

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**EFFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL,  
LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA  
PROTEGIDA, EN INTERSECCIONES  
SEMAFORIZADAS**

**POR**

**GABRIEL ARCANGEL CASTRO EUAN**

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
**MAESTRIA EN CIENCIAS** con Especialidad en  
Ingeniería de Tránsito

**Agosto, 1999**

EFECTIVO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL<sup>TM</sup>

LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA

PROTEGIDA, EN INTERSECCIONES

SEMAFORIZADAS

TM  
HE359  
.M64  
N8  
1999  
c.1

9  
A  
S  
E



1080098243

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



EFFECTO DE LA CAPACIDAD VIAL EN LOS VEHICULOS  
EFFECTO DE LA CAPACIDAD VIAL EN LAS INTERSECCIONES  
LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA  
PROTEGIDA, EN INTERSECCIONES  
SEMAFORIZADAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN POR  
GABRIEL ARCANGEL CASTRO EUAN

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en  
Ingeniería de Tránsito



Agosto, 1999

HE359

.M64

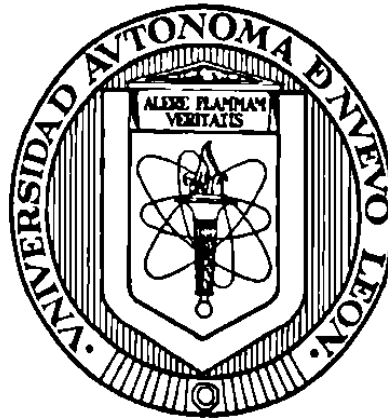
N8

1999



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



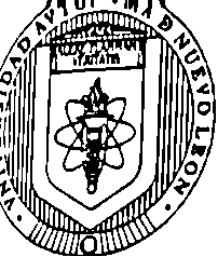
**EFFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL, LOS VEHICULOS  
QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA, EN INTERSECCIONES  
SEMAFORIZADAS**

**Por**

**GABRIEL ARCANGEL CASTRO EUAN**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en  
Ingeniería de Tránsito**

**Agosto , 1 9 9 9**



**COMPROBANTE DE CORRECCION**

Tesista: GABRIEL ARCÁNGEL CASTRO EUAN

Tema de la tesis: EFFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL, LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA, EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico, metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(ninguna)

Nombre y firma de quien corrigió:

*Ramón Longoria*  
 Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Posgrado:

*Ricardo González*  
 Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 10 de noviembre de 1999.

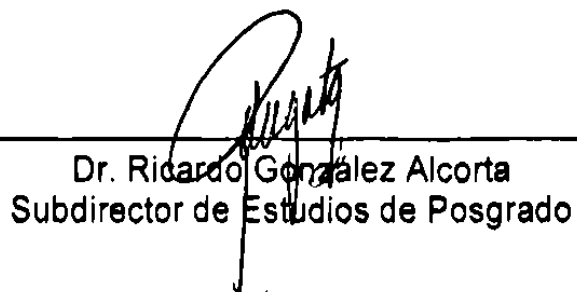
**EFFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL, LOS  
VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA, EN  
INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS**

Aprobación de la Tesis:



---

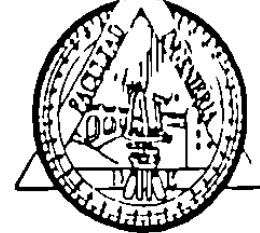
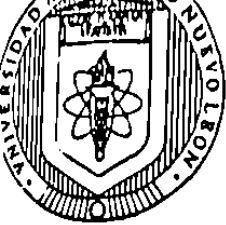
M.C. Rafael Gallegos López.  
Director de Tesis



---

Dr. Ricardo González Alcorta  
Subdirector de Estudios de Posgrado





**DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA**  
*Sub-Director de Estudios de Posgrado  
de la Facultad de Ingeniería Civil*  
**Presente.-**

Por medio de la presente hago de su conocimiento que el **ING. GABRIEL ARCANGEL CASTRO EUAN**, me ha invitado a participar como su **Director** en el proyecto de tesis para la obtención del grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito, el cual lleva por nombre: **"EFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL, LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS"**.

