

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**EFFECTOS QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHICULOS
PESADOS EN LA CORRIENTE DE TRANSITO, EN
INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS**

POR

MARCOS JESUS NUÑEZ LINARES

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

SEPTIEMBRE, 1999

1999
TM
TE228
N864
1999

EFECTOS QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHICULOS
PESADOS EN LA CORRIENTE DE TRANSITO, EN
INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS



1080098237

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS EN INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA DE TRANSITO
INTEGRACION DE LA TESIS

POR

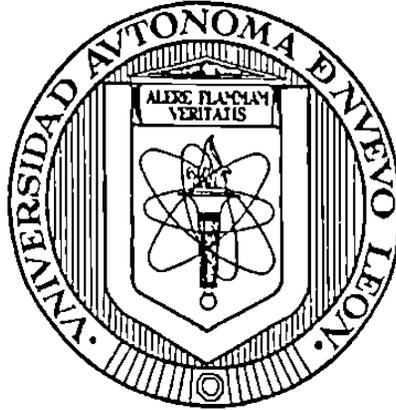
MARCOS JESUS NUÑEZ TRUJILLO

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

SEPTIEMBRE 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



*EFFECTOS QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS EN LA
CORRIENTE DE TRÁNSITO, EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS*

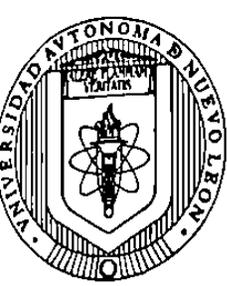
Por

MARCOS JESÚS NÚÑEZ LINARES

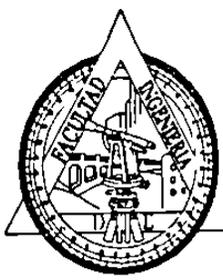
Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería de Tránsito

Septiembre, 1999

TM
TE 228
. N 8 4
1999



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



COMPROBANTE DE CORRECCION

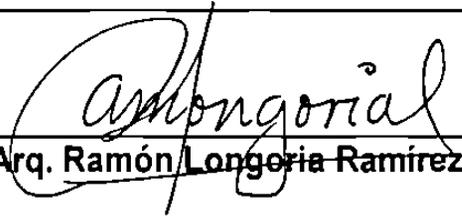
Tesista: MARCOS JESÚS NÚÑEZ LINARES

Tema de la tesis: EFECTO QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS, EN LA CORRIENTE DE TRÁNSITO, 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: 
Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Posgrado: 
Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 19 de noviembre de 1999.

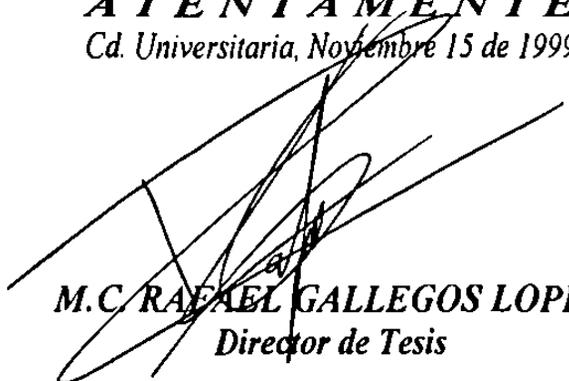
DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA
Sub-Director de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
Presente. -

Por este medio me permito comunicar a usted, que el ING. MARCOS JESÚS NÚÑEZ LINARES, pasante de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito, ha concluido con su trabajo de tesis titulado: "EFECTO QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS EN LA CORRIENTE DE TRANSITO, EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS", por lo que no hay ningún inconveniente para atender la solicitud de Examen de Grado con los requisitos que exige el Reglamento de Exámenes Profesionales de nuestra Institución, he de agradecerle pasar las instrucciones necesarias para el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención que se sirva brindar a la presente, me es grato suscribirme de usted.

A T E N T A M E N T E

Cd. Universitaria, Noviembre 15 de 1999



M.C. RAFAEL GALLEGOS LOPEZ
Director de Tesis

Monterrey, N. L. A 22 de Noviembre de 1999.

