1. ANTECEDENTES

La forma de las ciudades que originaron la zona metropolitana de Monterrey corresponde al patrón de muchas ciudades antiguas de México, fundadas durante la época colonial, cuya estructura urbana es característica y concordante, en su tiempo, a sus necesidades.

En ellas predominaban las calles angostas, los paramentos hasta el límite de propiedad y las banquetas irregulares. La gente no tenía qué caminar largas distancias en el movimiento citadino; pues en una área reducida se contaba con todos los servicios necesarios. Las edificaciones se hacían de una o dos plantas y los terrenos de la mayoría de los propietarios eran pequeños. La densidad de población era relativamente baja.

Con el crecimiento característico del siglo XX, las condiciones se han modificado mucho por varias razones, tales como: el aumento de la población, las mayores distancias de recorrido, la necesidad de alcanzar mayor rapidez en el movimiento diario y, sobre todo, la creciente invasión de los vehículos de motor. Con ello, las actividades humanas incrementaron el número de viajes, los centros atractores y generadores se hicieron mucho más grandes, especialmente los Centros Comerciales. Estos han crecido en forma exponencial y han originado que en las horas de máxima demanda la vialidad se sature, provocando congestionamientos, aumento de accidentes y deterioro del medio ambiente.

Por estas consideraciones, decidí realizar esta investigación como tema de tesis de grado, con el apoyo del Departamento de Estudios de Ingeniería de Tránsito del Instituto de Ingeniería Civil.

Se pretende determinar el número de viajes que los usuarios realizan a los Centros Comerciales y desarrollar un método para evaluar el impacto vial, que esto genera a fin de implantar las mejoras necesarias (operativas y/o geométricas) para obtener fluidez, seguridad, economía y comodidad en el movimiento de tránsito; todo para mejorar la calidad de vida de los usuarios.

2. INTRODUCCIÓN

El "Arte" de la investigación científica se tiene que aprender investigando, preferiblemente, bajo la dirección de un investigador experimentado. Sólo una larga y laboriosa práctica puede enseñar los muchos modos o maneras de arrancar a la naturaleza sus secretos.

Un buen punto de partida para el que desee investigar es el aprendizaje de métodos de investigación decantados de la experiencia de los investigadores.

Aquí se presenta el resultado de un esfuerzo para formular principios concernientes a cierta generación de viajes, tema aplicable en la ingeniería vial.

Este esfuerzo se basa principalmente en la experiencia de los investigadores externos o adscritos a la U. A. N. L. El trabajo que se ha realizado está muy lejos de haberse terminado; pues siempre es posible profundizar más y constantemente surgen razones para hacer cambios o adiciones a lo que se ha hecho; sin embargo, se puede confiar en que estos frutos de la investigación se irán nutriendo con otras ideas aportadas por investigadores que posibilitarán el enmendar muchas fallas.

Hasta ahora se ha hablado principalmente de investigación, que nos propiciará el aportar algunas pautas concernientes a la ingeniería de tránsito, con parámetros más identificados con los requerimientos de nuestro país.

3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

A) HIPOTESIS.

Al proyectarse un centro comercial que afectará a una vialidad dentro de la zona urbana, mientras mayor sea el área de construcción del centro, mayor será el numero de viajes generados y atraídos al mismo y por lo tanto provocará una variación en los niveles de servicio en que operarán las vías.

B) OBJETIVOS.

- El más importante logro de esta tesis sería el de mejorar el nivel de vida de la comunidad y el medio ambiente que la rodea.

- También determinar la relación existente entre el área donde se construyen centros comerciales y el número de viajes atraídos hacia los mismos.

- Además, cuantifical y calificar el impacto ambiental subsecuente a la creación de los centros comerciales.

- Proponer paliativos, remedios o soluciones a los problemas viales generados por el funcionamiento de los Centros Comerciales en sus áreas de influencia

4. CONCEPTOS BÁSICOS

Para conocer la función que corresponde al tránsito en el proyecto y operación de un buen sistema vial, es necesario saber qué hace el tránsito, a dónde va, y qué problemas suelen presentarse cuando se incrementa el flujo vehicular y cuáles son los propósitos principales de los viajes.

Principales aplicaciones del estudio:

1.- Conocer la demanda que existe dentro de la ciudad, para usar, en mayor o menor grado, ciertas calles.

2.- Determinar la ubicación óptima de uno o varios pasos a través de una "barrera natural", como puede ser un río.

3.- Fijar rutas a través de la ciudad, para desviar el movimiento de turistas y de vehículos pesados, optimizando el funcionamiento urbano,.

4.- Etc.

Estos estudios se llevan a cabo en pequeñas porciones de terreno llamadas zonas, que varían en tamaño; desde el de una manzana, en áreas centrales de población; hasta de varios kilómetros cuadrados, en áreas periféricas.

El estudio de las actividades urbanas se basa en lo siguiente:

1.- Estimaciones de población urbana total y de los empleos de los habitantes.

2.- Comportamiento de la localización de la persona y los negocios.

3.- Políticas:

* Uso del suelo
* Transporte
* Drenaje
* Zonificación
* Vialidad, etc.

Los estudios serán el inicio para la siguiente fase del proceso que es la generación de viajes.

¿ De dónde vienen los viajes atraídos por cada zona ?, ¿ A dónde van los viajes producidos ?, ¿ Cuáles son los volúmenes de viaje de zona a zona ?.

Las decisiones que manejan los modelos de distribución están en función de la atractibilidad y de la accesibilidad de cada zona; es decir, una persona tiene más probabilidad de viajar a una zona cercana de alta actividad que a otra, lejana, con baja actividad.

La información que se compiló está íntimamente relacionada con las necesidades básicas del área metropolitana de Monterrey.

LOCALIZACIÓN GENERAL

NUMERO	TIENDA
1	Gigante "Santo Domingo"
2	Soriana "Santo Domingo"
3	Soriana "San Nicolas"
4	Gigante "Anáhuac"
5	Gigante "Universidad"
6	Soriana "Felix U. Gómez"
7	Gigante "Felix Galván"
8	Gigante "Ruiz Cortínes"
9	Soriana "Linda Vista"
10	Gigante "Linda Vista"
11	Gigante "Guadalupe"
12	Wal Mart "Las Brisas"

Tabla No. 3. Localización de los Centros Comerciales analizados.