En razón de tratarse de un tema interesante he decidido aceptar su invitación, y apoyarle en la consecución de los mejores resultados en el proyecto citado. Por lo tanto daré seguimiento a su trabajo y avalaré con mi firma los avances que vaya teniendo

Sin mas por el momento, me es grato enviar un cordial y afectuoso saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**"ALERE FLAMMAM VERITATIS"**  
Cd. Universitaria, Septiembre 7 de 1999

**M.C. RAFAEL GALLEGOS LOPEZ**  
Coordinador de la Maestría en Ciencias con:  
Especialidad en Ingeniería de Tránsito

C.c.p. Archivo

San Nicolás de los Garza, N. L. a 11 de Agosto de 1999.

Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Facultad de Ingeniería Civil  
Dr. Ricardo González Alcorta.  
Sub-Director de Estudios de Posgrado.

Estimado Dr. Ricardo González Alcorta.

Por medio de la presente sírvase recibir un cordial y afectuoso saludo y permitame poner a su fina disposición, la petición del registro oficial del tema de tesis así como el proyecto que lleva por título:

**“EFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL, LOS  
VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA,  
EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS”**

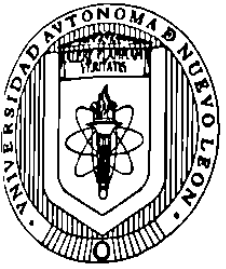
Así mismo le solicito me sean autorizado, el M. C. Rafael Gallegos López como Director de Tesis.

En agradecimiento a la presente y en espera de ser favorecido con su autorización.

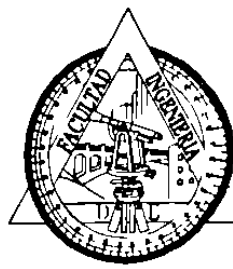


ATENTAMENTE

**Ing. Gabriel Arcángel Castro Euán.**



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**Ing. Gabriel Arcángel Castro Euán**

**PRESENTE.-**

Por medio de la presente se le notifica que su tema y proyecto de tesis de maestría **"EFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL, LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA, EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS"**, siendo el director de tesis el M. en C. **Rafael Gallegos López**, fueron registrados el día de hoy en el *Libro de Registro de Proyectos de Tesis* de esta División de Estudios de Posgrado. Lo anterior, en cumplimiento con el *Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UANL* y con el *Protocolo Oficial para el Registro de Proyectos de Tesis de Maestría* de esta División.

De acuerdo al *Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UANL*, la terminación y presentación de la tesis se realizará en un plazo máximo de cuatro años para la *Maestría en Ciencias* a partir de su fecha de registro. En caso de existir un cambio en el tema, proyecto y/o director de tesis, deberá efectuarse un registro oficial ante la División de Estudios de Posgrado, cumpliendo los requisitos que se establecen en el respectivo protocolo.

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que considere pertinente.

**A T E N T A M E N T E**

**"ALERE FLAMMAM VERITATIS"**

**Cd. Universitaria, a 1 de octubre de 1999**

**DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA**

**Subdirector de Estudios de Posgrado**

SECRETARIA DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO

c.c.p. : Archivo

**M.E.C. FRANCISCO GAMEZ TREVIÑO.**  
**Presidente del Comité de Maestría.**  
**Presente.-**

A través de este conducto y en relación a su oficio en el que se me informa que he sido designado como Evaluador de la Tesis "Efecto que producen, en la capacidad vial, los vehículos que dan vuelta izquierda protegida, en intersecciones semaforizadas" elaborada por el Ing. Gabriel Arcángel Castro Euán, como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Tránsito.

Me permito comentar a Usted que después de realizar un análisis detallado de la tesis mencionada, considero que reúne las características para **APROBARLA** en su totalidad.

Sin otro asunto por el momento, quedo de Usted para cualquier observación o comentario al respecto.

**ATENTAMENTE**  
Cd. Universitaria, a 14 de Octubre de 1999.

  
M.C. ELIZABETH GARZA MARTINEZ

*Recibido  
27-10-99  
copiar al Dr. Ricardo A.*

C.c.p. Dr. Ricardo González Alcorta, Secretario de Estudios de Posgrado de la F.I.C.  
C.c.p. Archivo.