DR. RICARDO GONZALEZ ALCORTA
*Subsecretario de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León*

Por medio de la presente y de la manera más atenta me dirijo a Usted, para solicitar la tramitación correspondiente para sustentar mi examen de grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Tránsito, con la presentación del trabajo de tesis titulado: EFECTO QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS, EN LA CORRIENTE DE TRÁNSITO, EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS. lo anterior de acuerdo al reglamento de exámenes profesionales de nuestra institución.

Sin más por el momento, y esperando que mi solicitud sea aprobada, aprovecho para enviarle un cordial saludo.

Atentamente



Ing. Marcos Jesús Nuñez Linares
Tesista

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

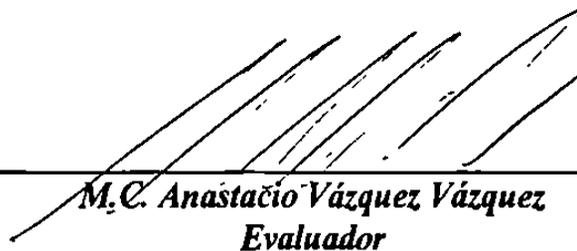
**EFFECTO QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHICULOS PESADOS EN
LA CORRIENTE DE TRANSITO EN INTERSECCIONES
SEMAFORIZADAS**

FACULTADA DE INGENIERIA CIVIL

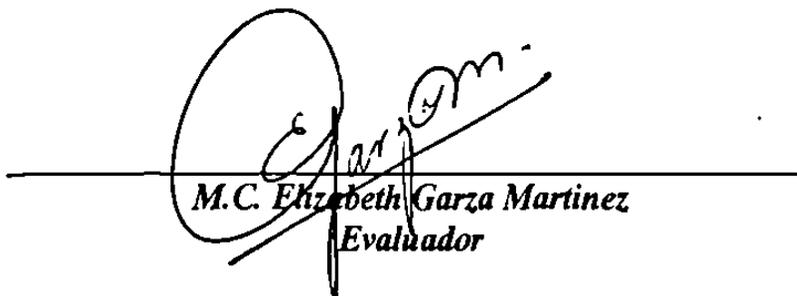
APROBACION DE TESIS



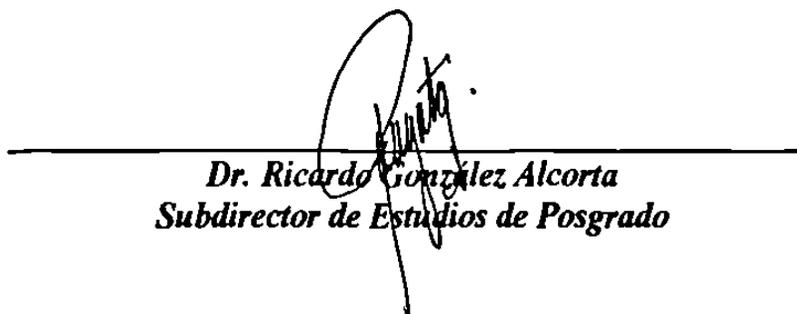
M.C. Rafael Gallegos López
Director de Tesis



M.C. Anastasio Vázquez Vázquez
Evaluador



M.C. Elizabeth Garza Martinez
Evaluador



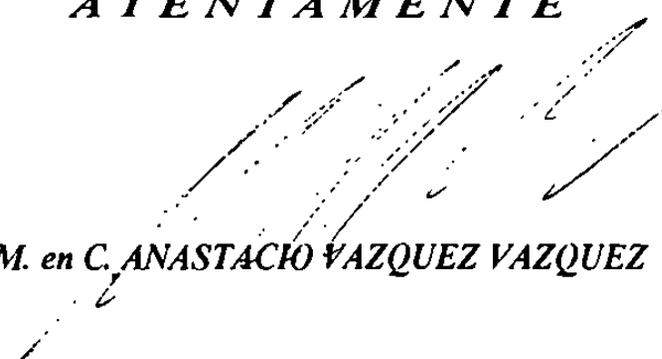
Dr. Ricardo González Alcorta
Subdirector de Estudios de Posgrado

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 CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS EN LA CORRIENTE DE TRANSITO, EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS", que presenta el Ing. Marcos Jesús Núñez Linares, 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

