los lugares donde sucede con frecuencia que dos o más vehículos de transporte público simultáneamente suben y bajan pasajeros, serán necesarios más observadores. Las hojas de campo, lápices y un reloj común y corriente, constituirán el equipo de cada observador.

Horas y duración del estudio.- Este estudio debe ser hecho regu-

larmente (por lo menos una vez al mes en cada punto) por las empresas de transporte público, con objeto de mantener al día la información sobre la demanda del servicio. Ocasionalmente se verifica un día entero de operación. En la mayoría de los casos basta con tomar datos en los períodos de mayor movimiento, en la mañana y en la tarde, además de un valor promedio para el período fuera de las horas de máxima demanda. Un recuento de un día en un punto, generalmente es suficiente, a menos que se noten discrepancias con estudios previos, en cuyo caso es conveniente realizar un recuento confirmativo en algún día posterior.

Para el estudio del servicio a un establecimiento, los recuentos deben hacerse a la hora del cambio de turno principal y en un período suficiente para incluir todos los vehículos que transporten empleados, del mencionado establecimiento. Generalmente bastan 45 minutos antes y 45 minutos después de la hora de cambio.

Para un estudio de planeación, tal como el recuento en cordón, el estudio se alarga a 12 horas, entre las 7 y 19 h.

Método.- En el sitio a estudiar, el observador recopila los datos requeridos, según las hojas de campo, de cada vehículo de transporte público que llega y sale.

El número de pasajeros de un vehículo de transporte público puede ser estimado, o bien el observador puede hacer un recuento rápido. En ambos casos resulta más expedito contar o estimar el número de asientos vacíos y restarlo al total de asientos (conocido) del vehículo. Cuando hay pasajeros de pie, el método usual es el de con

tar a éstos y agregar esta cifra al número conocido de asientos.

En la fig. 5-1 se ilustra parte de dos formas típicas, usadas por empresas de transporte público. En cada una de ellas el observador anota el número del vehículo, la hora de llegada o de salida, así como el número de pasajeros que parten, si se desea). En una de las formas, se tienen dos secciones separadas, una para los vehículos que entran y otra para los que salen (de la zona o distrito comercial). En el caso de la otra forma se usan hojas separadas para el tránsito de entrada y el de salida.

Las hojas de campo pueden usarse como hojas de resumen, indicando bajo la columna de "tiempo", períodos de 15 ó 20 minutos, anotando en las otras columnas los totales de los vehículos de transporte público y de pasajeros correspondientes a ese lapso. Pueden llevarse a cabo resúmenes más elaborados, mostrando comparaciones varias y los totales de los datos recabados. La fig. 5-2 muestra parte de dos formas típicas usadas con este propósito por varias empresas de transporte público.

Aplicaciones.- Algunas de las aplicaciones más importantes de estos estudios son:

1. Revisar la operación real, con respecto a la operación programada inicialmente, comparando los recorridos de los vehículos, así como los índices de ocupación de pasajeros.
2. Descubrir sobrecupos y otras anomalías.
3. Como ayuda en la planeación de mejoras en el transporte público.





blico. (Los recuentos de volúmenes son empleados en rutas existentes para facilitar estimaciones de demanda probable en rutas modificadas o en la fusión de varias rutas de transporte público.)

4. Proporcionar datos para contestar las quejas sobre exceso de pasajeros, frecuencias de paso, etc.
5. Como parte del estudio de recuentos en cordón, discutido en el capítulo III (Los recuentos se hacen en los lugares donde las líneas de transporte público entran y salen de la zona del cordón.)
6. Como parte integrante del estudio que se hace a las horas de entrada y salida de trabajadores, (Estos estudios permiten desarrollar planes tendientes a fijar horarios escalonados de trabajo para que se reduzcan los valores máximos de demanda del servicio.)
7. Estudiar las tendencias de la demanda del transporte público. (Mediante recuentos mensuales podemos enterarnos, por ejemplo, de la tendencia de la demanda de pasajeros por asiento, del total de pasajeros que entran y salen de la zona comercial, así como del porcentaje de empleados que van a cierto destino en los vehículos de transporte colectivo).
8. Para proporcionar datos a las comisiones de servicios públicos o a algún otro cuerpo regulador.

a) Ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos.

El estudio de ascenso y descenso de pasajeros en transportes públicos consiste en el recuento de los pasajeros que suben y bajan de un vehículo de transporte público, clasificados por lugares y por tiempo. Los resultados son empleados tanto en trabajos de planeación básica, como en verificaciones rutinarias de operación de una línea de transporte público. Este estudio nos proporciona una gráfica de capacidad del transporte colectivo muy útil para localizar los puntos de mayor movimiento, presentándose la oportunidad de corregir el servicio, omisiones de paradas o acortamientos de la línea.

Dónde hacer el estudio

Debe revisarse cada ruta de transporte público, mediante un número representativo de vehículos, con los observadores viajando en cada uno de ellos.

Personal y equipo

Generalmente basta un observador en cada vehículo para manejar el recuento. Durante las horas de máximo movimiento, cuando hay pasajeros de pie y existen puertas separadas para subir y bajar se requiere la presencia de dos observadores, uno en cada puerta. En los puntos que tienen mayor afluencia de pasajeros puede instalarse un observador fijo, que se encargue de anotar el número de pasajeros que bajan.

Se requieren hojas de campo y de resumen, lápices y relojes.

### Horas y duración del estudio

Los recuentos deberán hacerse tanto en las horas intermedias, como en los máximos de la mañana y de la tarde, en días hábiles normales. El tiempo necesario para este estudio depende de la cantidad de personal disponible. Si se cuenta con poco personal quizá sean necesarias varias semanas, mientras que un buen número de personas puede terminar en uno o dos días.

### Método

Un observador aborda el vehículo en una de las terminales de la ruta y da una vuelta completa, anotando los pasajeros que suben y bajan en cada parada. También anota la hora en que se detiene y en qué lugar de cada parada. Deberá situarse de tal forma que vea fácilmente la entrada y la salida del vehículo. Si se requieren dos observadores, uno se sentará cerca de la entrada y el otro cerca de la salida.

Conviene hacer suficientes viajes para obtener un cuadro representativo de las características del servicio, durante los tres períodos siguientes: máximo movimiento matutino, movimiento intermedio de mediodía y - máximo movimiento vespertino. Esto requerirá cuando menos dos o tres vueltas en una ruta, durante cada período. Un estudio de los datos puede revelar la necesidad de realizar recuentos adicionales, en caso de que los resultados obtenidos en los distintos viajes sean muy discrepantes. En rutas de poco movimiento, con intervalos largos, entre vehículos, será -

necesario tomar datos en todos los viajes durante el período de estudio.

HOJAS DE CAMPO. La figura 5-3 nos muestra la hoja de campo usada en este estudio. Una hoja se usa para un sentido únicamente. Para el regreso, en sentido contrario, se usará otra. En las dos primeras columnas se anota la hora de llegada y salida (al minuto) del vehículo en cada parada autorizada. En la tercera columna se registra la ubicación de las paradas, anotando el nombre de la calle transversal, que generalmente es visible. (Estos nombres pueden escribirse por anticipado).

El número de pasajeros que se tenga al iniciar el viaje es registrado de inmediato en el primer renglón, debajo de la columna de "salida". El número de pasajeros que suben y bajan en cada parada es anotado en las columnas correspondientes; si no hay ningún movimiento, se anota cero. No deben dejarse espacios en blanco. El número de pasajeros de la columna "salida" en una parada cualquiera (sexta columna) puede determinarse, añadiendo al valor de la parada anterior en esta misma columna, el número de pasajeros anotados en "ascensos" y restando el número de pasajeros de la columna "descensos" de la parada en cuestión. Esta operación puede realizarse al mismo tiempo que el estudio o posteriormente. En la columna "observaciones" pueden anotarse las causas de retardos extraordinarios y otros.



La figura 5-4 nos muestra 3 hojas de campo empleadas para registrar diversas características del ascenso y descenso. La segunda forma es usada para hacer recuentos en vehículos aislados, para determinar dónde y cuándo sube y baja cada uno de los pasajeros y cuánto paga. De esta forma podemos determinar la distancia recorrida y el dinero pagado, por kilómetro. Esta hoja de campo es usada en rutas alimentadoras, donde el movimiento no es muy grande. La tercera forma es usada para determinar las características del ascenso y el descenso en puntos fijos, mostrando la dirección de la que se aproximan los pasajeros antes de subir, así como la dirección de los que se alejan, una vez que descienden.

Un refinamiento de este estudio consiste en determinar dónde sube y donde baja cada pasajero, qué distancia viaja y qué tarifa paga. Aquí se muestra una forma empleada, con este propósito, por una empresa de transporte público (ver segunda forma en la figura 5-4). Naturalmente, este tipo de análisis se aplica principalmente a rutas alimentadoras, donde el movimiento no es muy grande. Una variación de lo anterior, también empleada, muestra un diagrama del interior del autobús, marcando los asientos por medio de cuadros y una lista de las paradas con sus correspondientes números clave. Cuando un pasajero ocupa o abandona un asiento, el observador anota, en el cuadro correspondiente, el número de clave de la parada donde el pasajero abordó el vehículo y el número de clave de la parada donde se bajó. Este procedimiento no es aplicable en el caso de que un mismo

asiento sea usado por más de dos o tres personas durante el viaje o donde el vehículo lleva pasajeros de pie.

En las rutas de transporte público excepcionalmente congestionadas de pasajeros, con recorridos cortos, es preferible apostar a los observadores en las zonas más críticas y anotar el número de personas que suben y bajan de cada vehículo, así como el número de identificación del mismo, para obtener los subtotales de ascensos y descensos en cada uno de ellos (ver segunda forma en la figura 5-4). Esto sería aplicable en centros comerciales de área concentrada donde un gran número de pasajeros suben y bajan en unos cuantos lugares. Una variante de este método no toma en cuenta la dirección de las personas que se acercan a abordar el vehículo, ni la de las personas que descienden y se alejan de la parada.

Entre las múltiples aplicaciones de estos estudios, se encuentran las siguientes; Determinación de pasajeros-kilómetros, Acortamiento y relocalización de rutas, Eliminación de paradas, Planeación de terminales de transporte público.