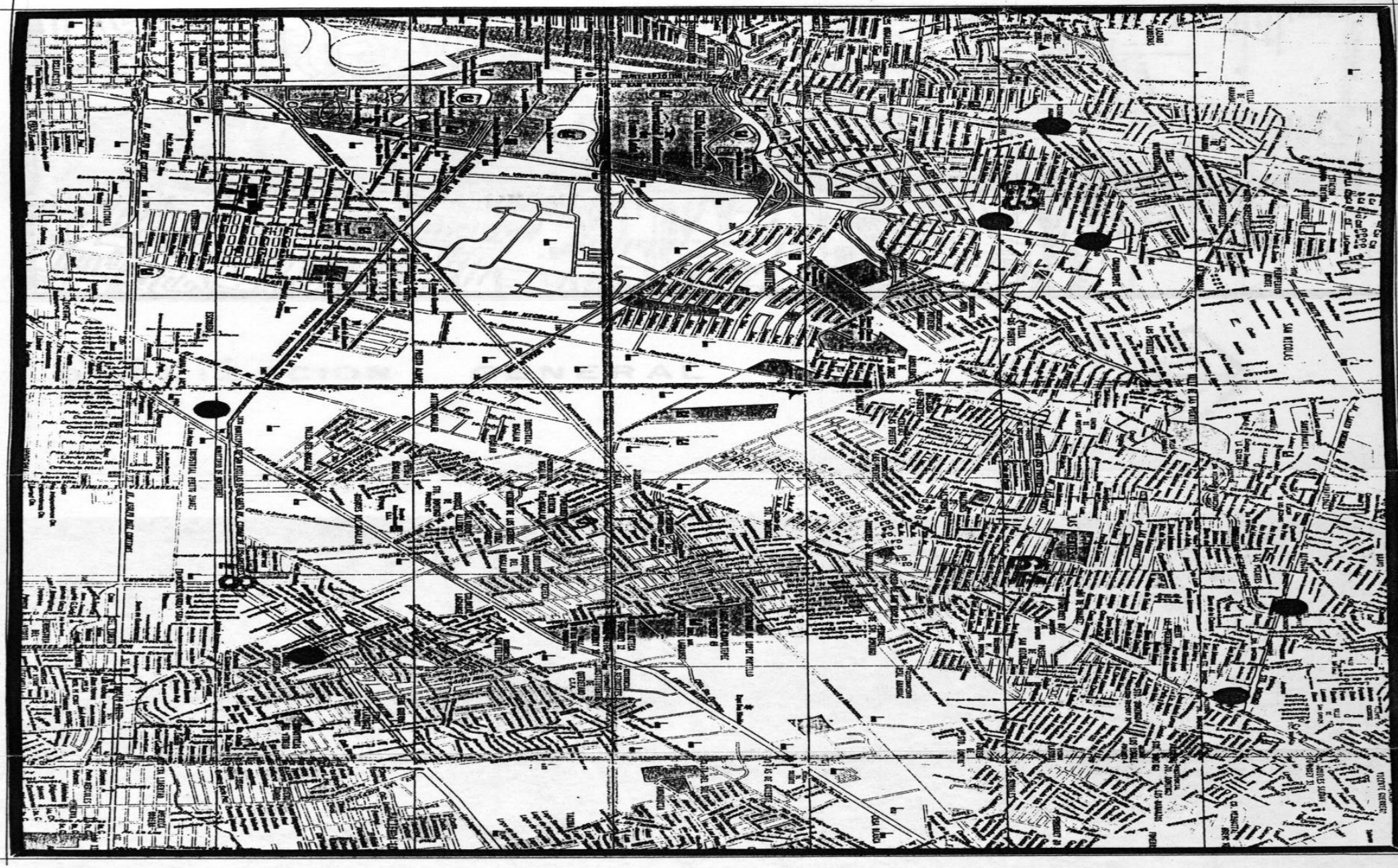


FIGURA I

LOCALIZACION GENERAL

Zona I

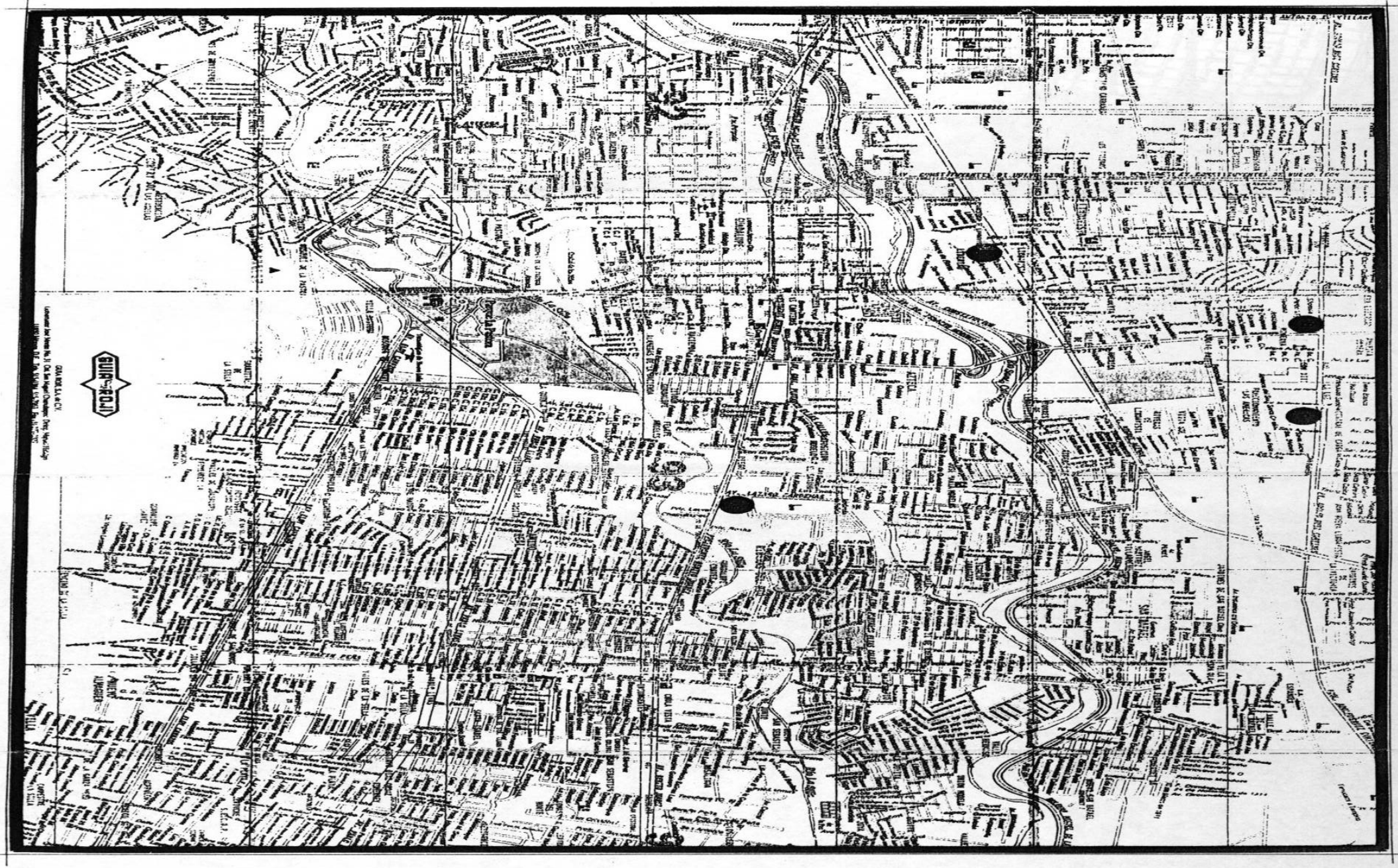


FIGURA 2

LOCALIZACION GENERAL

Zona 2

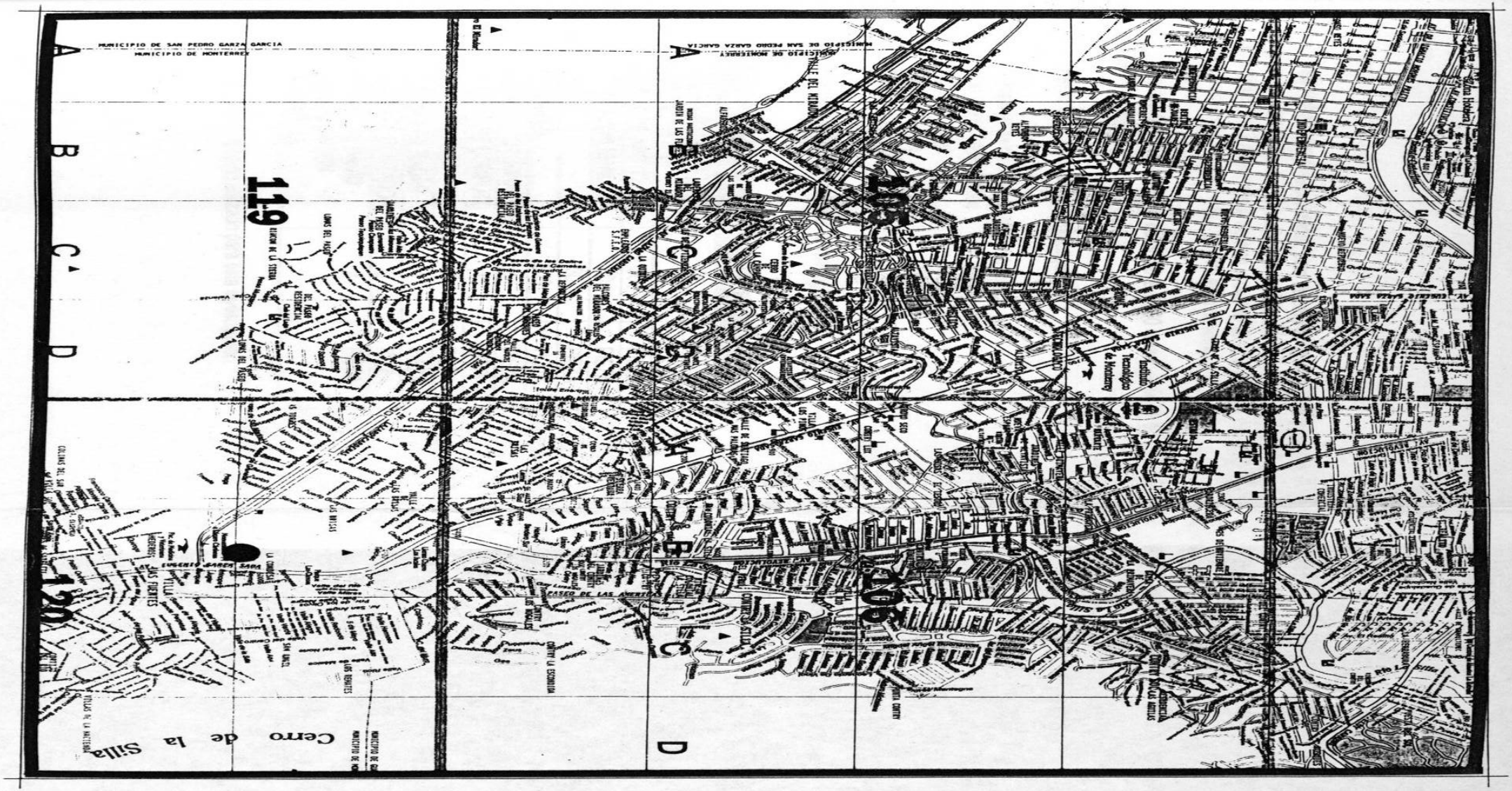


FIGURA 3

LOCALIZACION GENERAL

Zona 3

Se realizó una visita preliminar, para determinar las entradas y salidas en los estacionamientos. Así mismo, se entrevistó a los gerente de los centros comerciales, para determinar la hora en la cual se tiene la máxima afluencia de clientes en un día de la semana y durante el fin de semana.

Se eligieron los horarios: de 18:00 a 20:00 horas, y de 12:00 a 14:00 horas, respectivamente.

Personal idóneo para esta investigación

* Dos ingenieros con maestría en tránsito
* Un responsable técnico
* Un arquitecto
* Un capturista
* 20 aforadores

Equipo con el que se realizó la investigación:

EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
VEHíCULO DE MOTOR	2	PIEZA
CRONÓMETRO	5	PIEZA
TABLA DE APOYO	30	PIEZA
CONTADOR MANUAL	30	PIEZA
LÁPIZ	30	PIEZA
FORMATO	500	HOJA
CÁMARA FOTOGRÁFICA	1	PIEZA
EQUIPO DE COMPUTO	1	LOTE
CINTA MÉTRICA	1	PIEZA
PISTOLA DE RADAR	1	PIEZA
APARATO CONTADOR	2	PIEZA
EQUIPO DE RADIO - COMUNICACIÓN (PORTÁTIL)	3	PIEZA

Tabla No. 4. Equipo utilizado para esta investigación.

Programación de los aforos:

FECHA	TIENDA	HORA
MIÉRCOLES 28 DE SEPTIEMBRE	SORIANA SAN NICOLAS GIGANTE UNIVERSIDAD GIGANTE ANÁHUAC	18:00 A 20:00 HRS
JUEVES 29 DE SEPTIEMBRE	SORIANA STO. DOMINGO SORIANA FELIX U. GÓMEZ GIGANTE STO. DOMINGO	18:00 A 20:00 HRS
VIERNES 30 DE SEPTIEMBRE	SORIANA LINDA VISTA GIGANTE RUIZ CORTÍNES GIGANTE LINDA VISTA GIGANTE GUADALUPE GIGANTE FÉLIX GALVÁN	18:00 A 20:00 HRS
SÁBADO 1 DE OCTUBRE	SORIANA FÉLIX U. GÓMEZ SORIANA SAN NICOLAS SORIANA STO. DOMINGO GIGANTE STO. DOMINGO GIGANTE ANÁHUAC GIGANTE UNIVERSIDAD	12:00 A 14:00 HRS
DOMINGO 2 DE OCTUBRE	SORIANA LINDA VISTA GIGANTE LINDA VISTA GIGANTE GUADALUPE GIGANTE FÉLIX GALVÁN GIGANTE RUIZ CORTÍNES	12:00 A 14:00 HRS
MARTES 4 DE OCTUBRE	WAL MART	18:00 A 20:00 HRS
SÁBADO 8 DE OCTUBRE	WAL MART	12:00 A 14:00 HRS

Tabla No. 5. Programación de los aforos.

Se realizaron mediciones en cada uno de los centros comerciales para la determinación del área construida.

Una vez recabada la información de campo, se realizó el procesamiento de los datos con los Softwares "Harvard Graphics", "Lotus" y "Word de MicroSoft". Para calcular la correlación se recurrió al método de regresión lineal ajustando los datos a la recta más apropiada a la distribución que presentaba.

6. IMPORTANCIA DEL CÁLCULO DEL IMPACTO VIAL POR LOS CENTROS COMERCIALES

El estudio de tránsito en un factor básico para la planeación de más o mejor vialidad, ya que el objetivo esencial de ésta es el de proporcionar buenas condiciones operativas para el eficaz movimiento del tránsito vehicular; por consiguiente, en todos los proyectos de nuevos centros atractores o generadores de viajes, el estudio del tránsito debe tener una participación importante en la planeación integral.