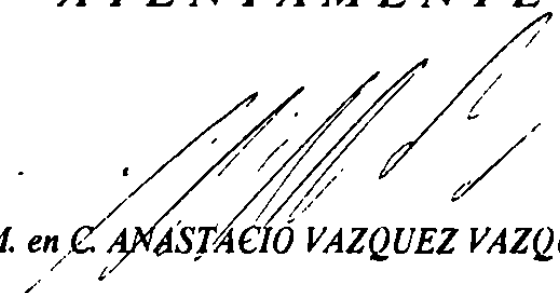
San Nicolás de los Garza, N.L., Octubre 25 de 1999.

**M. E. C. Francisco Gámez Treviño**  
Presidente del Comité de Maestría  
Presente. -

En atención a su oficio, en el que me informa que he sido designado como Evaluador de la tesis "**EFECTO QUE PRODUCEN LOS VEHÍCULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA EN LA CAPACIDAD VIAL EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS**", que presenta el Ing. Gabriel Arcángel Castro Euan, como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito, comunico a Usted que he revisado y evaluado la calidad de dicha tesis, considerándola como APROBADA.

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que considere pertinente.

**A T E N T A M E N T E**



M. en C. ANASTACIO VAZQUEZ VAZQUEZ

## RESUMEN



**Gabriel Arcángel Castro Euán**

**Fecha de Graduación: Marzo, 1999**

**Universidad Autónoma de Nuevo León.**

**Facultad de Ingeniería Civil.**

**Título del Estudio: EFECTO QUE PRODUCEN, EN LA CAPACIDAD VIAL,  
LOS VEHICULOS QUE DAN VUELTA IZQUIERDA PROTEGIDA,  
EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS**

**Número de paginas: 232**

**Candidato para el grado de Maestría  
En ciencias con especialidad en  
Ingeniería de Tránsito.**

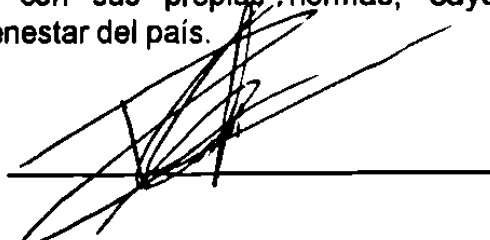
**Area de Estudio: Capacidad Vial.**

**Propósito, Contribuciones y Conclusiones:** Determinar el efecto que produce la vuelta izquierda protegida en las intersecciones semaforizadas, es importante para poder establecer con certeza la capacidad de una infraestructura vial; para lograrlo en nuestro país, se utiliza el manual de capacidad vial de los Estados Unidos de Norte América, lo cual lleva como consecuencia a inexactitudes operacionales y de diseño; por las diferentes condiciones viales que imperan en ambos países.

Esta investigación es original y metódica, orientada a servir a la comunidad mejorando la eficiencia operativa de las vías terrestres, ahorrando horas-hombre en los traslados y reduciendo la contaminación del aire.

Con está investigación se pretende proponer el valor de ajuste más real, aplicándolo a las diferentes intersecciones semaforizadas, para facilitar a las autoridades la toma de decisiones en la construcción o reconstrucción de las infraestructuras viales. Se definieron los términos involucrados en la investigación y se validó la metodología para determinar el factor de ajuste para vuelta izquierda, con fase protegida en carril exclusivo, en las intersecciones semaforizadas, comparando los niveles de servicio de dicha investigación, se formularon mejoras, cambios y adecuaciones para hacer más eficaz el funcionamiento de las intersecciones. Con esta investigación se abre paso hacia la implantación de un MANUAL DE CAPACIDAD VIAL MEXICANO, que contará con sus propias normas, cuyo cumplimiento representa el progreso y bienestar del país.

**FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS:**



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al M.C. Rafael Gallegos López Director de mi tesis. Así como al M.C. Federico Vázquez López; por sus invaluable opiniones y observaciones que fueron muy importantes para la culminación de este trabajo.

Al Instituto Mexicano del Transporte y a la Universidad Autónoma de Nuevo León por el apoyo económico para la realización de mis estudios de Maestría.