Velocidad y retardos en transportes públicos.- Este estudio involucra tanto el registro de causas, ubicación y cantidad de retardos en la operación de los autobuses de una ruta, como el número y causa de arranques lentos, paradas lentas y avance lento. También da a conocer la velocidad integral del transporte público a lo largo de la ruta. El estudio es usado para determinar dónde ocurren las demoras y las velocidades bajas; para indicar las causas de los retardos, tales como estacionamiento y mala programación de los semáforos; para determinar cuáles líneas de -

### SISTEMA DE TRANSPORTES ELECTRICOS DEL D.F.

REGISTRO Num \_\_\_\_\_ REGISTRO DE RUTA \_\_\_\_\_ HOJA Num \_\_\_\_\_  
 REFERENCIA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ HOJAS \_\_\_\_\_  
 LINEA VALLE DIA DE LA SEMANA \_\_\_\_\_

Observador \_\_\_\_\_ Estado del tiempo \_\_\_\_\_ Tránsito \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ 19\_\_

Tronco Num _____	SALIENDO				R S E O				Tronco Num _____	SALIENDO				R S E O			
	NORA									NORA							
Corrido Num _____	PTO. A	B	C	D	PTO. A	B	C	D	PTO. A	B	C	D	PTO. A	B	C	D	
	PASAJEROS				AL SERVICIO				PASAJEROS				AL SERVICIO				
Palma (Terminal)	1								Ar. Insurgentes								
Aspet La Calaverza									Chihuahua								
Bolivar									Guadalupe								
Costa									Zacatecas								
Dr. Juan de Letran									Queretaro								
Lopez									Ar. Senora	4							
Dolores									Tehuacan								
Luis Mayo									Ar. Michoacan								
Rosario									Comanche								
Artículo 125									Aguascalientes								
Victoria									Tlaxcala								
Balderez									Ar. San Coloma								
Ihuide									Gto. Chilpancingo	5							
Bucarah									Tehuantepec								
Atenas									Oaxaca								
Grat. Prun									Veracruz								
Lucerna									Vied. M. Alisma								
Borcalona									Biv. Xela	6							
Ar. Chapultepec	2								Ameca de Terreros								
Puebla									Division del Norte								
Durango									Torres Adair								
Celma									Concepcion de Bermejillo								
Atrero Obregon	3								Ar. Eugenia	7							
Frontera									San Jorge								
Maria									Angel Uribe								
Carache									Walford Romera								
Orizaba									Pierres								
Jirapa									Miguel Lebrun								
Tamala									San Lorenzo								
Montreury									Felix Cuevas	8							

TOTALES \_\_\_\_\_ TOTALES \_\_\_\_\_

REGISTRO DE RUTA \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Línea \_\_\_\_\_ Estado del tiempo \_\_\_\_\_

De \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_

Corro \_\_\_\_\_ Aparche \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_

NORA \_\_\_\_\_ PASAJEROS \_\_\_\_\_

AL SERVICIO \_\_\_\_\_

LECTURAS DE TRANSITO \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Línea \_\_\_\_\_ Estado del tiempo \_\_\_\_\_

De \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_

NORA \_\_\_\_\_ PASAJEROS \_\_\_\_\_

AL SERVICIO \_\_\_\_\_

Fig. 5-4

transporte público requieren un estudio adicional y mejoras tales como omitir paradas y retornos; para medir las condiciones de antes y después de realizar las mejoras y para auxiliar a las empresas de transporte público en la formulación o mejoramiento de itinerarios de operación.

Dónde hacer el estudio.- Deberán hacerse en aquellas rutas de autobuses que transportan gran número de pasajeros y que tienen dificultad para cumplir con los itinerarios fijados. También deben incluirse las rutas en las que se sospeche que los itinerarios existentes son tan holgados que podrían acortarse. Como ayuda en un estudio del congestionamiento de arterias principales pueden seleccionarse aquellas que contienen rutas de transporte público.

Personal y equipo.- Como mínimo se necesitará un observador por cada vehículo de transporte público que sea estudiado. El total de observadores deberá ser suficiente para efectuar todos los viajes en las rutas cuyo intervalo entre vehículos sea de 30 minutos o más, o bien para efectuar un viaje de cada tres, en líneas cuyos intervalos entre dos vehículos consecutivos sea de 10 minutos o menos.

Se requerirán hojas de campo, un cronómetro y un reloj común.

Hora adecuada y duración del estudio.- Las observaciones deben hacerse normalmente durante los períodos de mayor movimiento de tránsito, cuando se tiene el máximo número de empleados comerciales y obreros viajando en los autobuses. La misma línea de transporte público debe

ser estudiada dos o tres días a la semana con objeto de obtener datos - que puedan representar el promedio de las condiciones de tránsito máximo.

Procedimiento.- El observador debe viajar en el vehículo de transporte público. Normalmente es muy fácil determinar las causas de los retardos, cuando el observador se coloca en un asiento al frente del vehículo; por esta razón este método es preferido en la mayoría de los casos.

La hoja de campo que usará el observador se muestra en la figura - 5-6. Para cada viaje (en un sentido) deberá usarse una de ellas.

El observador deberá tomar el tiempo al momento de iniciar el viaje, anotándolo en su hoja de campo. Usará el cronómetro para registrar cada retardo (número de segundos que permanece parado y el vehículo). Después anotará la duración del retardo y su causa. La localización del lugar también es importante y debe anotarse, de ser posible.

Pueden emplearse símbolos para mostrar las causas de los retardos; por ejemplo: "P" pasajeros subiendo o bajando; "S" demora por semáforo; "SA" señal de tránsito de ALTO; "VE" vehículos demotor estacionados; "T" congestión general de tránsito; "Pt" peatones; "VI" vuelta izquierda del otro tránsito; "ED" estacionamiento en doble fila. Cuando el conductor deliberadamente va despacio o para el vehículo con objeto de dejar que el tiempo pase, ya que le pagan un salario fijo, debe anotarse este hecho. - Por ejemplo, un conductor intencionalmente deja que llegue el ALTO. El símbolo "TM" (tiempo muerto) puede usarse para hacer notar tal tipo de retardos.

En la mitad derecha de la hoja de campo se anota cada retardo del -





movimiento, no necesariamente paradas, escribiendo la causa de la demora; por arranque lento, parada lenta o avance lento (desaceleración don de el vehículo de transporte público no va a pararse totalmente). Al final de cada viaje en un sentido se registra la hora y se principia con una nueva hoja de campo para el siguiente viaje.

Usando diferentes renglones de cada columna para cada arranque - lento, parada lenta o avance lento se tendrá automáticamente registrado - el número de tales incidentes. También pueden usarse los símbolos sugeridos anteriormente.

Si varias causas contribuyen a un avance lento se pueden hacer varias indicaciones en el mismo renglón.

El total de segundos del vehículo parado será asentado en la parte - inferior de la hoja de campo, así como los totales de arranques lentos, paradas lentas y avances lentos.

La hoja de resumen (figura 5-7) es usada para ir resumiendo todos - los viajes en una línea de transporte público, para un solo período de tiempo. Este período puede abarcar 1 ó 2 horas, o más.

La longitud de la ruta puede obtenerse de la empresa de transporte - público, midiéndola en un plano o directamente en el campo, haciendo uso del odómetro de un vehículo. Las cifras que van en las columnas "Núm. de vehículo" y "Núm. de viaje en un sentido" se tomarán de la parte superior de cada hoja de campo.

Las cifras de la columna "tiempo total del viaje" son tomadas de los

tiempos asentados en la parte superior de las hojas de campo. Para cada viaje en un sentido, se usa un renglón de la hoja de resumen. La velocidad promedio del viaje se calcula dividiendo la longitud de la ruta, en km, por el tiempo total en horas. El "tiempo total inactivo" y el número de "paradas", "arranques lentos", "paradas lentas" y "avances lentos", deberán ser tomados de cada hoja de campo.

En la parte inferior de la hoja de resumen se anotarán los valores - promediados de las diversas columnas; de este modo tendremos un cuadro general de la ruta de transporte público.

## ESTUDIOS DE TRANSITO

( Bibliografía )

- 1.- MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO  
AMC y Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.; 1971.
- 2.- INGENIERIA DE TRAFICO  
Antonio Valdez González.- Editorial Dossat, S.A.- Madrid España.- Edición 1971.
- 3.- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS  
Edición SOP; 1971.
- 4.- SEMINARIO DE MODERNIZACION Y SEÑALAMIENTO DE INTERSECCIONES A NIVEL.  
S.O.P. ; 1970
- 5.- BROWNSVILLE URBAN TRANSPORTATION STUDY  
Texas.- Volume 1.- 1970.
- 6.- DATOS VIALES PARA LA PLANEACION.  
Edición SOP; 1968.
- 7.- ILUMINACION VIAL  
Conferencia del Ing. Román Vázquez Berber.- I Seminario de Ingeniería de Tránsito; Mexico, D.F.; 1972.
- 8.- MEMORIA DEL IV SEMINARIO DE INGENIERIA DE TRANSITO  
Monterrey, N. L. ; 1972.

## VI.- ILUMINACION VIAL.

Generalidades.- Experiencias extranjeras muestran que el índice de siniestralidad es tres veces mayor en la noche que en el día, a pesar de que el tránsito en las horas nocturnas es aproximadamente igual a un tercio del volumen del tránsito. Hay muchos otros factores que hacen que el manejo nocturno sea de mayor riesgo, entre ellos se encuentra la fatiga, luces inadecuadas de vehículos, niebla, lluvia, o nieve, diferente comportamiento de los conductores; pero el factor más importante es la visibilidad baja.

Durante la noche el conductor tiene que contrarrestar tres grandes - dificultades visuales:

1. Observar la vía sin que le deslumbren los faros de los vehículos que se cruzan con él u otras luces.
2. Recobrase de los efectos de las luces después que pasen éstos.
3. Ver con muy poca iluminación.

Los objetivos de la Ingeniería de Tránsito en el capítulo que nos ocupa son:

- a) Promover la seguridad nocturna proporcionando visión rápida, adecuada y cómoda, tanto a conductores como a peatones.
- b) Mejoramiento del flujo de tránsito durante la noche proporcionando condiciones de iluminación que faciliten al conductor la apreciación de las marcas de pavimento, señales, facilitar el rebalse etc.
- c) Iluminación de pasos inferiores largos y túneles durante el día, de tal manera que cuenten con adecuada visibilidad a la entrada y durante el trayecto, realizando el manejo con seguridad.

Otros objetivos que se obtienen con iluminación adecuada en la vía pública son aquellos relativos a la disminución de los delitos durante las horas de obscuridad y proporcionar un mayor atractivo en las propiedades comerciales: ambientes más agradables y ahorro por los costos de los accidentes.

En general, una buena iluminación favorece el uso nocturno de las calles y carreteras, especialmente las de mayor importancia y permite alcanzar velocidades de 15 a 30 km/h mayores, de noche, que lo hubiera sido práctico en vías sin alumbrado. El tiempo ahorrado debido a las diferencias en las velocidades seguras es de un valor económico considerable.

Estudios realizados por la Oficina de Caminos Públicos de los Estados Unidos han demostrado que la iluminación de la vía contribuye a un mejor uso del ancho de la calzada y consecuentemente incrementa la capacidad de la misma .

Además, las distancias visibles de noche aumentan mucho cuando se establece la iluminación de las vías, disminuyendo, por lo tanto, los peligros de accidentes . Una iluminación adecuada puede reducir el tributo en vidas humanas que es atribuible a iluminaciones inadecuadas. - Los gastos realizados en un buen sistema de alumbrado cuestan menos - que lo que cuestan los accidentes causados por la visibilidad inadecuada.

Es un hecho reconocido que el proyecto e instalación adecuados de iluminación nocturna de la vía pública constituye uno de los medios eficaces para que la circulación vial sea cómoda y segura.

El proyectista deberá tener en cuenta el hecho básico de que las -

facilidades que él proporciona reúnan todas las cualidades inherentes requeridas por el usuario. Este usuario es un ser humano y como tal tiene capacidades y limitaciones físicas y mentales. Las calles y carreteras - deberán hacerse con el mayor adelanto posible, tomando en cuenta los medios disponibles. Una consideración muy importante es que estas ventajas sean igualmente útiles tanto durante las horas de obscuridad como durante el día .