La primera condición para abordar técnicamente un problema es su conocimiento objetivo, teniendo el análisis de la situación existente, se podrán tener los criterios para solucionar adecuadamente el problema analizado.

Los centros atractores pueden ser: oficinas, centros comerciales, cines, restaurantes, hoteles, gasolineras, etc. El comportamiento del tránsito vehicular en cada uno de ellos, reviste características totalmente diferentes; pero podemos asegurar que los centros de mayor atractibilidad son los centros comerciales. Por ello se tiene que evaluar el impacto vial que tendrán las avenidas e intersecciones que convergen o están cerca de la influencia de los mismos. Al no evaluar el aumento vehicular que se generará por la puesta en operación de nuevos centros atractores, tendremos como consecuencia: congestionamientos, pérdidas en horas-hombre, accidentes, mayor contaminación, falta de estacionamientos, conflictos peatonales y, por lo tanto, disminución en la calidad de vida de las personas que ahí vivan.

Determinar el impacto vial, con la cuantificación del incremento del tránsito vehicular, nos proporcionará una información muy útil para plantear las soluciones que más beneficien al movimiento vehícular, que podrá realizarse rápido, segura y cómodamente.

Las propuestas de solución pueden ser de inversiones grandes, como la ampliación de avenidas y/o la creación de intersecciones de dos o más niveles o de inversiones de bajo costo, como la colocación de señalamiento vertical u horizontal, la optimización de los tiempos de las fases de un sistema semaforizado, o el mejoramiento de los radios de curvatura, etc.

Los recursos invertidos en las propuestas dependerán, en gran medida, de la magnitud del problema y redundaran en ahorros cuantiosos.

7. DETERMINACIÓN DE LAS GRÁFICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS VIAJES POR LOS CENTROS COMERCIALES.

7.1 RELACIÓN ÁREA / VIAJES

Se determina, en primera instancia, que podría existir una relación muy estrecha entre la generación de viajes y el área construida de un centro comercial, ya que se ha observado que entre más grande es el área construida, mayor atracción ejerce entre los usuarios y, por lo tanto, se da mayor cantidad de viajes. En tal virtud, se elaboró un procedimiento para determinar el número de viajes generados hacia los centros comerciales en estudio, y el área de construcción respectiva.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la información observada en el campo.

Se efectuaron muestras de doce centros comerciales escogidos aleatoriamente. En cada uno de ellos se recabó información de :

* Volúmenes de tránsito vehicular
* Número y distribución de accesos
* Área construida
* Reparto por sentido

Los datos del tránsito fueron tomados en las horas de máxima demanda, tanto entre semana como en fin de semana, con la finalidad de proporcionar información de esos dos períodos, ya que el comportamiento del tránsito vehícular varía en cada uno de ellos.