1

Al Instituto de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y en forma muy especial al Departamento de Estudios de Ingeniería de Tránsito por permitirme colaborar en los proyectos de investigación y su invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

## **DEDICATORIA**

**Sentirme con tu apoyo y protección, siempre me ha producido una fuerza interior para vencer una y mil adversidades, hasta lograr mis objetivos, con este trabajo concluyo un logro académico más; mi regocijo es profundo al comprobar que tú mi guía, mi luz y mi todo, siempre estas conmigo...**

**¡Gracias Dios!**

**Dedico este trabajo a mi Madre, María de las Mercedes Euán Catzín, de quién siempre he recibido amor, comprensión y el inapreciable don de la Fé.**

**Gracias por creer en Mí.**

**Muy en especial a mi Papá Gabriel Arcángel Castro Castillo; de él aprendí muchas cosas, principalmente la dedicación responsable al trabajo.**

**Gracias por todo tu apoyo.**

**A mis Hermanas Gabriela Aurora (Gaby) y María Esther (Theter) que siempre me han apoyado y aconsejado en el andar de mi vida.**

**A mis sobrinos Rodry, Romy y Kary...que son la vida y alegría de la familia.**

**A mis Tíos Francisco Luna y Norma Euán por su apoyo incondicional que me ofrecieron en todo momento de esta aventura... mil gracias.**



**A mis Primos Alberto, Diana y Julio Cesar que siempre me ha sabido entender y comprender.**

**A mis Amigos y Compañeros de la Maestría que de ellos he aprendido infinidad de cosas, que siempre llevare en mis recuerdos gratos.**

**A los muchachos del Departamento de Ingeniería de Tránsito por todas las horas que convivimos y cotorreamos, también por las atenciones que me han brindado... mil gracias.**

## TABLA DE CONTENIDO

---

Capítulo	Página
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. OBJETIVOS . . . . .	5
III. HIPOTESIS . . . . .	6
IV. DEFINICION DE CONCEPTOS DE CAPACIDAD VIAL. . . . .	7
IV.1. Generalidades . . . . .	7
IV.2. Tipos de Caminos . . . . .	8
IV.2.1. Clasificación de Transitabilidad . . . . .	8
IV.2.2. Clasificación Funcional . . . . .	9
IV.3. Definiciones . . . . .	9
IV.3.1. Control Total de Accesos . . . . .	9
IV.3.2. Control Parcial de Accesos . . . . .	9
IV.3.3. Camino Dividido . . . . .	10
IV.3.4. Camino no Dividido . . . . .	10
IV.3.5. Autopistas o Vías Rápidas. . . . .	10
IV.3.6. Calles Principales . . . . .	11
IV.3.7. Calles Colectoras . . . . .	11
IV.3.8. Calles Locales . . . . .	11
IV.4. Conceptos de Capacidad, Nivel y Volumen de Servicio . . . . .	12
IV.4.1. Capacidad . . . . .	12
IV.4.2. Nivel de Servicio . . . . .	12
IV.4.3. Volumen de Servicio . . . . .	12
IV.5. Principios Básicos sobre Flujo de Tránsito . . . . .	15
IV.5.1. Velocidad . . . . .	15
IV.5.2. Volumen y/o Valor de Flujo . . . . .	16
IV.5.3. Densidad . . . . .	18
IV.6. Características de la Circulación Continua . . . . .	19
IV.7. Características de la Circulación Discontinua . . . . .	23
IV.8. Factores que Afectan a la Capacidad, al Valor de Flujo de Servicio y al Nivel de Servicio . . . . .	28
IV.8.1. Las condiciones del Camino . . . . .	28
IV.8.2. Condiciones del Tránsito . . . . .	30
IV.8.3. Condiciones de Control . . . . .	31