Terminología y unidades más usuales:- Luz - La luz se define como energía radiante medida de acuerdo con su capacidad para producir sensación visual. (Definición de la Sociedad de Ingenieros de Iluminación de los EUA). La luz es medida en una unidad denominada lumen-horas (lm-h); el símbolo es (Q).

Intensidad luminosa (I) - La intensidad luminosa de un foco es la cantidad de luz que emite y su unidad es la candela (también denominada bujía moderna o simplemente bujía).

De acuerdo con la Dirección General de Normas la candela (cd) es la intensidad luminosa, en una dirección determinada, de una abertura perpendicular a esa dirección, con un área de  $1/60$  de centímetro cuadrado y que radia como un radiador integral (cuerpo negro) a la temperatura de solidificación del platino.

Flujo luminoso (F) - Es la cantidad de luz que pasa por una superficie dada. Su unidad es el lumen (lm). La Dirección General de Normas lo define como "el flujo luminoso emitido en un ángulo sólido de un estere

dián por una fuente puntiforme situada en el vértice del ángulo sólido y -  
teniendo una intensidad luminosa de una candela .

Iluminación (E) - Es la cantidad de luz o flujo luminoso que cae sobre una superficie de área unidad. La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la superficie al origen de la luz y -  
proporcionalmente al coseno del ángulo formado por la normal a la superficie con la dirección de los rayos luminosos. La unidad de iluminación es el lux. " Un lux es la iluminación de una superficie que recibe normalmente, de manera uniformemente repartida, un flujo luminoso de un lúmen por metro cuadrado". La anterior definición es la establecida por la Dirección General de Normas. En el sistema inglés se utiliza como unidad la -  
bujía-pie y equivale a 10.76 lux.

Luminosidad (también denominada esplendor o brillo fotométrico)(B) -  
Es el cociente de la intensidad luminosa de una superficie entre el área de dicha superficie perpendicular a la dirección en que se emite la luz. Su -  
unidad es la candela por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). Una unidad derivada es el stilb que equivale a una candela por centímetro cuadrado. En el sistema inglés cuando la unidad de flujo luminoso es el lúmen y el área está en pies cuadrados, la unidad de luminosidad es el Lambert-pie (fL).

Los siguientes dos conceptos están tomados de la ref 2:

Reflectancia - El ingeniero que proyecta sistemas de iluminación es -  
tá particularmente interesado en el total de la luz reflejada. La reflectan -  
cia está definida por la siguiente relación:

$$P = \frac{\text{total de luz reflejada}}{\text{total de luz incidente}}$$

$$P \quad \text{para superficies difusas} = \frac{B}{E}$$

Nota: La luz reflejada es luminosidad y la luz incidente es iluminación.

Transmitencia - Está definida por la siguiente relación:

$$T = \frac{\text{total de luz transmitida}}{\text{total de luz incidente}}$$

$$T \quad \text{para superficies difusas} = \frac{B}{E}$$

Nota: Los medidores de iluminación pueden ser usados para medir la transmitencia bajo ciertas limitaciones.

La eficacia luminosa (Eficiencia) de una fuente de luz es la relación del total del flujo luminoso emitido para la fuente al total de la potencia de la misma. En el caso de lámparas eléctricas la eficacia está expresada en lúmenes por watt (lm/w).

Ecuaciones básicas de iluminación:

$$w = \frac{A_1}{R^2}$$

$$l = \frac{F}{w}$$

$$E = \frac{F}{A}$$

$$I \frac{c}{m^2} = 452 \text{ FL}$$

$$B = (p) (E) ; \quad p = \frac{\text{totalidad de luz reflejada}}{\text{totalidad de luz incidente}}$$

$$p \quad \text{para superficies difusas} = B/E$$

$$B = (t) (E): \quad t = \frac{\text{totalidad de la luz transmitida}}{\text{totalidad de la luz incidente}}$$

$$t = \text{para medio refrigente difuso} = \\ = B/E$$

$$E \text{ normal} = \frac{I}{D^2}$$

$$E \text{ total} = E_1 + E_2 + E_3$$

$$E = \left(\frac{I}{D^2}\right) (\cos \theta)$$

donde

F flujo luminoso en lúmenes

I intensidad luminosa en bujías

E iluminación en bujías-pies

B esplendor en lambert-pies o  
bujías/pulg<sup>2</sup> ó bujías/cm<sup>2</sup>

$\omega$  ángulo sólido en esterradianes

$\theta$  ángulo en grados el cual deberá girar  
el plano iluminado para ser normal al  
rayo luminoso

D distancia en metros de la fuente de luz  
al punto considerado

A área de la superficie iluminada en m<sup>2</sup>

A área esférica

R radio

p reflectancia, coeficiente de reflexión  
o factor de reflexión

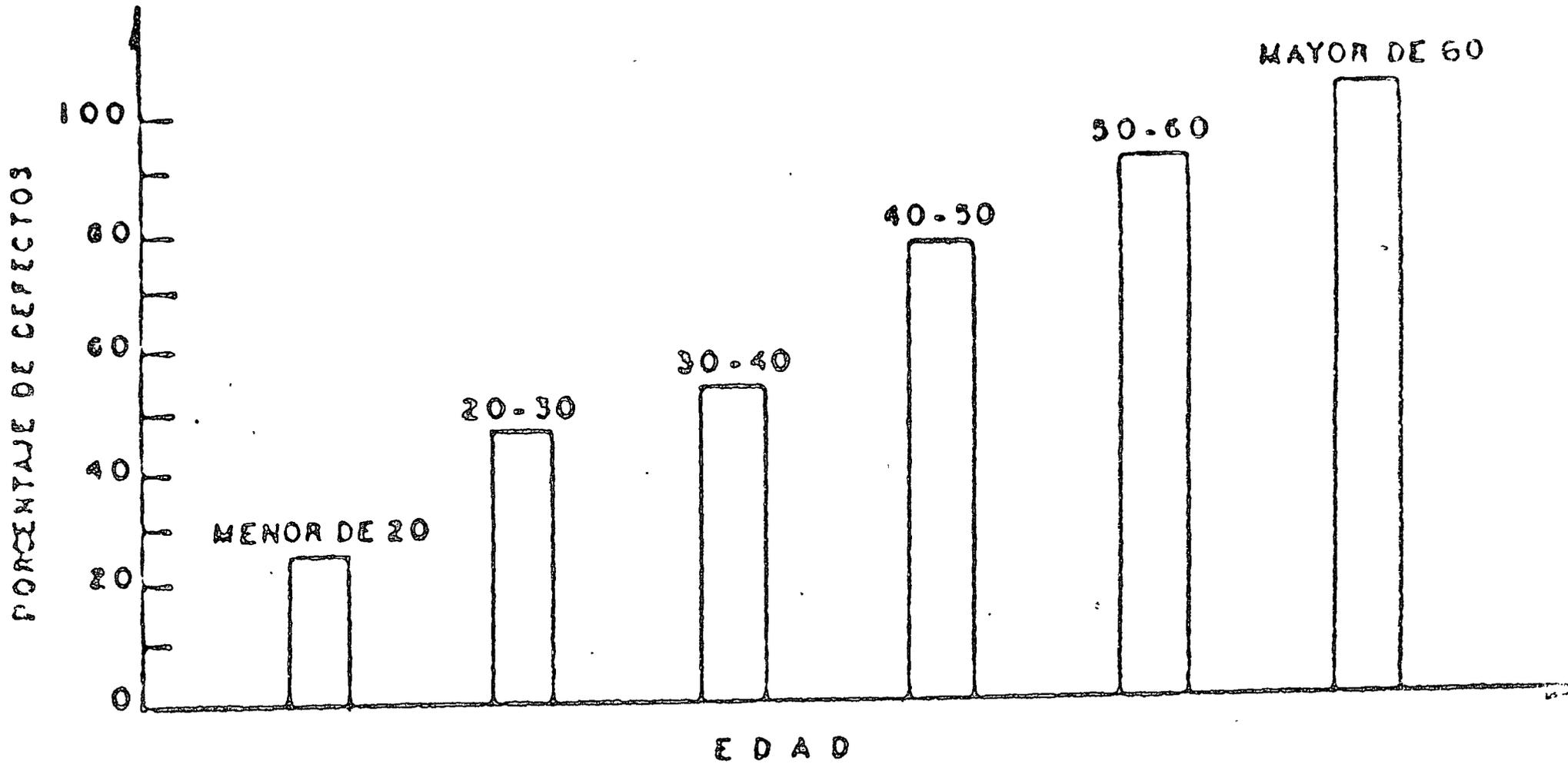
t transmitencia

Deslumbramiento.- Se llama deslumbramiento o encandilamiento a la turbación de la percepción visual por brillos o luminosidades demasiado intensos o repentinos. El deslumbramiento reduce la visibilidad y causa molestias oculares.

La magnitud del deslumbramiento depende de: 1) el brillo fotométrico de la fuente de luz o la luminosidad de la superficie reflectante, 2) el nivel general de iluminación, 3) el ángulo de incidencia de luz con respecto a la dirección normal de la visual del observador, 4) la distancia desde la fuente de luz o superficie reflectante al observador, y 5) el movimiento del observador con respecto al origen del deslumbramiento.

De acuerdo con lo anterior, el deslumbramiento que causa el alumbramiento fijo de las vías puede reducirse: 1) empleando cristales difusores u otros medios que disminuyan el brillo de las fuentes luminosas y utilizando fuentes luminosas de mayor tamaño, 2) reduciendo el contraste de luminosidad entre la fuente luminosa y el resto del campo visual del observador, 3) colocando las fuentes luminosas alejadas de la dirección normal de la visual del observador.

Los faros de los vehículos también causan deslumbramiento en los conductores de los otros vehículos que vienen de frente a ellos. Este tipo de deslumbramiento se reduce con fajas divisorias centrales anchas o sembradas con setos, pero esta solución no es aplicable a la mayoría de los casos. En cambio, la iluminación adecuada de las vías, aunque es costosa, puede aplicarse en cualquier circunstancia y disminuye el deslumbramiento causado por los faros de los vehículos; pues sus condu



### DEFECTOS DE LA VISION CON RELACION A LA EDAD

*Altos niveles de iluminación son de una gran ayuda para las personas de edad que manejan en la vía pública?*

tores no necesitan usar luces largas o de carretera y el contraste de luminosidad entre los faros y la vía no es tan grande.

Fuentes luminosas. - Se denomina fuente luminosa en general a cualquier objeto que emita luz. Las fuentes luminosas que nos interesan son las artificiales que constan básicamente de una unidad de iluminación con su lámpara, el soporte correspondiente y el sistema de distribución de energía necesaria.

Lámparas. - La lámpara es el dispositivo que produce luz artificial, y hoy en día casi todas las lámparas que se emplean transforman energía eléctrica en energía luminosa. A continuación se describirán brevemente los principales tipos de lámparas en uso.