7.2.- Información de campo

CENTRO COMERCIAL	ÁREA EN m^2	UN DÍA ENTRE SEMANA	UN DÍA EN FIN DE SEMANA VEH./HR.
SORIANA LINDA VISTA	23134	505	553
SORIANA SANTO DOMINGO	20440	587	629
GIGANTE FELIX GALVÁN	17920	535	377
SORIANA UNIVERSIDAD	16512	683	808
SORIANA FELIX U. GOMEZ	12740	521	578
GIGANTE RUIZ CORTÍNES	11960	412	303
GIGANTE GUADALUPE	10800	427	393
GIGANTE UNIVERSIDAD	10724	512	677
GIGANTE ANÁHUAC	9620	472	534
GIGANTE SANTO DOMINGO	9620	605	623
GIGANTE LINDA VISTA	8800	469	270
WALL MART BRISAS	15170	610	874

Tabla No. 6 Área y volúmenes vehiculares en los Centros Comerciales

Figura No. 4 Área y Volúmenes Vehiculares (En un día entre Semana)

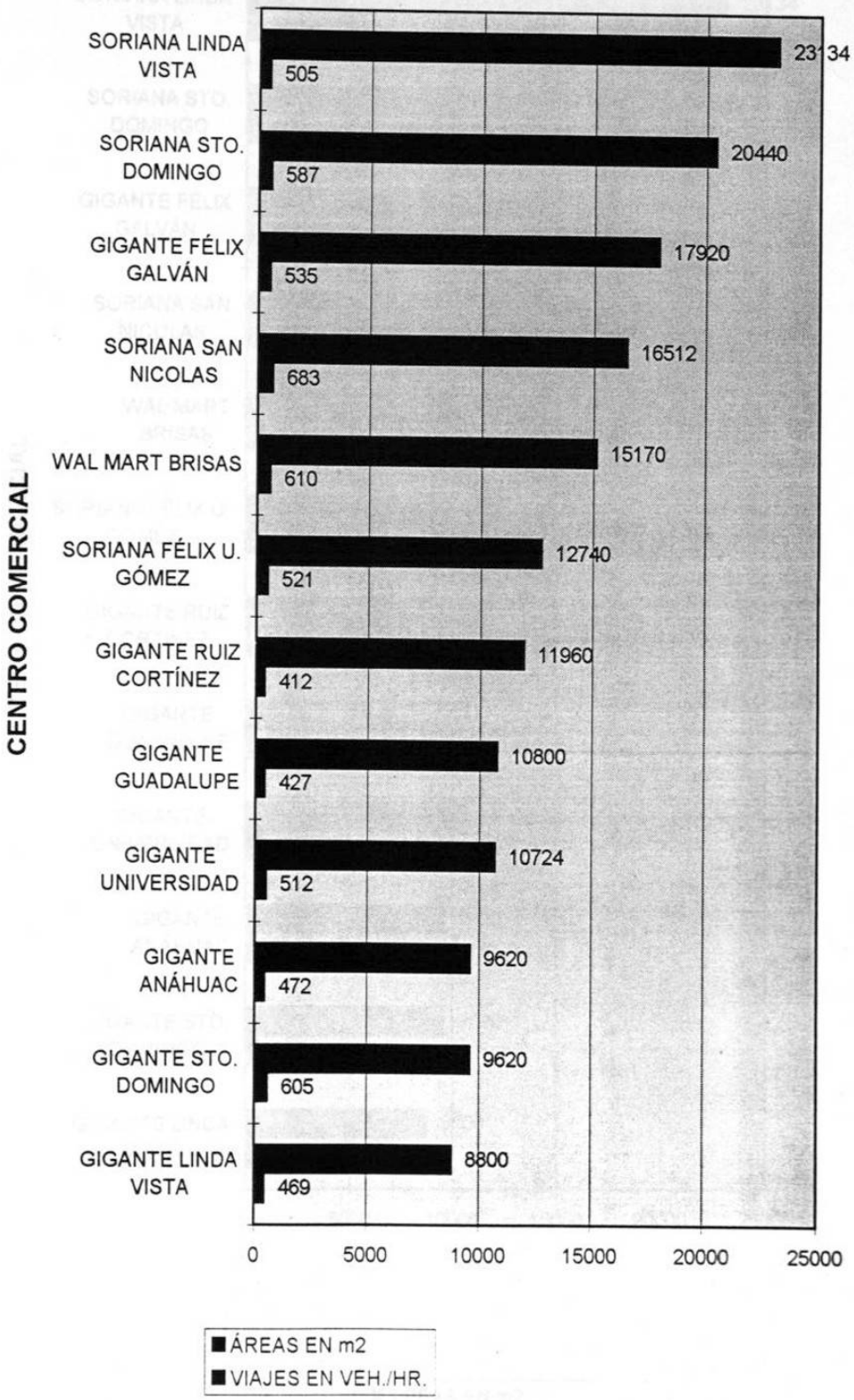


Figura No. 5 Área y Volúmenes Vehiculares (En un fin de Semana)