<b>V.</b>	<b>ANALISIS DE CAPACIDAD EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS</b>	<b>32</b>
V.1.	Antecedentes . . . . .	32
V.1.1.	Los Semáforos . . . . .	33
V.1.2.	Capacidad y Nivel de Servicio . . . . .	38
V.1.3.	Capacidad en Intersecciones Semaforizadas . . . . .	40
V.1.4.	Niveles de Servicio para las Intersecciones Semaforizadas . . . . .	45
V.1.5.	Relación entre Capacidad y Nivel de Servicio . . . . .	47
V.1.6.	Análisis Operacional . . . . .	48
V.2.	Metodología . . . . .	49
V.2.1.	Análisis de Operación . . . . .	49
V.2.1.1.	Módulo de Entrada . . . . .	52
V.2.1.2.	Módulo de Ajuste de Volúmenes . . . . .	59
V.2.1.3.	Módulo de Flujo de Saturación . . . . .	65
V.2.1.4.	Módulo de Análisis de Capacidad . . . . .	72
V.2.1.5.	Módulo de Nivel de Servicio . . . . .	75
V.2.1.6.	Interpretación de Resultados . . . . .	78
V.3.	Procedimiento de Aplicación . . . . .	80
V.3.1.	Análisis de operación . . . . .	80
V.3.1.1.	Módulo de Datos de Entrada . . . . .	80
V.3.1.2.	Módulo de Ajuste de Volúmenes . . . . .	84
V.3.1.3.	Módulo de Flujo de Saturación . . . . .	87
V.3.1.4.	Módulo de Análisis de Capacidad. . . . .	98
V.3.1.5.	Módulo de Nivel de Servicio . . . . .	104
V.3.1.6.	Interpretación de los Resultados . . . . .	107
<b>VI.</b>	<b>ESTADISTICA APLICADA A LA INGENIERIA DE TRANSITO</b>	<b>114</b>
VI.1.	La Investigación . . . . .	114
VI.2.	La Estadística y el Diseño Experimental . . . . .	115
VI.3.	Consideraciones Básicas en el Diseño de Experimentos . . . . .	116
VI.4.	Nociones del Muestreo . . . . .	117
VI.5.	Base Teórica para el Muestreo . . . . .	121
VI.6.	Distribución Muestral . . . . .	123
VI.7.	Distribución Muestral de la Media . . . . .	124
<b>VII.</b>	<b>ESTUDIOS DE TRANSITO REALIZADOS.</b>	<b>127</b>
VII.1.	Importancia de los Estudios de Tránsito . . . . .	129
VII.2.	Inventario para Estudios de Tránsito . . . . .	
VII.2.1.	Inventario Físico – Geométrico . . . . .	129
VII.2.2.	Inventario de Señalamiento Horizontal y Vertical . . . . .	130

VIII. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE AJUSTE POR VUELTAS IZQUIERDAS PROTEGIDAS EN CARRILES EXCLUSIVOS EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS . . . . .	131
VIII.1. Metodología y condiciones para el estudio de vueltas Izquierdas Protegidas en carril exclusivo, en intersecciones semaforizadas . . . . .	131
VIII.2. Muestreo y proceso de la información . . . . .	138
VIII.2.1. Cálculo de la muestra . . . . .	138
VIII.2.2. Proceso de la información de campo . . . . .	140
VIII.3. Análisis de la información. . . . .	174
VIII.4. Justificación del Factor de Ajuste por medio de una Distribución Muestral . . . . .	183
IX. CALCULO COMPARATIVO EN EL ANALISIS DE CAPACIDAD . . . . .	185
IX.1. Cálculo de la capacidad utilizando el Factor de Ajuste por Vuelta Izquierda, recomendado en el Manual de Capacidad Vial de los E.E.U.U . . . . .	185
IX.1.2. Interpretación de los resultados del Ejemplo 1 . . . . .	188
IX.2. Cálculo de la capacidad utilizando el Factor de Ajuste por Vuelta Izquierda obtenido en el campo . . . . .	203
IX.3. Comparación de los resultados. Ejemplo 1 y Ejemplo 2 . . . . .	214
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	216
XI. BIBLIOGRAFIA . . . . .	219
XII. ANEXOS . . . . .	221
XII.1. Reporte Fotográfico . . . . .	221