Las lámparas incandescentes se han usado mucho para iluminar vías públicas y todavía se emplean bastante. En ellas se produce la luz al calentarse un filamento hasta la incandescencia. Son baratas y sencillas; su pequeño tamaño permite regular satisfactoriamente su luz; vienen en gran variedad de tamaños; producen luz agradable y los servicios de conservación y reparaciones que requieren son relativamente sencillos; sin embargo, el costo de la energía que consumen y sus frecuentes reemplazos restringen su aplicación en las vías, especialmente cuando se necesita un alumbrado intenso.

Las lámparas incandescentes se ofrecen para reemplazarse en grupo (con 3,000 horas de duración) o individualmente al fundirse (con 2,000 horas). Las que se usan comunmente en las vías producen flujos comprendidos entre mil y quince mil lúmenes, y su rendimiento es de catorce a veint

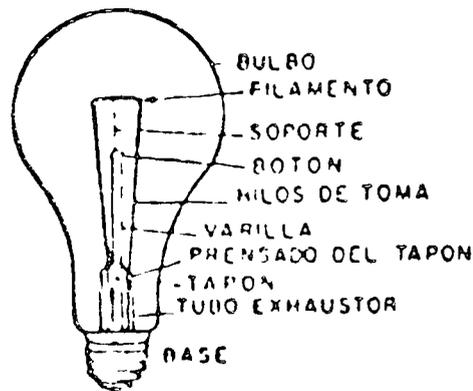
te lúmenes por vatio.

Lámparas de mercurio. Se componen de un tubo lleno de vapor de mercurio y la luz se produce por el paso de un arco voltaico a través del medio gaseoso. El uso de este tipo de lámpara ha aumentado notablemente en estos últimos años, principalmente por su alto rendimiento. Dan una luz azulosa que a muchos no les gusta, por esta razón se fabrican también algunos tipos con color corregido.

Estas lámparas duran más que las incandescentes (por lo menos 6,000 horas) y emiten de 3,000 a 54,000 lúmenes. Su rendimiento es de 30 a 50 lúmenes por vatio y, por lo tanto, su funcionamiento es más económico que el de las incandescentes.

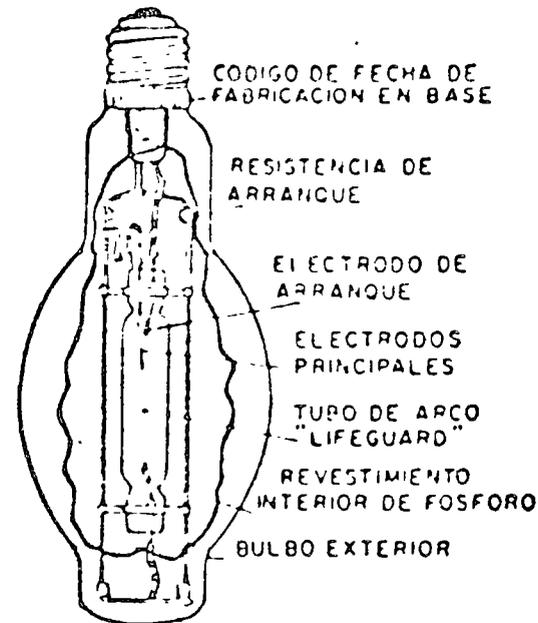
Lámparas fluorescentes. Constan de tubos de cristal relativamente largos en los que la mayor parte de luz se produce por la activación de fósforo. Son de introducción bastante reciente, pero vienen en tamaños efectivos para emplearse en las vías. Debido a su longitud y al número de lámparas que se requiere (por los pocos lúmenes que emiten) para producir un flujo luminoso suficiente, ocupan bastante espacio. Sin embargo su luz es más difusa, lo que causa menos deslumbramiento.

Duran aún más que las lámparas de mercurio y producen más lúmenes por vatios que estas últimas, pero su potencia en lúmenes es pequeña. Son muy apropiadas para iluminar pasos inferiores o túneles donde la altura es limitada. Debido a los perfeccionamientos que se les están haciendo, se espera que su empleo se difunda.



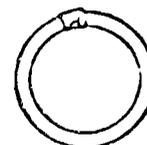
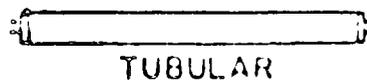
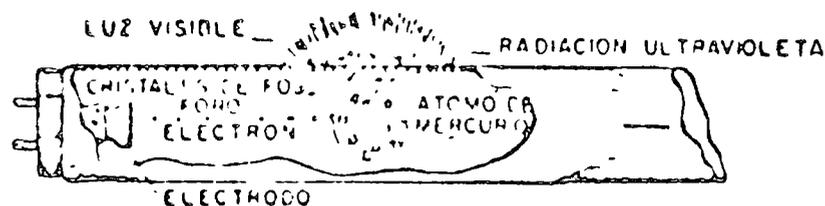
### INCANDESCENTE

Duración: 2,000-3,000 horas aproximadamente  
 Para vías públicas se utilizan con flujos de 1,000 a 15,000 lúmenes con un rendimiento de 14 a 20 lúmenes por vatio



### MERCURIO Y SODIO

Duración: 6,000 horas aproximadamente  
 Flujo: 3,000 a 54,000 lúmenes  
 Rendimiento: 30 a 50 lúmenes por vatio  
 Su rendimiento es más barato que los incandescentes



### FLUORESCENTE

Lámparas

Lámparas de sodio. Se componen de un tubo lleno de vapor de sodio y funcionan en forma similar a las de mercurio. Se han usado en lugares peligrosos pues el color distinto que producen se interpreta como indicación de peligro. Sin embargo, actualmente se están reemplazando por lámparas de mercurio de color similar y mayor eficiencia.

Unidades de iluminación. Se llama unidad de iluminación o luminaria al conjunto formado por una lámpara y demás elementos para sostener la lámpara y distribuir mejor la luz tales como su caja o envoltura, portalámpara, dispositivos reflectores y refractor u otra pieza transparente para regular la iluminación y aumentar su eficacia.

En las primeras iluminaciones de calles se usaron bombillas desnudas que desperdiciaban su energía luminosa en alumbrar a todo su alrededor llegando al pavimento de la vía solamente un pequeño porcentaje del flujo total emitido. Para solucionar este problema se usaron pantallas reflectoras que dirigían la luz hacia abajo, pero que la concentraban en un área reducida.

Las unidades de iluminación modernas han resuelto estos problemas. Estas unidades están provistas de superficies reflectoras y refractoras que recogen la radiación luminosa esférica de la lámpara, la dirigen hacia abajo al ángulo deseado la difunden para evitar deslumbramiento y la moldean de manera que incidan en un plano horizontal (el pavimento) de acuerdo con una forma específica.

Son necesarias distintas formas de distribución de la luz sobre el pavimento, para adaptarla a los diferentes anchos de calzada y condicio-

nes de iluminación. Han sido designadas como Tipos I, II, III, IV y V. -  
Su empleo es el siguiente:

Tipo I - Para montar la unidad en el centro de una calle estrecha - (menos 9 m) a grandes espaciamentos. Proyecta dos haces de luz, en sen tidos opuestos (a lo largo de la vía) y se recomienda para calles locales - donde la iluminación no es necesaria que sea intensa

Tipo II - Es para instalarse cerca del borde de la calzada y proyec ta la iluminación en un área estrecha y asimétrica. Se usa en unidades - de iluminación colocadas a un lado de calles de menos de 12 m o a ambos lados, alternativamente en calles de menos de 18 metros.

Tipo III - Este tipo proyecta la luz más lejos y se considera apropia do para unidades de iluminación distribuidas alternativamente a ambos la- dos de todas las calles a no ser las sumamente anchas (menos de 23 m). - Este tipo es el que más se emplea en la iluminación urbana.

Tipo IV - Está destinado a proyectar la luz a gran distancia en ca-- lles muy anchas. También se emplea en unidades de iluminación de dispo sición alternativa a cada lado de calles comerciales de ancho normal para mejorar la iluminación de la acera en el lado opuesto de la calle.

Tipo V - Proyecta la luz en forma circular y su uso se limita a in- tersecciones, en unidades de iluminación colocadas en el centro de las - mismas y en parques.

Sistemas de Iluminación. - Se denomina sistema de iluminación al conjunto de unidades que se utilizan para el alumbrado de una vía.

TIPO I.E.S	CLASIFICACION LONGITUDINAL		
	CORTA °C°	MEDIA °M°	LARGA °L°
	ESPACIAMIENTO MÁXIMO HASTA 8 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.	ESPACIAMIENTO MÁXIMO HASTA 7 VECES LA ALTURA DE MONTAJE	ESPACIAMIENTO MÁXIMO HASTA 12 VECES LA ALTURA DE MONTAJE
<p><b>TIPO I</b></p> <p>PARA CALLES CON UN ANCHO HASTA DE 8 VECES LA ALTURA DE MONTAJE.</p>			
<p><b>TIPO II</b></p> <p>PARA CALLES CON UN ANCHO HASTA 1.70 VECEZ LA ALTURA DE MONTAJE.</p>			
<p><b>TIPO III</b></p> <p>PARA CALLES CON UN ANCHO HASTA 2.70 VECES LA ALT. MONT.</p>			
<p><b>TIPO IV</b></p> <p>PARA CALLES CON UN ANCHO HASTA 3.70 VECES LA ALT. MONT.</p>			
<p><b>TIPO V</b></p> <p>PARA ALUMBRADO GENERAL DE AREA.</p>			

Diagramas que indican el area maxima cubierta por los diferentes tipos de distribuciones de luz. Estos diagramas representan los intervalos extremos de continuaciones prácticas

(La potencia máxima de cada tipo de luminario se encuentra dentro del área asegurada)

No existe dispositivo alguno que pueda medir objetivamente la visibilidad de los conductores en la vía pública a distintos niveles de iluminación y por lo tanto para determinar la iluminación conveniente a las condiciones de la vía y el tránsito tendremos que basarnos en conceptos empíricos.