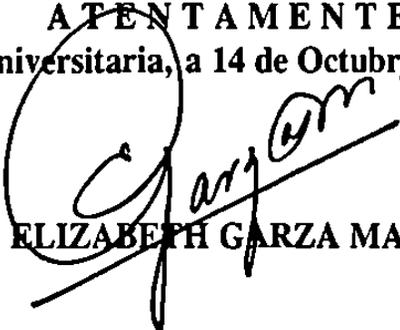
M.E.C. FRANCISCO GAMEZ TREVIÑO.
Presidente del Comité de Maestría.
Presente.-

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 causa la Presencia de Vehículos Pesados en la corriente del Tránsito en Intersecciones SemafORIZADAS" elaborada por el Ing. Marcos Jesús Nuñez Linares, 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

*Recibi
507-14799
Copiar al Dr. by...*

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

RESUMEN

Marcos Jesús Nuñez Linares



Fecha de Graduación: 1999

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de ingeniería Civil.

Título del Estudio: EFECTOS QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS EN LA CORRIENTE DE TRÁNSITO EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.

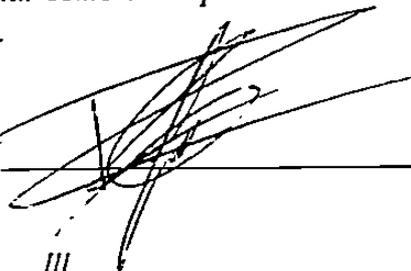
Número de paginas: 205

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 factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente de tránsito en intersecciones semaforizadas. Este factor interviene en el cálculo del flujo de saturación real, que se utiliza para conocer la verdadera capacidad de una infraestructura vial; para hacerlo, en México, se ha utilizado un manual estadounidense, el cual es inexacto para las condiciones de nuestro país ya que son diferentes a las de los Estados Unidos. Esta investigación está orientada a servir, mejorando la eficiencia operativa de las vías terrestres, ahorrando horas - hombre en los traslados y reduciendo los índices de contaminación del aire. Se pretende proponer los valores de ajuste más reales, en diferentes tipos de intersecciones semaforizadas, para facilitar la toma de decisiones respecto a la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial. Se definieron los términos involucrados en la investigación y se validó la forma de cuantificar el factor de ajuste por vehículos pesados en las intersecciones semaforizadas, correlacionándolo con los niveles de servicio. Con esta investigación se da un paso más hacia la implantación de un MANUAL DE CAPACIDAD VIAL MEXICANO, que podrá un día llegar a formar parte de las normas, tal como lo requieran los diversos organismos oficiales y los especialistas en esta área.

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS:



DEDICO ESTE TRABAJO A:

Mi Padre, Sr. José Antonio Núñez Vallejo:

Quien con su apoyo y esfuerzo me ha formado y ha sido para mí un ejemplo a seguir, gracias te doy porque sin tus consejos no hubiera podido estar en donde estoy.

Mi Madre, Sra. María Linares Portillo:

Porque gracias a ti, mis creencias y valores son fuertes y me han servido y servirán de base para desarrollarme siempre dentro de una ética existencial y profesional, en todos los aspectos de mi vida.

Mi Asesor, M.C. Rafael Gallegos López:

Por su dedicación y comprensión así como por la aportación de sus valiosas sugerencias para la realización del presente trabajo. Muchas gracias.

AGRADEZCO LOS FAVORES RECIBIDOS

AL APOYO DE:

Fui enseñado por mis padres a agradecer las buenas actitudes y expresar mis sentimientos para realizar mis metas apoyándome en el trabajo. Ahora, al finalizar mis estudios de maestría, me he dado cuenta de que sin la ayuda de las personas que creyeron en mí, nada de esto podía haber sido concluido.

A Dios:

Por permitirme llegar con vida y salud a estos momentos, y haber logrado otro avance profesional en mi vida.

Mis hermanas: Isabel y Liliana:

Porque siempre creyeron en mí y cada vez que lo necesité ahí estuvieron para tenderme su mano ayudándome en todo momento.

Al M.E.C. Francisco Gámez Treviño, Director de la Facultad De Ingeniería Civil, Al M.C. Anastacio Vázquez Vázquez Secretario del Instituto de Ingeniería Civil, al Dr. Ricardo González Arcorta Subdirector de Posgrado y al M.C. José Federico López Vázquez.

Por su apoyo para la realización de esta tesis.