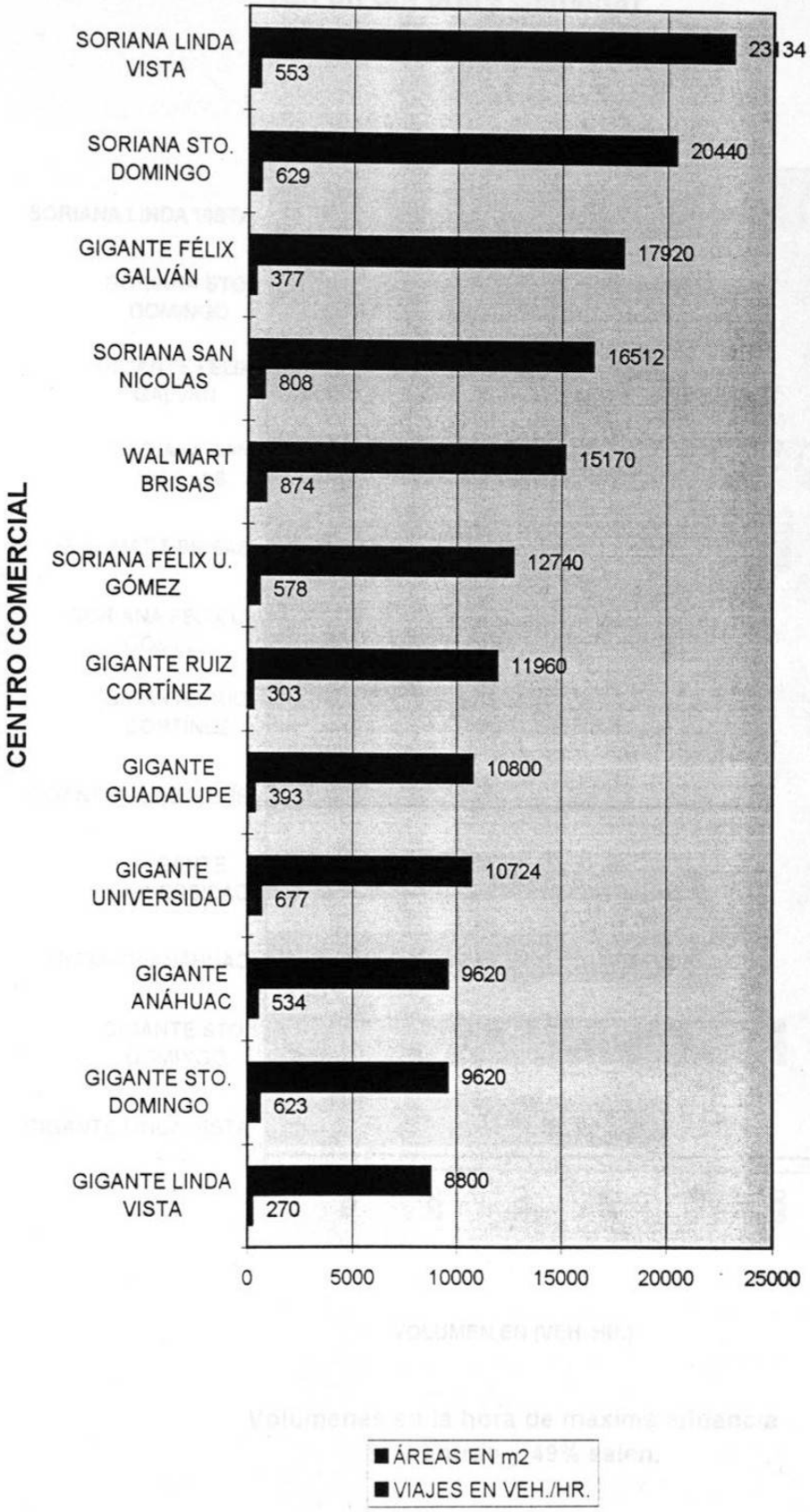
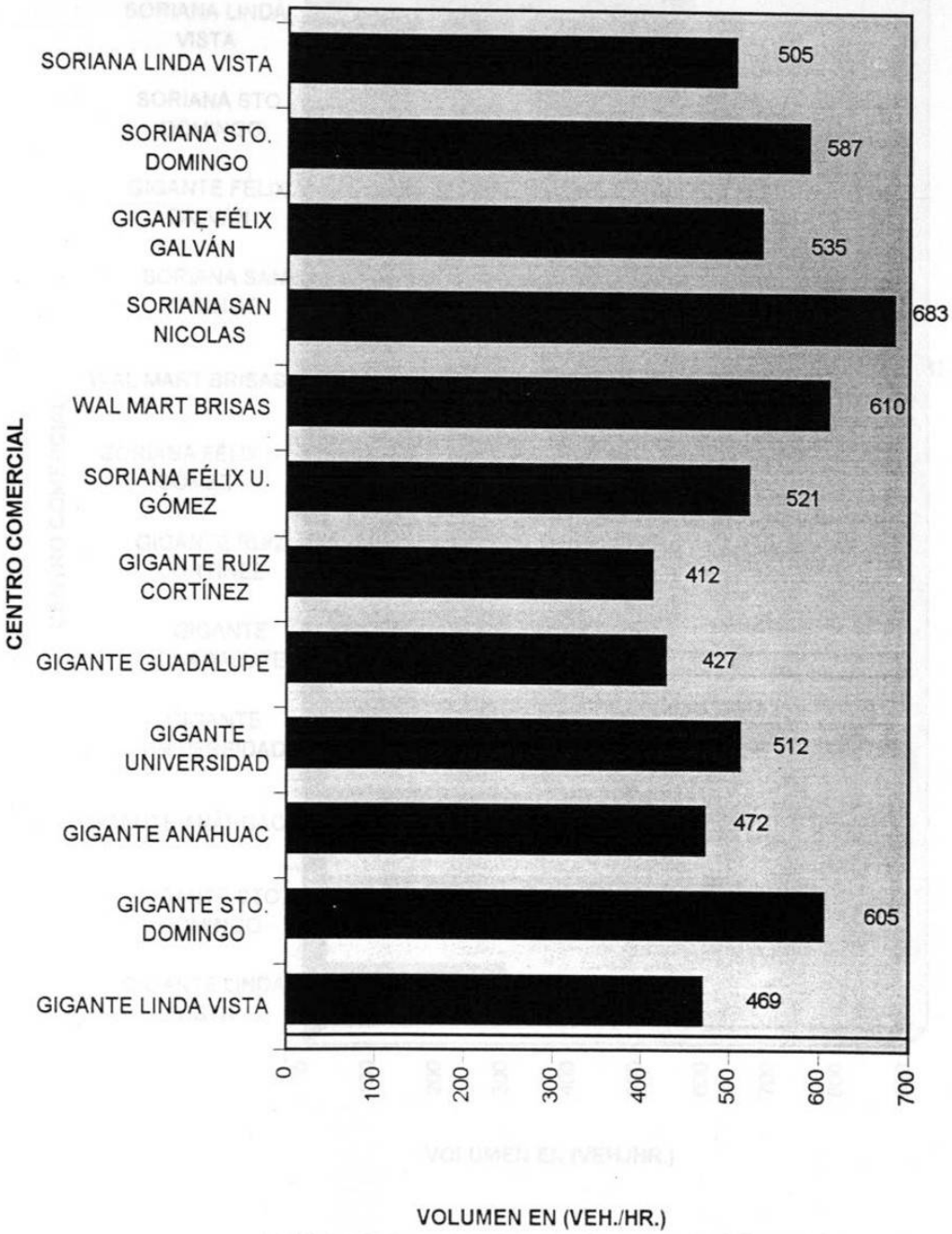
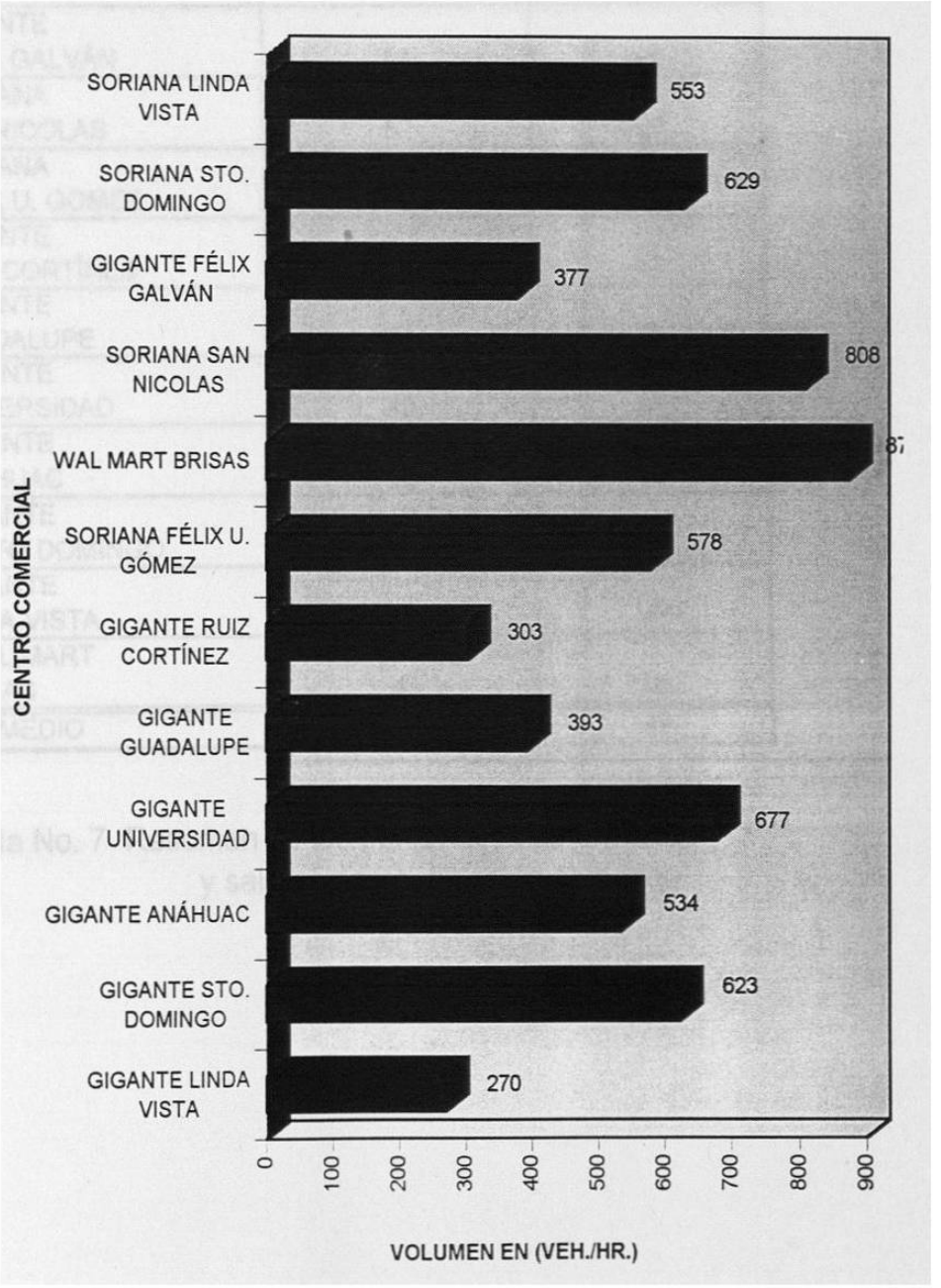


Figura No. 6 Volumen Vehicular en los Accesos a los Centros Comerciales (En un día entre Semana)