La "Illuminating Engineering Society" de los Estados Unidos ha adoptado diversos valores de iluminación, determinados en función del tipo de calzada y de la zona de la ciudad en que se encuentre la vía por iluminar.

a) Proyecto de un sistema de iluminación

El procedimiento para el proyecto de un sistema de iluminación consiste en los siguientes pasos:

1. Clasificar la función de la vía en estudio de acuerdo con la tabla I.
2. Clasificar las zonas por tipo de ubicación dentro del área metropolitana de acuerdo con las definiciones de la tabla II.
3. Con las dos clasificaciones anteriores se determina el promedio de bujías-pies horizontales, permitidas de acuerdo con la tabla III.
4. Si la intensidad es menor de 0.8 bujías-pies, compruebe el tipo de pavimento. Los pavimentos asfálticos muy oscuros requieren un incremento en la intensidad de un 50%.
5. En caso de existir postes pueden ser utilizados en uno o en ambos lados de la calzada, determinando la distancia promedio entre ellos.- Si van a instalarse postes nuevos y los tramos de la calzada consisten de una serie de cuadros uniformes en su longitud, determine estas longitudes entre estos puntos lo más cercanos a la intersección de las guarniciones -



- M = ALTURA DE MONTAJE
- LLC = LINEAS LONGITUDINALES A LA CALZADA
- LTC = LINEAS TRANSVERSALES A LA CALZADA

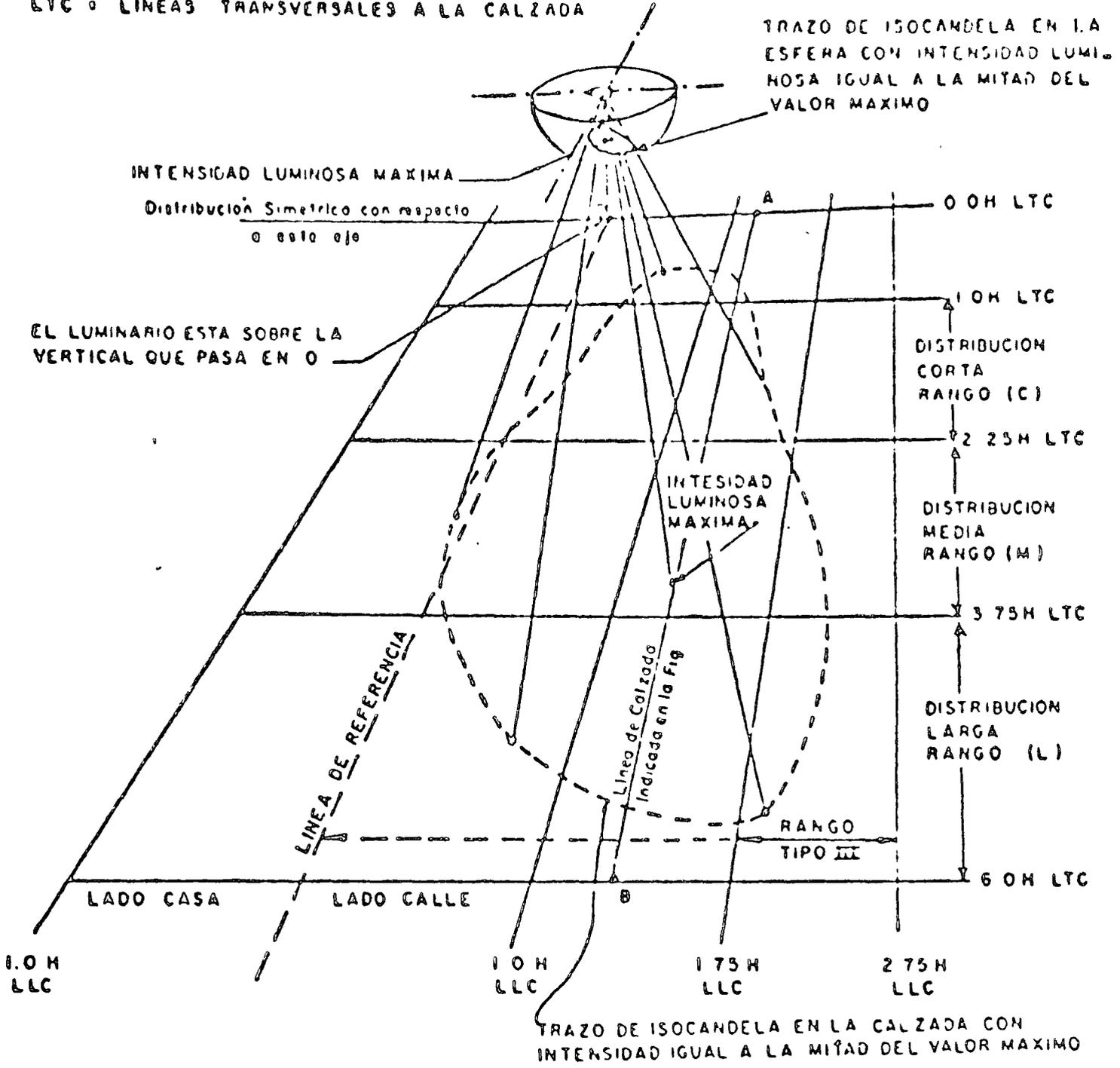


Diagrama que representa la proyección de la intensidad luminosa máxima y el trazo de isocandela, para un luminaire que tiene un tipo III de distribución media, en la esfera imaginaria y en la calzada.

TABLA I

## CLASIFICACION Y DEFINICION DE CALZADAS.

Clasificacion de calzadas.	D e f i n i c i ó n
Principal	Es la parte del sistema de calzadas - que sirve como red principal en el - flujo de tránsito a través de una ciudad.
Colector	Las Calzadas Colectoras y distribuidoras sirven al tránsito que se mueve entre arterias, principales y calzadas locales. Calzadas usadas - principalmente para el movimiento - de tránsito dentro de zonas residenciales, comerciales e industriales.
Local menor	Calzadas usadas básicamente para acceso directo a propiedades residenciales, industriales u otras zonas colindantes. No incluye calzadas con tránsito de paso. Calzadas locales de gran longitud generalmente son divididas en tramos cortos por el sistema de calzadas colectoras.

Fuente: American Standard Practice Roadway Lighting-American Standard Association - New York, New York -- 1963.

TABLA II

## CLASIFICACION Y DEFINICION DE ZONAS.

Clasificación de calzadas.	Definición
Centro o parte-comercial de la ciudad.	Es la parte de la ciudad con desarrollo comercial en donde generalmente hay un gran número de peatones y una demanda fuerte de espacio para estacionamiento durante los períodos de máxima demanda del tránsito, un volumen alto y sostenido de peatones y una gran demanda de espacios de estacionamiento fuera de la calle durante las horas de oficina y de actividad industrial. Esta definición se aplica a zonas industriales o comerciales intensamente desarrolladas en forma independiente ya sea que formen parte del centro de la ciudad o estén fuera de ésta.
Intermedia	Es la parte del área metropolitana que está fuera del centro, pero generalmente dentro de la zona de influencia de desarrollo comercial e industrial, caracterizada a menudo por un tránsito de peatones moderadamente alto durante las horas nocturnas y estacionamiento un poco más bajos que los del centro.
Suburbana y rural	Desarrollo residencial ó una mezcla de residencial y establecimientos comerciales, caracterizada por pocos peatones y una baja demanda de estacionamiento.

Fuente: American Standard Practice for Roadway Lighting - American Standard Association New York, N. Y.; 1963.

TABLA III

PROMEDIO DE BUJÍAS - PIES HORIZONTALES\*\*  
(lúmenes por pie cuadrado)

Calzadas (diferentes a autopistas simples o autopistas de vía libre) ***			
Clasificación de la calzada	Clasificación de zona		
	Centro	Intermedio	Suburbio y rural
Principal	2.0	1.2	0.9 0.9
Colector	1.2	0.9	0.6
Local o menor	0.9	0.6	0.2 (residencia)

Autopistas simples y autopistas de via libre	
Clasificación	Autopista
Urbana	1.4
Rural	1.0
Intersección a desnivel	
Urbana	2.0
Rural	1.4

Fuente: American Standard Practice for Roadway Lighting-American Standard Association - New York, N. Y. - 1963.

Se recomienda consultar la bibliografía fuente para notas adicionales que en la presente tabla fueron omitidas.

\*\* El promedio de bujía-pies horizontales recomendados en esta tabla representa el promedio de iluminación sobre el pavimento de la calzada, cuando la fuente de iluminación está en su rendimiento más bajo y cuando el luminario está muy sucio.

\*\*\* En el presente trabajo el término "Expressway" se tomó como autopista simple y el término "Freeway", como autopista de vía libre.

que pueden ser colocados los postes. Para una colocación a tresbolillo, el espaciamiento final deberá ser un múltiplo impar de la distancia disponible.

6. Determine el ancho de la calzada, y elija el tipo de distribución apropiada, tal como se indica en la sección relativa a luminarias.

7. Considere una lámpara de medida apropiada para el tipo de distribución e intensidad elegidos y si es pertinente la separación probable. Este paso es frecuentemente a base de tanteos, con varias alternativas de variación práctica. El crecimiento del tránsito futuro en una ruta es un factor que frecuentemente se pasa por alto, deberá ser considerado en la selección de la lámpara. Si la tendencia local indica que los niveles de iluminación son excesivos para las necesidades inmediatas, pueden ser diferidos para un futuro razonable, es básicamente una práctica buena elegir una lámpara de menor intensidad luminosa o intervalo menor al máximo disponible para el equipo planeado.\* De este modo la operación económica es alcanzada a los pocos años y para una economía futura de reemplazamiento, por simple sustitución de la lámpara y piezas de repuesto disponibles.

8. Determine la altura de montaje adecuada en función de la intensidad luminosa máxima y control de luminario de la tabla IV.

---

\* Muchos ingenieros están admitiendo anticipadamente volúmenes de tránsito futuros en sus proyectos de iluminación, así como en sus proyectos geométricos.

9. Del diagrama de utilización apropiado, calcule el porcentaje de utilización que deberá tener el luminario elegido en la altura de montaje requerida para el ancho de calzada en estudio. Si tiene un sobresaliente de más de un 10% de altura de montaje incluya el factor del lado de la casa.

10. Considere un factor de conservación, del luminario de un 60 a 90 por ciento. Este factor deberá ser más alto cuando el programa de limpieza de los cristales sea efectivo (varias veces al año). Si el programa de limpieza es mínimo o no lo hay, la única alternativa es disminuir el factor de conservación para compensar la acumulación de polvo e insectos en el conjunto de piezas ópticas.

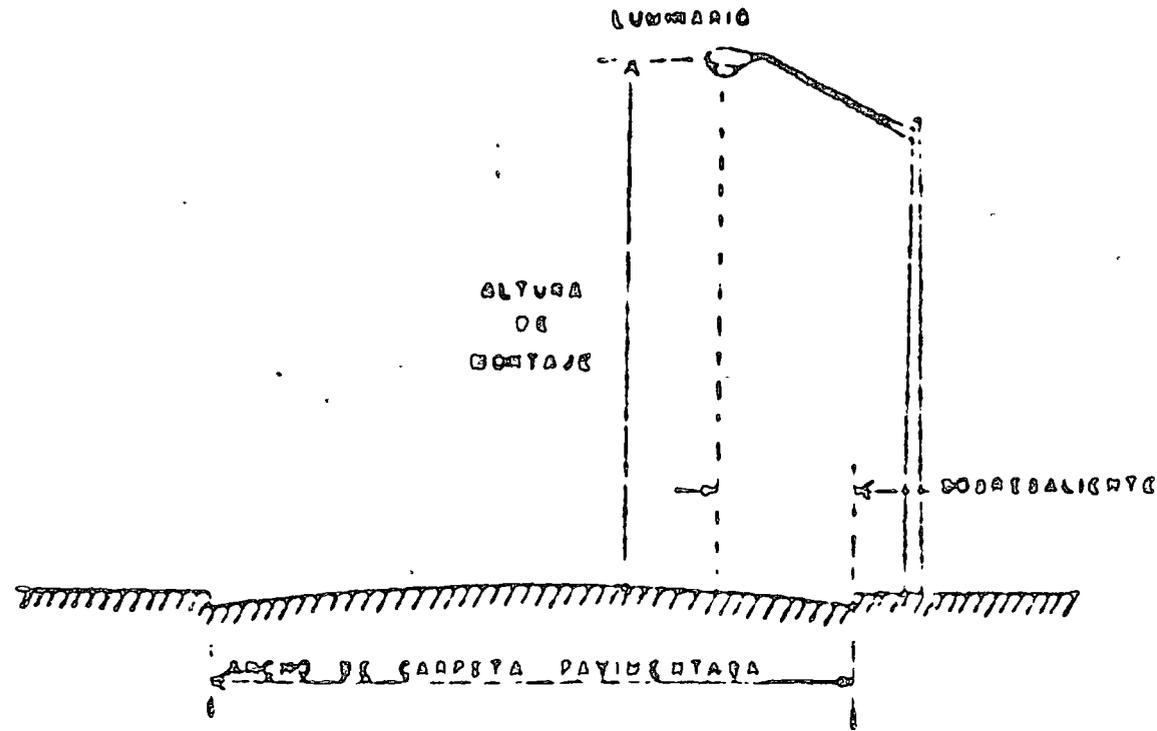
TABLA IV

## ALTURA DE MONTAJE MINIMO DEL LUMINARIO

Intensidad luminosa máxima del luminario - en bujías.	Control superior de la intensidad luminosa máxima.		
	(Cutoff) En circuito	(Semicutoff) - Semicircuito	(Noncutoff) No en circuito
Menor de 5000	20	20	25
Menor de 10000	20	25	30
Menor de 15000	25	20	35
Menor de 15000	30	35	40

Fuente: American Standard Practice for Roadway Lighting - American Standard Association - New York, New York - 1963.