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Relaciones básicas entre la velocidad, el flujo y la densidad en las vías de circulación continua . . . . .	20
2. Condiciones en la interrupción del tránsito, en las vías de circulación discontinua . . . . .	25
3. Procedimiento para el análisis de operación . . . . .	51
4. Grupo de carriles más comunes . . . . .	63
5. Formato especial de Vueltas izquierdas . . . . .	108
6. Módulo de entrada . . . . .	109
7. Módulo de ajuste de volúmenes . . . . .	110
8. Módulo de flujo de saturación . . . . .	111
9. Módulo de análisis de capacidad . . . . .	112
10. Módulo de nivel de servicio . . . . .	113
11. Levantamiento geométrico en la Av. Ruiz Cortines – Av. Felix U. Gómez .	140
12. Levantamiento geométrico en la Av. Churubusco – Av. Ruiz Cortines .	141
13. Levantamiento geométrico en la Av. Adolfo López Mateos – Av. Casa Blanca . . . . .	142
14. Levantamiento geométrico en la Av. Adolfo López Mateos - Av. Conductores . . . . .	143
15. Levantamiento geométrico en la Av. Nogalar – Av. República Mexicana .	144
16. Levantamiento geométrico en la Av. Lincoln – Jaumave . . . . .	145
17. Levantamiento geométrico en la Av. Lincoln – Patrimonio Familiar . . . . .	146

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
17a. Levantamiento geométrico en la Av. Lincoln – Patrimonio Familiar .	. 147
18. Levantamiento geométrico en la Av. Lincoln – Av. Rangel Frías .	. 148
19. Levantamiento geométrico en la Av. Universidad – Av. Central .	. 149
20. Levantamiento geométrico en la Av. Universidad – 18 de Diciembre .	. 150
21. Levantamiento geométrico en la Av. Universidad – Fray Bartolomé de las Casas. . . . .	. 151
22. Levantamiento geométrico en la Av. Universidad – Av. Palacio de Justicia .	. 152
23. Levantamiento geométrico en la Av. Gómez Morín – Av. Alfonso Reyes .	. 153
24. Levantamiento geométrico en la Av. Alfonso Reyes – Av. Real de San Agustín . . . . .	. 154
25. Levantamiento geométrico en la Av. Vasconcelos – Av. Ricardo Margain .	. 155
26. Levantamiento geométrico en la Av. Vasconcelos – Av. Santa Barbara .	. 156
27. Levantamiento geométrico en la Av. Vasconcelos – Av. San Agustín .	. 157
28. Levantamiento geométrico en la Av. Eugenio Garza Sada – Av. Revolución. .	. 158
29. Levantamiento geométrico en la Av. Revolución – Ricardo Covarrubias .	. 159
30. Levantamiento geométrico en la Av. Alfonso Reyes – General Pedro Anaya. .	. 160
31. Formato de campo para vueltas izquierdas . . . . .	. 161
32. Histograma de los factores de ajuste para Vueltas Izquierdas Protegidas, en Carril Exclusivo . . . . .	. 181
33. Volúmenes direccionales en la Av. Alfonso Reyes con General Pedro Anaya. . . . .	. 193
34. Levantamiento geométrico en la Av. Alfonso Reyes con General Pedro Anaya. . . . .	. 194
35. Resumen de Hora de Máxima Demanda . . . . .	. 195
36. Inventario de semáforos para los Ejemplos 1 y 2 . . . . .	. 196

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
37. Módulo de Entrada para el Ejemplo 1 de Aplicación, Utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.95$	197
38. Módulo de Ajuste de Volúmenes, para el Ejemplo 1 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.95$	198
39. Módulo de Ajuste de Saturación, para el Ejemplo 1 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.95$	199
40. Hoja Suplemental para Vuelta Izquierda, para el Ejemplo 1 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.95$	200
41. Módulo de Análisis de capacidad, para el Ejemplo 1 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.95$	201
42. Módulo de Nivel de Servicio, para el Ejemplo 1 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.95$	202
43. Módulo de Entrada, para el Ejemplo 2 de Aplicación, utilizando, el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.90$	208
44. Módulo de Ajuste de Volúmenes, para el Ejemplo 2 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.90$	209
45. Módulo de Ajuste de Saturación, para el Ejemplo 2 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.90$	210
46. Hoja Suplemental para Vuelta Izquierda, para el Ejemplo 2 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.90$	211
47. Módulo de Análisis de Capacidad, para el Ejemplo 2 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.90$	212
48. Módulo de Nivel de Servicio, para el Ejemplo 2 de Aplicación, utilizando el Factor de Ajuste $f_{LT} = 0.90$	213
49. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Ruiz Cortines con Av. Felix U. Gómez	221
50. Vuelta Izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Nogalar con Av. República Mexicana	222
51. Vuelta Izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Lincoln con Jaumave	223