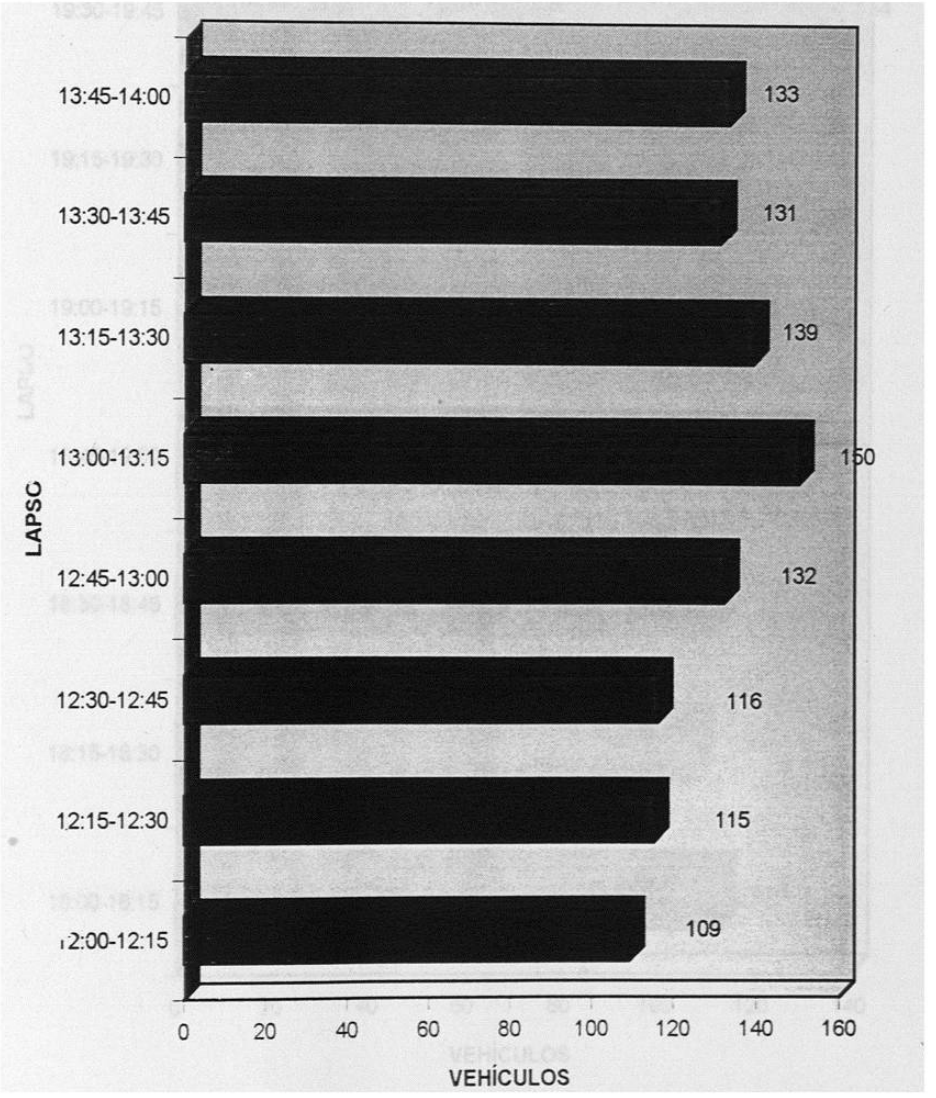
Volúmenes en la hora de máxima afluencia 51% entran y 49% salen.

Figura No. 7 Volumen Vehicular en los Accesos a los Centros Comerciales (En un fin de Semana).



Volúmenes en las horas de máxima afluencia 49% entran y 51% salen.

Figura No. 8 Volumen Vehicular
Accesos al Centro Comercial
Soriana Linda Vista



CENTRO COMERCIAL	% DE ENTRADAS	% DE SALIDAS
SORIANA LINDA VISTA	49	51
SORIANA SANTO DOMINGO	48	52
GIGANTE FÉLIX GALVÁN	50	50
SORIANA SAN NICOLAS	50	50
SORIANA FÉLIX U. GÓMEZ	48	52
GIGANTE RUIZ CORTÍNES	54	46
GIGANTE GUADALUPE	52	48
GIGANTE UNIVERSIDAD	52	48
GIGANTE ANÁHUAC	50	50
GIGANTE SANTO DOMINGO	47	53
GIGANTE LINDA VISTA	50	50
WALL MART BRISAS	34	66
PROMEDIO	49	51

Tabla No. 8 Resumen de los porcentajes de entradas y salidas en fin de semana.

Figura No. 9 Volumen Vehicular Accesos al Centro Comercial Soriana Linda Vista

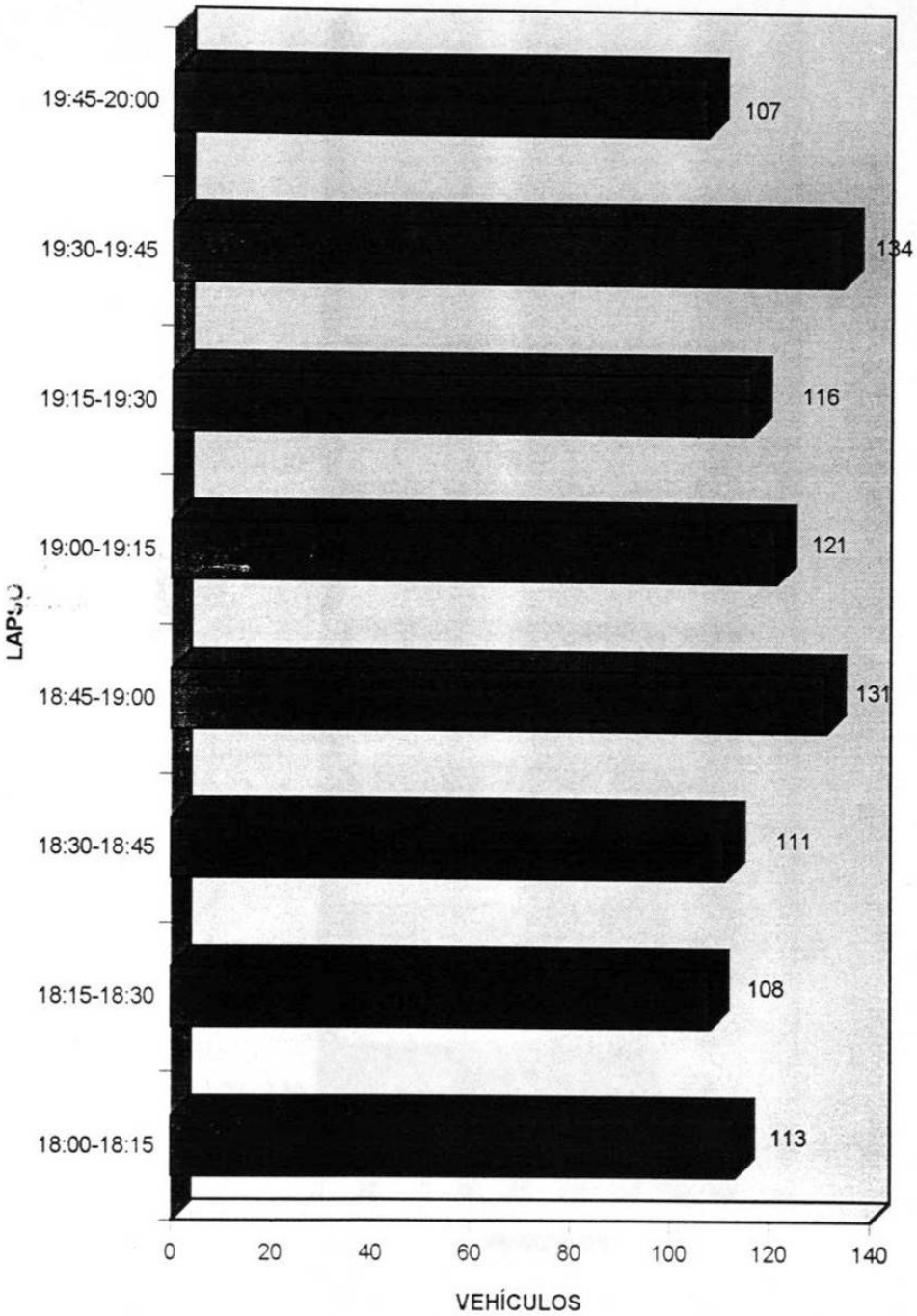


Figura No. 10 Volumen Vehicular Accesos al Centro Comercial Soriana Santo Domingo