11. Elija la vida útil de la capacidad normal en lúmenes de la lámpara elegida. El factor de corrección por temperatura deberá ser también aplicado a las lámparas fluorescentes.



ESPACIAMIENTO



ESPACIAMIENTO



ESPACIAMIENTO



COLOCACION A UN SOLO LADO

COLOCACION A TRESBOLILLO

COLOCACION EN OPOSICION

Diferentes formas de colocación de luminarios

12. Aplique los factores apropiados en la siguiente ecuación y calcule el factor desconocido. Este último usualmente será los lúmenes de la lámpara (donde exista una separación fija de postes) o la Separación (donde la lámpara ha sido considerada).

$$H_{fc} = \frac{L \times UF \times MF}{S \times W}$$

donde

- H<sub>fc</sub> bujías-pie horizontales
- L lúmenes de la lámpara\*
- UF factor de utilización
- MF factor de conservación
- S separación entre los luminarios, medida a lo largo de la línea central de la calzada.
- W ancho de la calzada.

13. Si la ecuación ha sido ha sido resuelta para determinar el tamaño de la lámpara, elija el tamaño más cercano al comercial disponible. Si el tamaño de la lámpara calculado es más grande que un 10% aproximadamente del tamaño comercial, elija el siguiente tamaño mayor y calcule finalmente por medio de la ecuación las bujías-pie o la separación definitivas.

14. Con la separación calculada y las bujías-pie finales, com--pruebe la uniformidad de iluminación del pavimento. Los puntos de más

---

\* Para colocaciones a "tresbolillo" y "a un solo lado". Si los luminarios están colocados "en oposición", multiplique los lúmenes de una lámpara por dos.

baja intensidad son encontrados usualmente en el punto entre luminarios, en la línea de guranición o en línea central de la calzada. En una calzada amplia donde es utilizada una separación o tresbolillo, el punto bajo puede estar directamente opuesto al luminario. La intensidad de iluminación en un punto bajo puede ser determinado aplicando relaciones apropiadas de distancias, laterales o longitudinales a alturas de montaje sobre la propia curva de iso-bujías-pie. Un ejemplo de una curva de iso-bujías-pie con puntos ilustrados se indica en la fig. A.

Este ejemplo se refiere a los puntos mostrados en la fig. 13 B

Note que los valores obtenidos de la curva podrían requerir correcciones para diferentes alturas de montaje o tamaño de lámpara, cualquiera que esté siendo usada.

La iluminación que cae sobre un punto bajo sospecha de todos los luminarios adyacentes, multiplicada por los factores de conservación y lámpara en porcentaje, deberá ser dividido entre el valor promedio calculado de bujías-pie horizontal para la calzada. Sobre todas, pero especialmente para rutas de volúmenes de tránsito muy bajo, la relación mínimo a promedio nunca deberá exceder 1 a 3. En rutas de tránsito muy pequeño y calles residenciales una relación de 1 a 6 es permisible.

La uniformidad de iluminación del pavimento es una función de las relaciones separación-altura de montaje (lateral y longitudinal) y del tipo de distribución del luminario. En términos generales las relaciones de uniformidad excesivos son reducidos óptimamente por disminución de la separación longitudinal y usando lámparas de tamaño pequeño. Si es encontra

RELACION DE DISTANCIAS TRANSVERSAL A LA ALURA DE MONTAJE

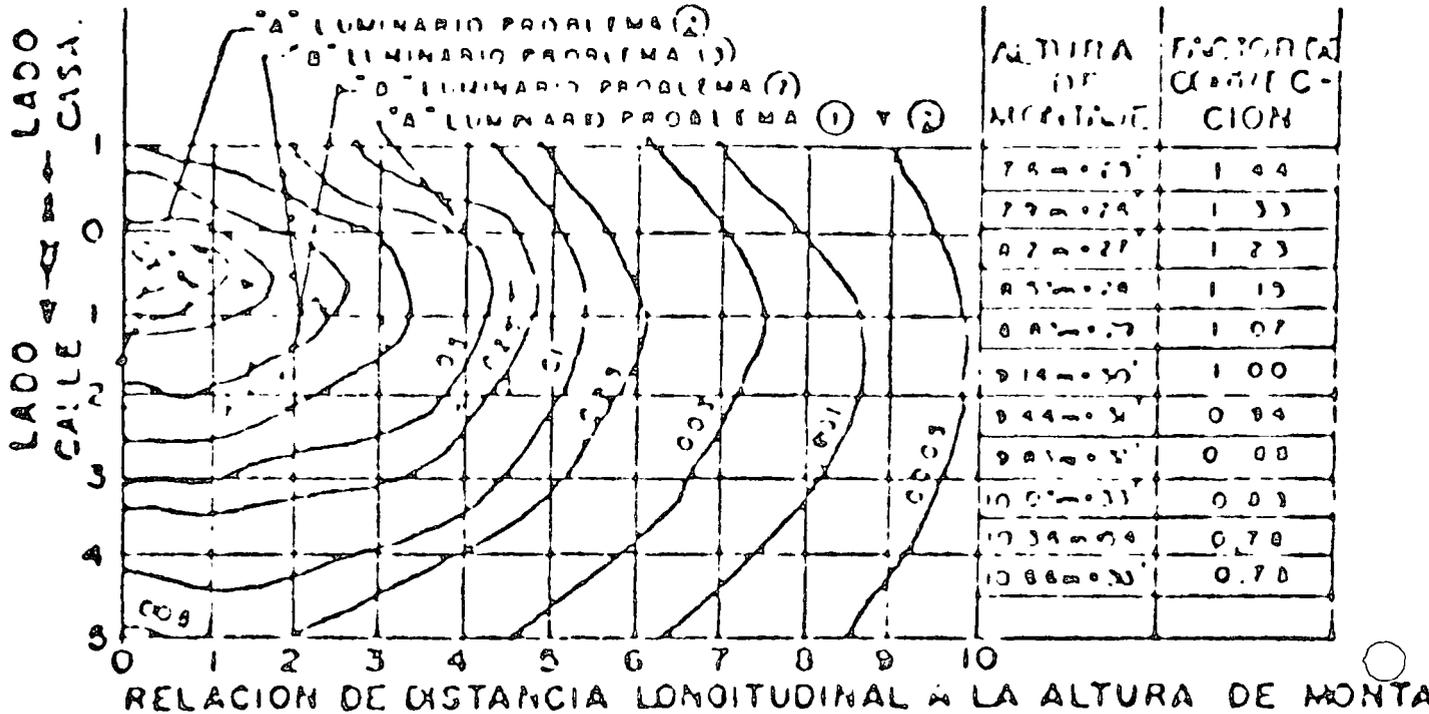


FIG. A. Ejemplo de diagrama de isobujiapie, de bujias-pie horizontales sobre superficie de pavimento para un luminario que proporciona una distribución tipo III. Lámpara de 10,000 lúmenes iniciales, factor de conservación del luminario omitido

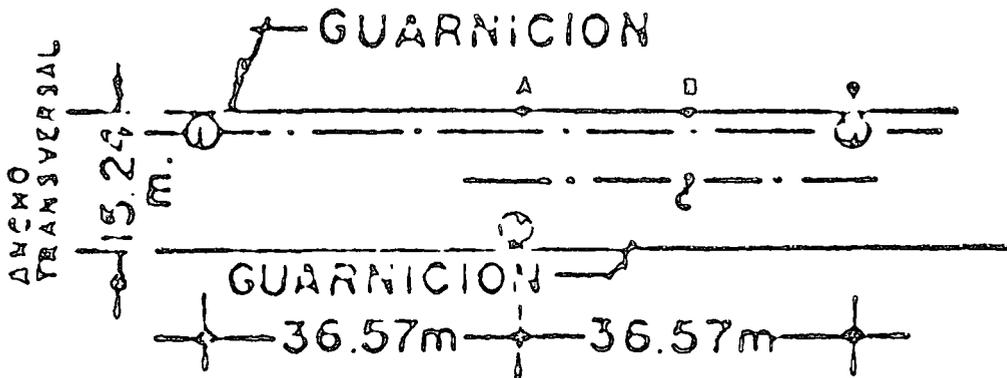


FIG. B. Separación longitudinal en tresbolillo

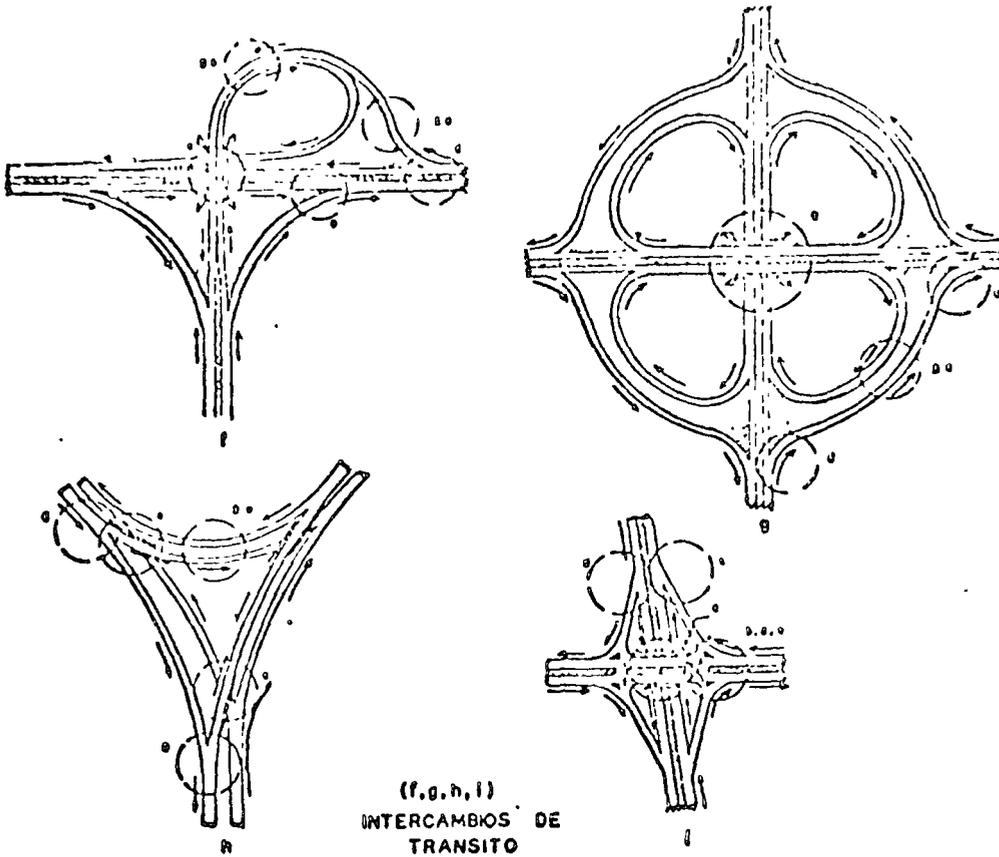
da una uniformidad muy buena (cercana a la 1), una iluminación satisfactoria y más económica será obtenida aumentando la separación y el tamaño de la lámpara. Intervalos uniformes de 1 a 2 y 1 a 2.5 dan un aspecto y funcionamiento excelentes a costo moderado y deberán hacerse esfuerzos por permanecer dentro de este intervalo.

b) Tratamiento de casos especiales en lugares críticos.