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
52. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Lincoln con Patrimonio Familiar . . . . .	224
53. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Lincoln con Av. Rangel Frías . . . . .	225
54. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Gómez Morín con Av. Alfonso Reyes . . . . .	226
55. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Vasconcelos con Av. Santa Bárbara . . . . .	227
56. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Eugenio Garza Sada con Av. Revolución . . . . .	228
57. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Eugenio Garza Sada con 2 de Abril . . . . .	229
58. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Alfonso Reyes con General Pedro Anaya . . . . .	230
59. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Alfonso Reyes con General Pedro Anaya . . . . .	231
60. Vuelta izquierda exclusiva, con fase protegida, en la Intersección Av. Revolución con Ricardo Covarrubias . . . . .	232



## LISTA DE TABLAS

---

Tabla	Página
1. Descripción de los niveles de servicio . . . . .	46
2. Relación entre el tipo de llegada y el flujo vehicular, al llegar a la Intersección $R_p$ . . . . .	55
3. Valores recomendados a utilizar en un análisis de operación . . . . .	58
4. Factor por utilización de carril $F_U$ . . . . .	89
5. Factor de ajuste, por ancho de carril $f_w$ . . . . .	89
6. Factor de ajuste, por vehículos pesados $f_{HV}$ . . . . .	90
7. Factor de ajuste, por inclinación de la rasante, $f_g$ . . . . .	91
8. Factor de ajuste, por estacionamiento, $f_p$ . . . . .	91
9. Factor de ajuste, por bloqueo en paradas de autobuses, $f_{bb}$ . . . . .	92
10. Factor de ajuste, por tipo de área, $f_a$ . . . . .	92
11. Factor de sincronía PF, para cada grupo de carriles . . . . .	93
12. Factor de ajuste, para vueltas derechas, $f_{RT}$ . . . . .	94
13. Factor de ajuste, para vueltas izquierdas $f_{LT}$ . . . . .	96
13a .Equivalencia de vehículos de frente $E_{L1}$ , para vueltas izquierdas . . . . .	97
14. Av. Ruiz Cortines - Av. Felix U. Gómez . . . . .	162
15. Av. Churubusco – Av. Ruiz Cortines . . . . .	162
16. Av. Adolfo López Mateos – Av. Casa Blanca . . . . .	163

**Tabla****Página**

17. Av. Adolfo López Mateos – Av. Conductores . . . . .	163
18. Av. Nogalar – Av. República Mexicana . . . . .	164
19. Av. Lincoln – Jaumave . . . . .	165
20. Av. Lincoln – Patrimonio Familiar . . . . .	165
21. Av. Lincoln – Av. Rangel Frías . . . . .	165
22. Av. Universidad – Av. Central . . . . .	166
23. Av. Universidad – 18 de Diciembre . . . . .	167
24. Av. Universidad – Fray Bartolomé de las Casas . . . . .	167
25. Av. Universidad – Av. Palacio de Justicia . . . . .	167
26. Av. Gómez Morín – Av. Alfonso Reyes . . . . .	168
27. Av. Alfonso Reyes – Av. Real de San Agustín . . . . .	168
28. Av. Vasconcelos – Av. Ricardo Margaín . . . . .	169
29. Av. Vasconcelos – Av. Santa Barbara . . . . .	169
30. Av. Vasconcelos – Av. San Agustín . . . . .	170
31. Av. Eugenio Garza Sada – Av. Revolución . . . . .	170
32. Av. Revolución – Ricardo Covarrubias . . . . .	171
33. Av. Revolución – Puente de Solidaridad . . . . .	171
34. Av. Eugenio Garza Sada – 2 de Abril . . . . .	172
35. Av. Fidel Velázquez – Av. Bernardo Reyes . . . . .	172
36. Av. Alfonso Reyes – General Pedro Anaya . . . . .	173
37. Intervalos, Marca de Clase, Frecuencias de las Muestras de Campo . . . . .	180

38. Resultados estadísticos del estudio de vueltas izquierdas Protegidas, en carril exclusivo . . . . .	182
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----