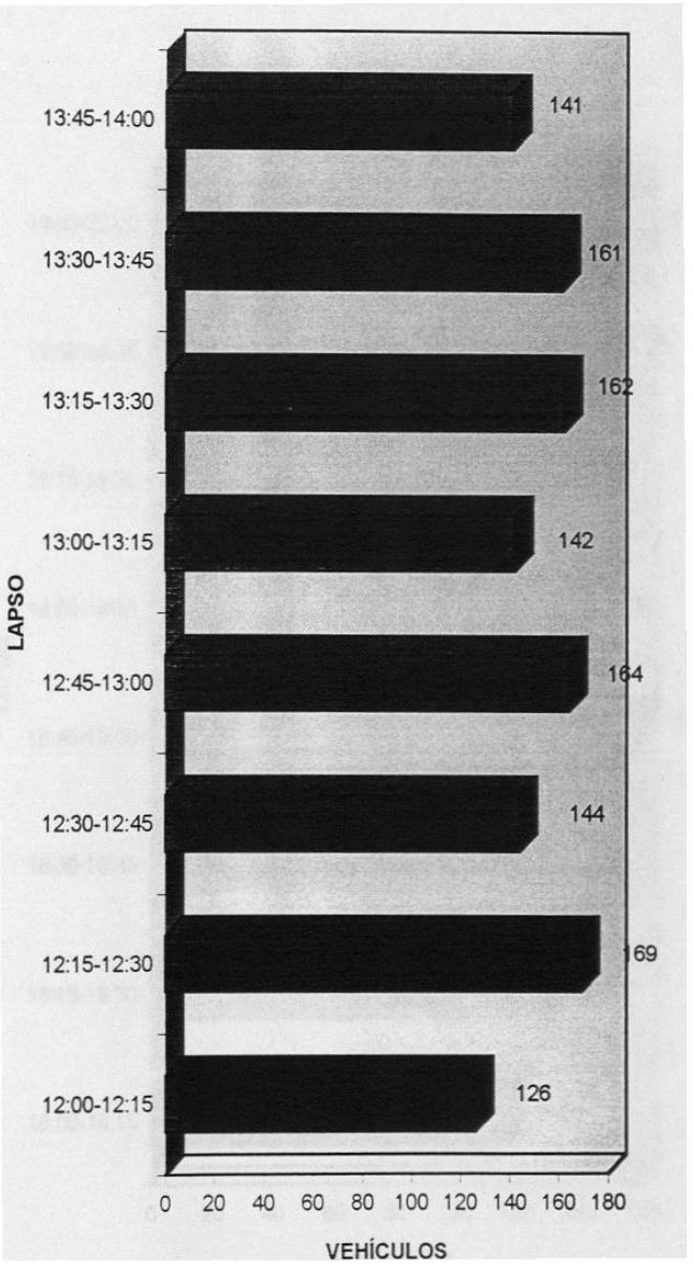


Figura No. 11 Volumen Vehicular
Accesos al Centro Comercial
Soriana Santo Domingo