Existen determinados lugares en las calzadas de vías públicas que justifican una mejor iluminación que el resto de las mismas

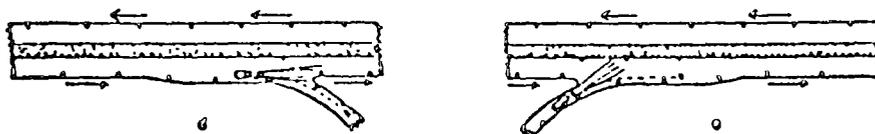
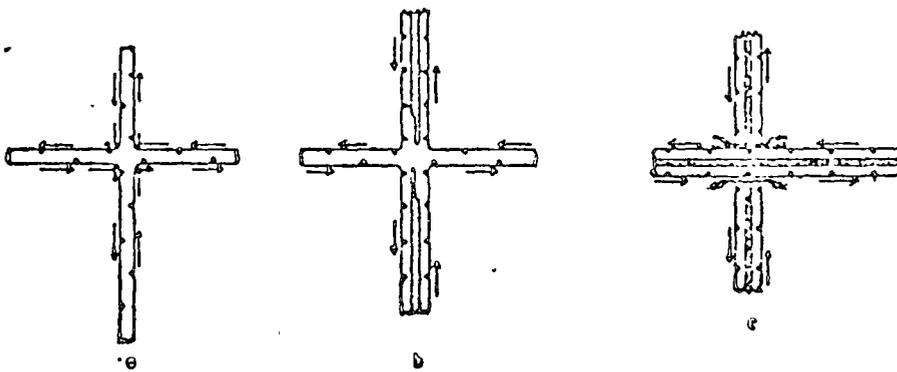
Intersecciones.- Las intersecciones requieren una mayor iluminación debido al incremento del tránsito de vehículos o peatones. Para el promedio de las intersecciones en ángulo recto en diagonal, en "Y", o en "T", en calles urbanas de iluminación deberá ser cuando menos igual a la suma de los valores de iluminación recomendados para las calles -- que forman la intersección. Para intersecciones combinadas, deberá realizarse un estudio detallado del flujo del tránsito tanto de peatones como de vehículos. En todos los casos los luminarios deberán estar localizados de modo que las obstrucciones y los pasos de peatones estén iluminados efectivamente.

En una intersección de carreteras los luminarios deberán estar localizados de modo que las áreas de reflexión de pavimento especular manifiesten óptimamente la totalidad de la calzada, su trazo y marcas del pavimento. Los luminarios así localizados proporcionan percepciones por

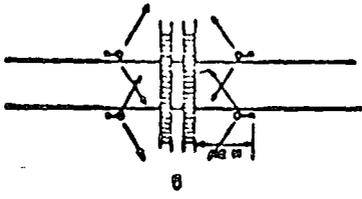
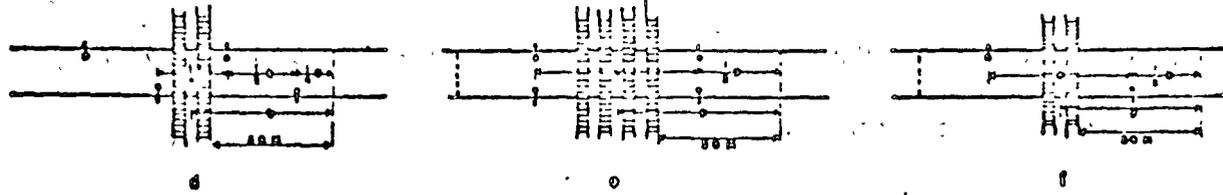
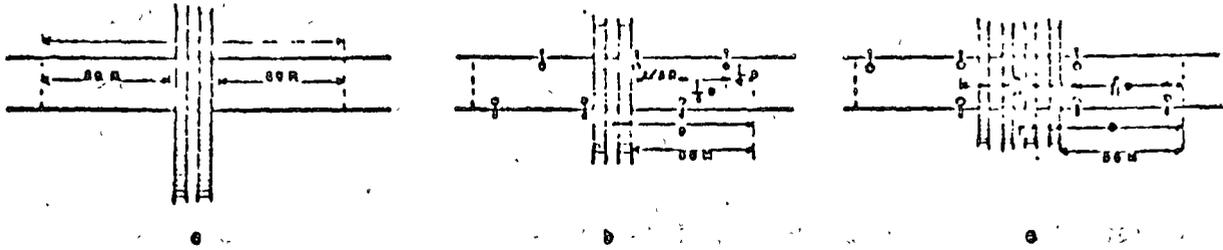


(f, g, h, i)  
INTERCAMBIOS DE  
TRANSITO

Localización de los luminarios en diferentes tipos de intersecciones

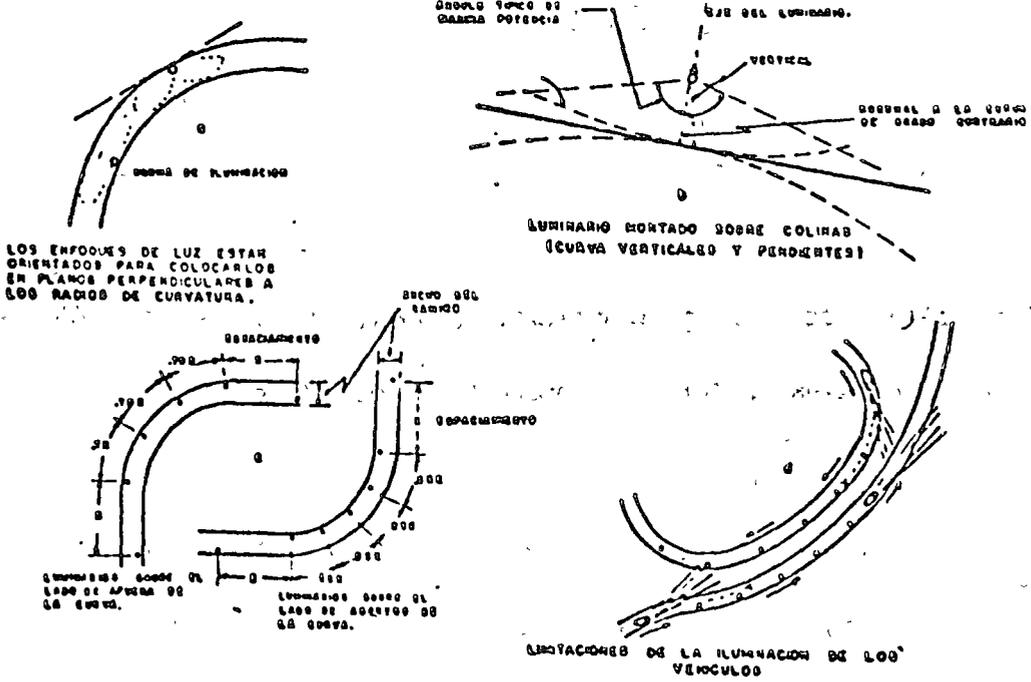


Posición de los luminarios en diferentes tipos de intersecciones  
 a) Grado de intersección que equilibra el tránsito pesado  
 b) Amplitud con grado de intersección más completo  
 c) Pasos superior e inferior  
 d) Divergencia de carriles de tránsito  
 e) Convergencia de carriles de tránsito



- a) - LOS LUMENES NECESARIOS PARA LA ILUMINACION DE ESTA AREA DEPENDEN DEL ANCHO DE VIAL QUE EXISTA.
- b) - LOCALIZACION PERSEGUENTE CON 2 LUMINARIOS.
- c) - LOCALIZACION ALTERNADA CON 2 LUMINARIOS.
- d) - LOCALIZACION PERSEGUENTE CON 4 LUMINARIOS.
- e) - LOCALIZACION ALTERNADA CON 4 LUMINARIOS.
- f) - LOCALIZACION CON 2 LUMINARIOS.
- g) - LOS LUMINARIOS DEBEN SER PARA PROTECCION DEL CONDUCTOR O DE RESERVA DE ALUMBRADO ADICIONAL EN LA PROXIMIDAD DE LA VIA. SE RECOMIENDA SEMEJANTE COLOCACION DE LUMINARIOS.

*Localización de los luminarios en diferentes tipos de via publica*



*Curvas con radios cortos (horizontal)*

silueta de la presencia y movimiento de vehículos y peatones. Los pavimentos mojados hacen disminuir grandemente el ancho de las áreas de reflexión de pavimento y deberá ser considerado en la selección y ubicación de los luminarios.

El Departamento de Carreteras del Estado de Washington, EUA considera que la iluminación de intersecciones de vías rurales está justificada.

1. Cuando se colocan en la intersección barreras físicas para desviar o canalizar las corrientes vehiculares.

2. Cuando hay semáforos en la intersección que funcionan de noche.

3. En los casos en que hay numerosos vehículos que efectúan movimiento de giro en la intersección

4. Cuando las vías están bordeadas por establecimientos que generan estacionamiento y causen la entrada y salida frecuente de vehículos a las vías

5. En los accesos de carreteras a lugares de atracción nocturna tales como: autocines, estadios deportivos, etc., donde haya gran número de vehículos a ciertas horas de la noche.

Cruces de ferrocarril. - Se recomienda que se iluminen con dos unidades colocadas a no más de 23 metros de la vía.

Callejones. - Deben iluminarse con lámparas de 1,000 lúmenes colocadas a 60 metros como mínimo para prevenir delitos nocturnos.



Puentes, Pasos superiores y Viaductos.- Su nivel de iluminación debe ser por lo menos el que se recomienda para calles o carreteras con igual volumen de tránsito. Sus accesos deben recibir atención especial.

Plazas y Rotondas.- Se recomienda que se iluminen a un nivel equivalente al de las calles y carreteras que tengan volúmenes de tránsito similar, pero debe aumentarse su iluminación en un 50% por lo menos, si el movimiento de peatones es apreciable.

Vías elevadas o deprimidas.- Las unidades de iluminación deberán ser localizadas en forma apropiada para identificar las guarniciones divisorias, curvas en las calzadas o cambios en el ancho. Las rampas de entrada y salida requieren mayor iluminación que el resto de la vía.

Pasos inferiores y túneles.- La iluminación en ellos debe ser un 50% mayor que la que se recomienda para vías convencionales con volúmenes de tránsito equivalente. Durante el día sus entradas y salidas deben tener un sistema de alumbrado suplementario para reducir la brusquedad de los cambios de iluminación en los ojos de los conductores.

Curvas y cuestas.- También se recomienda mayor iluminación en estos lugares de más peligro. Las unidades de iluminación deben colocarse en el exterior de las curvas horizontales a fin de que la reflexión de la luz entre la lámpara y los ojos de los conductores se realice sobre el pavimento.

Zonas de estacionamiento.- Las zonas de estacionamiento que van a usar de noche deben estar alumbradas. La intensidad de iluminación que necesita para la circulación de los vehículos es de 0.5 bujías-pie -

(5.4 lux), pero si se encuentra en zonas de alta delincuencia este valor debe duplicarse. Cuando se desea iluminarias por motivos publicitarios se han usado niveles de iluminación hasta de 5 y 10 bujías-pie (54 a 108 lux).

Medida de la iluminación en calles.- La medición exacta de la iluminación de calles con alumbrado público involucra dos problemas básicos. El primero es debido a los niveles relativamente bajos de iluminación en interiores para los cuales se proyectan los medidores. De aquí que haya que limitar la selección de medidores a aquéllos que tengan una exactitud satisfactoria en los intervalos de iluminación vial (usualmente - del orden de 0.02 a 2.0 bujías-pie) y realizar las medidas con gran cuidado para que los errores sean mínimos. El segundo es debido a que en la mayoría de las localidades la luz cae en gran ángulo de incidentes - con respecto a la superficie de la calle. Es esencial que las placas empleadas en las pruebas sean del tipo de coseno corregido y que estén ni veladas exactamente para cada lectura.

Una tercera fuente de dificultad existe donde las calles estén iluminadas con lámparas de mercurio o sodio debido al color de la luz. Si es usado un tipo de medidor de lectura directa deberá ser de color corregido o los valores de las escalas deberán ser multiplicados por una cons tante apropiada al medidor y lámpara utilizados. Si es empleada fotometría visual, el fotometrista deberá ser experimentado en el uso del fotómetro.

Se deberá tener precaución cuando sean digujadas las conclusiones de cualquier prueba de campo realizada.

## B I B L O G R A F I A

- 1.- AMERICAN STANDARD PRACTICE FOR ROADWAY LIGHTING -  
(nov 1963) - Illuminating Engineering Society, New York, N.Y.
- 2.- IES LIGHTING FUNDAMENTAL COURSE  
Ed. 1961 - Prepared by the Committee on Lighting Education of  
the Illuminating Engineering Society
- 3.- STREET AND HIGHWAY LIGHTING  
Traning Pulbications - Stock 3065 R. Date 2-64 (Revised) - -  
The Traffic Institute - Northwestern University - Evanston,  
Illinois
- 4.- DATA ON LUMINAIRE PERFORMANCE AND COMPUTIONS FOR  
STREET AND HIGHWAYS LIGHTING  
Training Publications Stock 3065 R. (A) Date 2-64 - The Traffic  
Institute - Northwestern University
- 5.- HIGHWAY DESIGN AND CONSTRUCTION  
3ra. Ed. 1959 - Arthur G. Bruce and John Clarkeson
- 6.- MANUAL DE INGENIERIA DE TRANSITO  
Ed. 1964 - Ing. Guido Radelat Egues - The Reuben Donnelly  
Corporation - Chicago, Illinois
- 7.- TRAFFIC ENGINEERING HANDBOOK  
3ra. Ed. 1965 - Institute of Traffic Engineerings - Washington,  
D.C.
- 8.- INGENIERIA DE TRANSITO  
I.C.I.T. Rafael Cal y Mayor - 2a. Ed. 1966 - Sección Editorial  
de la Facultad de Ingeniería, UNAM - México, D.F.

9.- NORMA OFICIAL DE NOMENCLATURA Y SIMBOLOGIA DE LAS UNIDADES DE MEDIDA

DGN-Z-1-1967 (Secretaría de Industria y Comercio) - Publicada en el Diario Oficial del jueves 23 de mayo de 1957.

10.- MANUAL DE LUMINOTECNIA (Traducción)

Ed. 1965 - Westinghouse Electric Corporation - Editado por Prensa Universitaria Argentina - Buenos Aires



DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ESTUDIOS DE TRANSITO ( DEL 26  
DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1974 )

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
1. ING. MARIO ANDRADE HERNANDEZ ' Ahuehuetes No. 33 Col. Aguilas San Angel México 20, D. F. Tel: 5-93-15-80	DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDE RAL Av. Chapultepec No. 104-4o. Piso México, D. F. Tel: 5-11-52-94
2. ING. LUIS FRANCISCO BALCAZAR Presa Pabellón 31-B Col. Irrigación México 10, D. F. Tel: 5-57-36-61	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Dr. Barragán 779-4o. Piso Col. Narvarte México 12, D. F. Tel: 5-90-35-03
3. ING. LUIS BARBA CALVILLO Privada de Ignacio Pérez No.10 Querétaro, Qro. Tel: 2-60-52	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Dr. Barragán No. 779 México, D. F. Tel: 5-90-26-92
4. ING. BERNARDO FLORES SALAZAR Romero de Terreros No. 1310-101 Col. del Valle México 12, D. F.	CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS, S.C. Baja California No. 272 Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-64-67-48
5. ING. NOE GARCIA RIOJAS 14 y 15 Berriozabal No. 314 Cd. Victoria, Tamaulipas	COMISION DE INGENIERIA DE TRANSI- TO ( SOP ) Carretera 85 Km. 228 + 500 Centro SOP Tamaulipas Tel: 2-08-73
6. ING. JESUS GARNICA GOMEZ Sur 67-A No. 137 Col. Prado México 13, D. F. Tel: 5-39-20-88	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Dr. Barragán 779 - 4o. Piso Col. Narvarte México 12, D. F. Tel: 5-90-34-14
7. ING. JAIME GARZA DE LA GARZA Niño Perdido No. 879-308 México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México, D. F. Tel: 5-30-10-20



DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ESTUDIOS DE TRANSITO ( DEL 26 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1974 )

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
8. ING. MARIO GONZALEZ GARCIA Zamora No. 4 Col. Maravillas Cuernavaca, Mor. Tel: 3-35-49	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Km. 1 + 000 Carretera Cuernavaca, Tepoztlán Tel: 3-31-35
9. ING. RAMON GONZALEZ HERNANDEZ Col. 6 - J-988 Nueva Rosita, Coah. Tel: 4-20-37	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Puebla y Morelos Tepic, Nayarit Tel: 2-20-94
10. SR. RAMON GUZMAN ARROYO México, D. F.	CAMINOS Y FUENTES FEDERALES DE INGRESOS, S.C. Baja California 272 Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-64-50-33 Ext. 134
11. SR. JOSE CRUZ HERNANDEZ 1-B- No. 25 Col. Matamoros Morelia, Michoacan Tel: 2-71-06	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Km. 5 Carretera Gto. Juventino Rosas Tel: 2-02-81
12. ING. JESUS HERRERA ROBLES Acuario No. 19 México, D. F. Tel: 5-81-07-47	FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM Ciudad Universitaria México 20, D. F. Tel: 5-48-57-65
13. ING. UBALDO LOZANO MEDINA Fresnos No. 238 México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Dr. Barragán 779-4o. Piso México, D. F. Tel: 5-90-34-14
14. SR. RAFAEL MAGALLANES VEGA Juan de Dios Corzo 609 Guascalientes, Ags.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Dr. Barragán 779-4o. Piso México, D. F.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ESTUDIOS DE TRANSITO ( DEL 26  
DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1974 )

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
15. ING. HUMBERTO MARTINEZ SOTO Unidad Candelaria de los Patos Manzana IV Edif. "A" Depto. 1 México, D. F.	SECRETARIA DE MARINA Juárez No. 134-501 México, D. F. Tel: 5-35-28-95
16. ING. JORGE MARIO MUHLIA MELO Carmen Serdan 322 México, D. F. Tel: 5-06-30	
17. ING. GONZALO DE JESUS NEGROE PEREZ Belem No. 85-214 Observatorio México, D. F. Tel: 5-15-39-53	INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM Ciudad Universitaria México 20, D. F. Tel: 5-50-03-88
18. ING. FIDEL NUÑEZ LEON Concepción Beistigui 2103-1016 México, D. F. Tel: 5-79-15-46	CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS, S.C. Baja California 272-7o. Piso Col. Condesa México, D. F. Tel: 5-64-67-48
19. SR. JORGE ARTURO RAMIREZ ALVAREZ Oriente 61 No. 214 Col. Iztaccihuatl México 13, D. F. Tel: 5-79-13-03	
20. SR. HECTOR RANGEL PINEDA Xochicalco 270 Narvarte México, D. F. Tel: 5-23-05-56	CROUSE-HIND DOMEX Calzada del Moral 277 Ixtapalapa México, D. F. Tel: 5-82-33-00
21. ING. OSCAR REYES ROBLES Lazaro Cardenas 610 Col. Cumbres Monterrey, N. L.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Aldana y Humbolt Monterrey, N. L. Tel: 44-27-65

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE ESTUDIOS DE TRANSITO ( DEL 26  
DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1974 )

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
22. ING. ILDEFONSO SANCHEZ ESPINOSA Carpio 132-2 México 4, D. F. Tel: 5-41-21-08	CONSERVACION OBRAS VIALES D.D.F. Oficinas del Metro Normal - 2o.Piso México, D. F. Tel: 5-92-31-69
23. SR. BERNARDINO SILVA DE LA CRUZ Cantón No. 5 Col. R. Rubio México, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola y Av. Universidad México, D. F. Tel: 5-90-35-25
24. ING. JORGE SUAREZ RUELAS Edificio 79-B-201 U. Lindavista Vallejo México, D. F. Tel: 5-87-56-08	COMISION DE INGENIERIA DE TRANSITO ( S.O.P. ) Dr. Barragán 779-4o. Piso México, D. F. Tel: 5-90-35-25
25. SR. GERARDO JAVIER TAVARES BRIONES Angel Urraza No. 276-3 Col. Vertiz Narvarte México, D. F. Tel: 5-39-38-16	INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM Ciudad Universitaria México 20, D. F. Tel: 5-50-03-88
26. ING. GENARO TOLOSA ZAMORA Progreso 56 Col. Bravo Culiacán, Sin. Tel: 2-79-11	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Dr. Barragán No. 779-4o. Piso México, D. F. Tel: 5-90-26-92
27. SR. JOSE URBINA CRUZ Geografos 23 Cd. Satélite Edo. de México Tel: 5-62-60-08	ESCUELA CONTINENTAL Av. Cuauhtémoc 689 Col. Narvarte México, D. F. Tel: 5-43-42-64