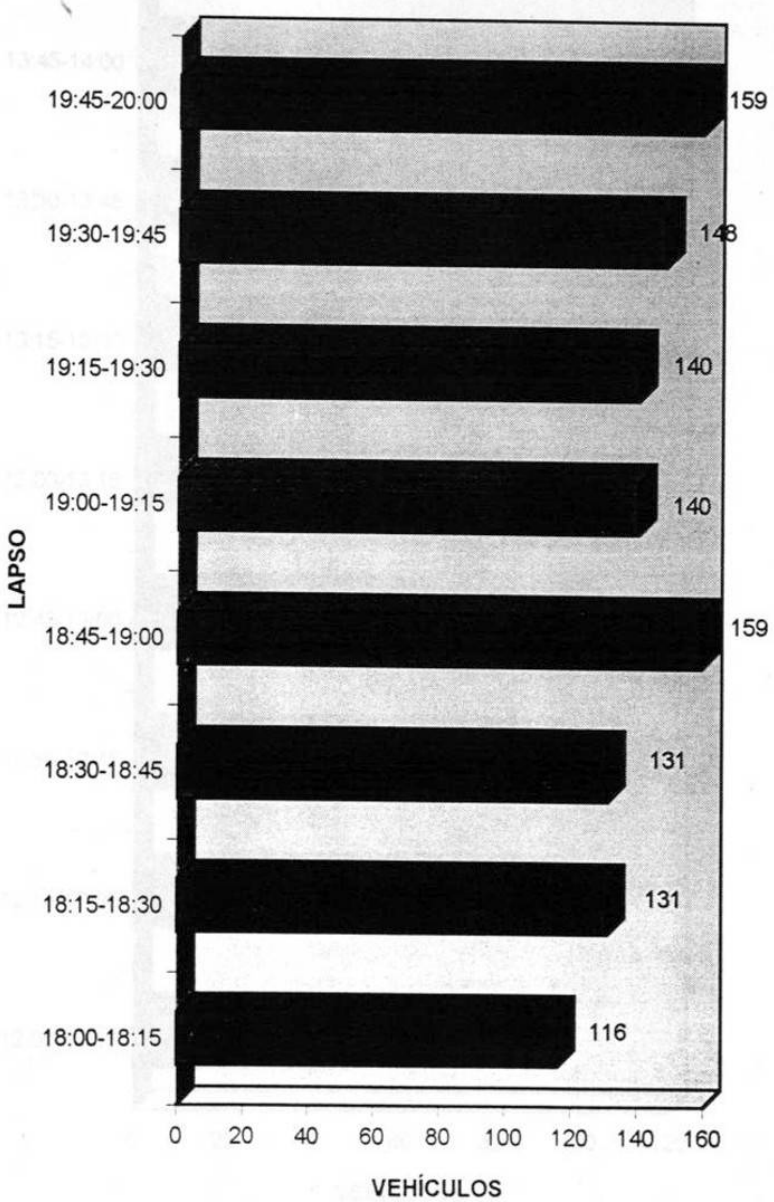


Figura No. 12 Volumen Vehicular Accesos al Centro Comercial Gigante Félix Galván

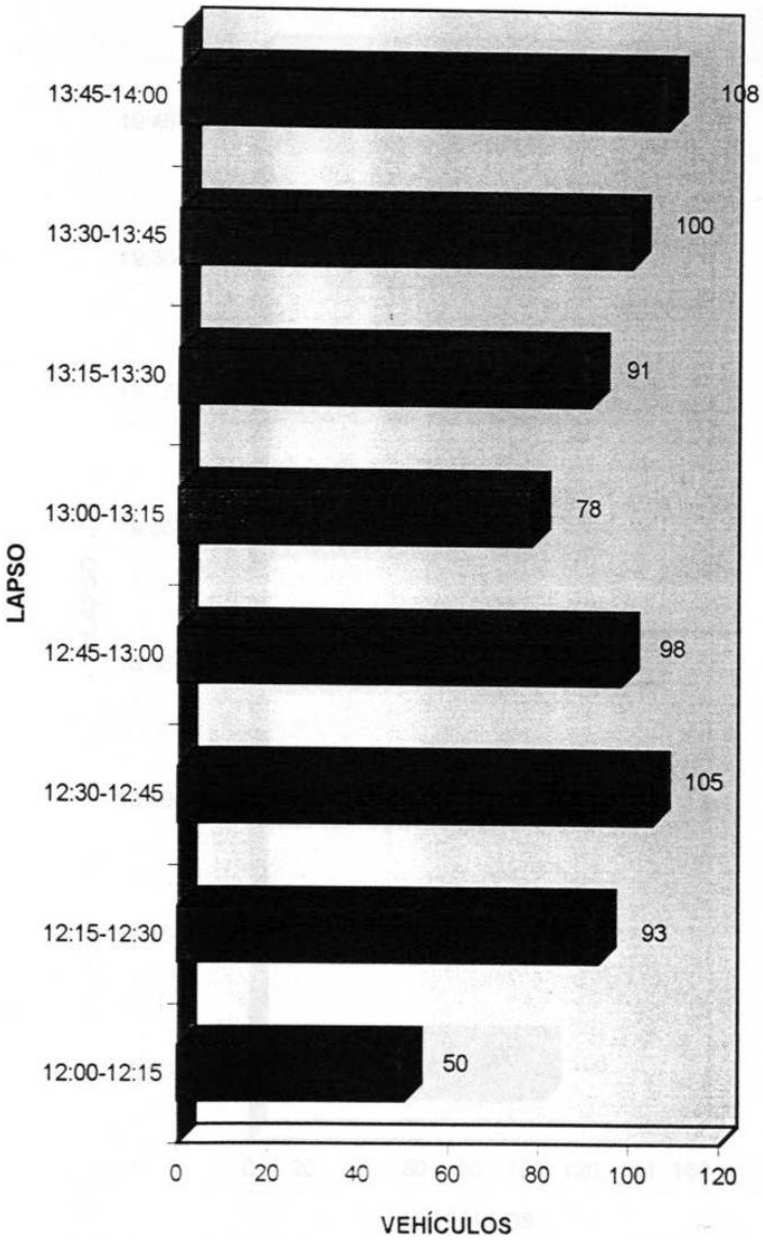


Figura No. 13 Volumen Vehicular Accesos al Centro Comercial Gigante Félix Galván

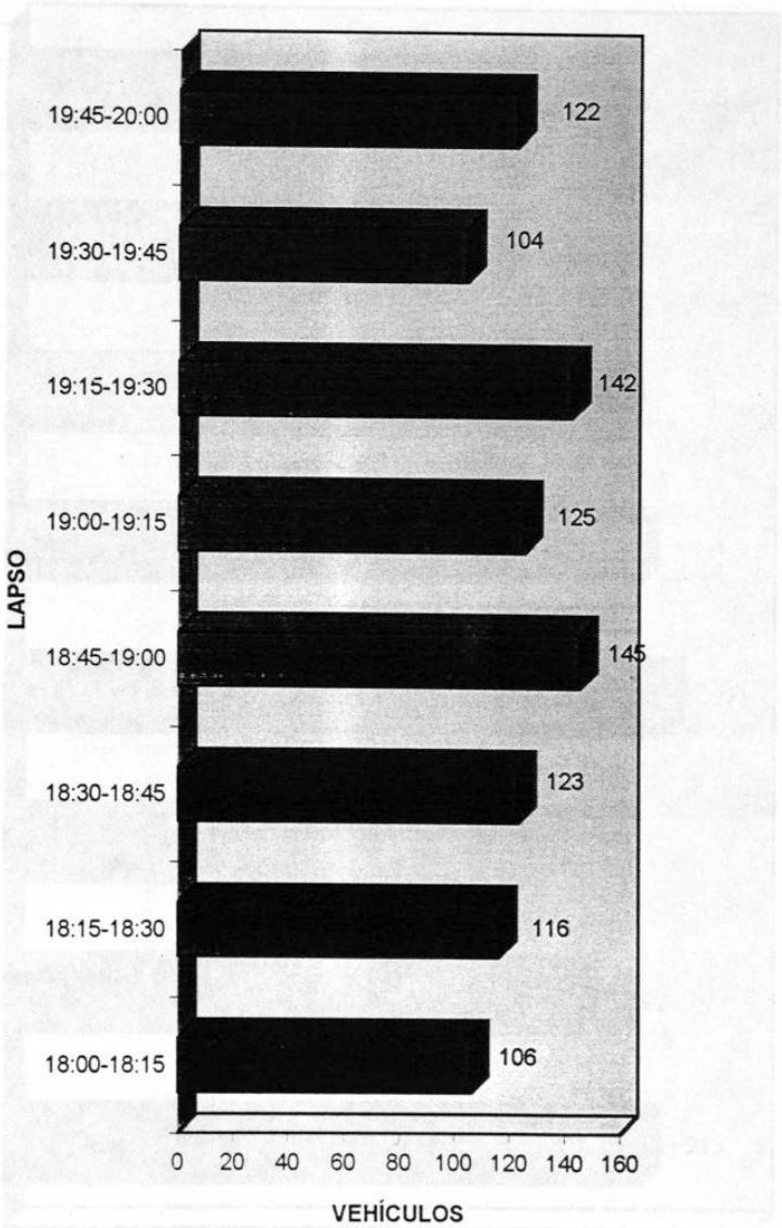
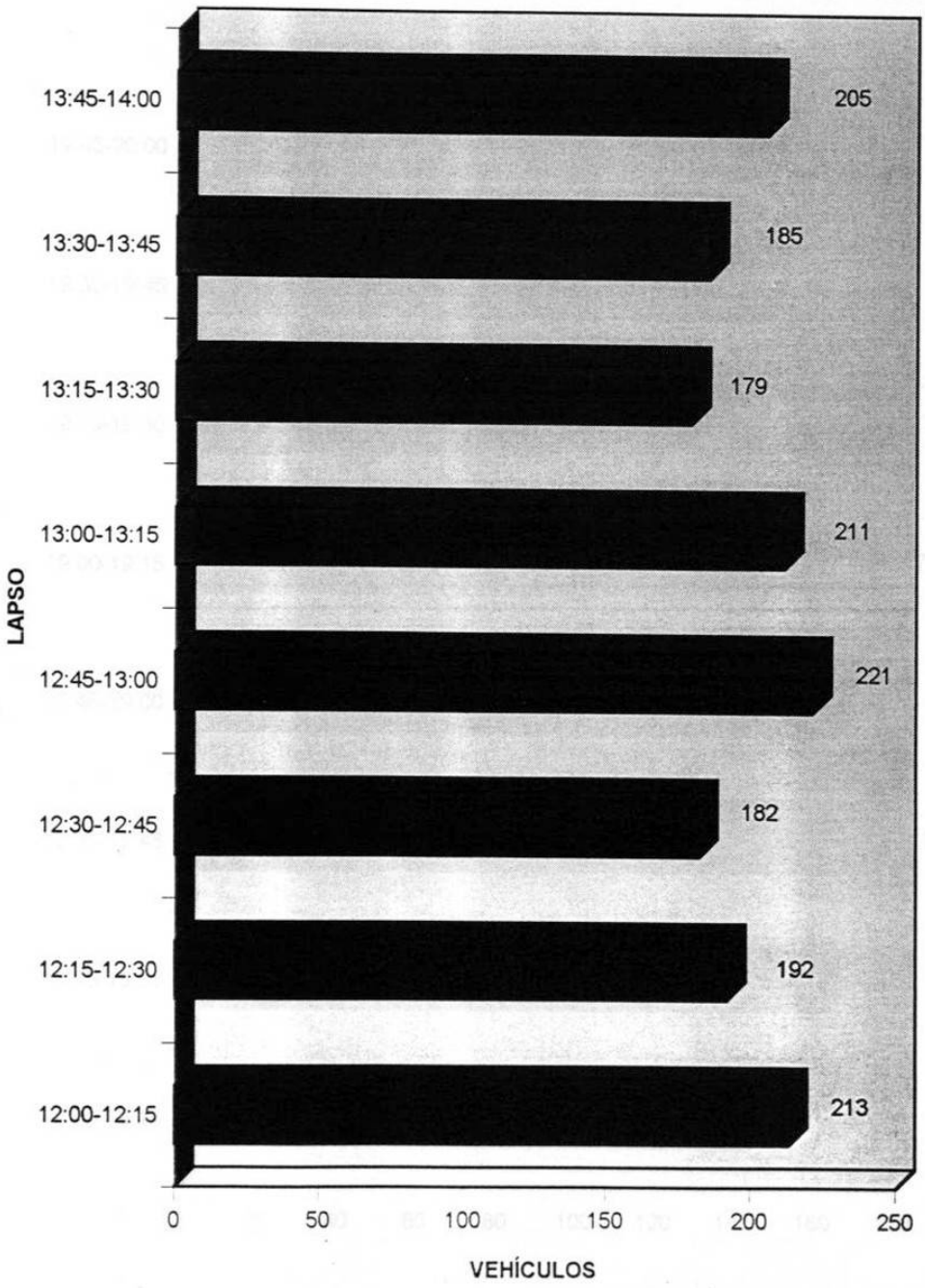



Figura No. 14 Volumen Vehicular
Accesos al Centro Comercial
Soriana San Nicolás