*Al Instituto Mexicano del Transporte y a la
Universidad Autónoma de Nuevo León*

*Por el Apoyo Económico para estudiar la maestría, así
como la realización de la Tesis.*

*Al Departamento de estudios de Ingeniería de tránsito
del Instituto de Ingeniería Civil y a la Facultad de
Ingeniería Civil.*

*Por permitirme colaborar en los proyectos de
investigación en la que pude desarrollar y culminar esta
tesis para la obtención de mi grado.*

A mis familiares, maestros y amigos:

*Que de alguna u otra forma contribuyeron en mi
formación como profesionista y como persona. Siempre
brindándome su apoyo moral.*

**EFECTO QUE CAUSA LA PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS
EN LA CORRIENTE DE TRÁNSITO EN INTERSECCIONES
SEMAFORIZADAS**

T A B L A D E C O N T E N I D O

CAPITULO	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPÓTESIS.....	5
IV. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS DE CAPACIDAD VIAL.....	6
IV.1. Tipos de vías.....	6
IV.2. Conceptos de capacidad y nivel de servicio.....	8
IV.3. Principios básicos sobre el flujo del tránsito.....	14
IV.4. Características de la circulación discontinua.....	18
IV.5. Factores que afectan a la capacidad.....	24
IV.6. Clasificación funcional de los vehículos.....	32
IV.7. Características de los vehículos pesados.....	34
V. ANALISIS DE CAPACIDAD EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.....	36
V.1. Antecedentes.....	36
V.1.1 Semáforos.....	37
V.1.2 Capacidad y Nivel de Servicio.....	41
V.1.3 Capacidad en intersecciones semaforizadas.....	42
V.1.4 Relación entre capacidad y nivel de servicio.....	47
V.1.5 Análisis Operacional.....	49
V.3. Conceptos de capacidad y nivel de servicio.....	50
V.2.1 Análisis de operación.....	50

CAPITULO**PAGINA**

<i>IV.3. Principios básicos sobre el flujo del tránsito.....</i>	<i>75</i>
<i> V.3.1 Análisis de operación.....</i>	<i>75</i>
<i>V.4. Características de la circulación discontinua.....</i>	<i>112</i>
<i> V.4.1 Ejemplo 1.....</i>	<i>112</i>
VI. DETERMINACIÓN DEL FACTOR POR PRESENCIA DE VEHÍCULOS PESADOS EN LA CORRIENTE DEL TRÁNSITO.....	132
<i>VI.1. Estudios de ingeniería de tránsito.....</i>	<i>132</i>
<i> VI.1.1 Inventario geométrico.....</i>	<i>133</i>
<i> VI.1.2 Muestreo en campo del valor de flujo de saturación.....</i>	<i>150</i>
<i> VI.1.3 Información fotográfica.....</i>	<i>155</i>
<i>VI.3. Proceso de la información.....</i>	<i>159</i>
<i>V.3. Análisis de la información.....</i>	<i>168</i>
<i>VI.4. Determinación del factor por vehículos pesados en la corriente de tránsito.....</i>	<i>183</i>
VII. ANALISIS DE CAPACIDAD UTILIZANDO EL FACTOR POR VEHÍCULOS PESADOS OBTENIDO.....	187
<i>VII.1. Ejemplo 2.....</i>	<i>187</i>
<i>VII.3. Comparación de resultados.....</i>	<i>193</i>
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	200
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	202

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura</i>	<i>Página</i>
<i>1.- Condiciones de la interrupción del tránsito</i>	<i>21</i>
<i>2.- Dimensiones de los vehículos ligeros y pesados</i>	<i>35</i>
<i>3.- procedimiento para el análisis de operación</i>	<i>52</i>
<i>4.- Grupos de carriles típicos</i>	<i>93</i>
<i>5.- Ejemplos de la determinación de grupos de carriles críticos para fases verdes adelantadas y retrasadas</i>	<i>94</i>
<i>6.- Ejemplo de la determinación de grupos de carriles críticos en un semáforo multifase complejo</i>	<i>95</i>
<i>7.- Módulo de entrada</i>	<i>96</i>
<i>8.- Módulo de ajuste de volúmenes</i>	<i>97</i>
<i>9.- Módulo del valor de flujo de saturación</i>	<i>98</i>
<i>10.- Hoja de trabajo para vuelta izquierda permitida donde el acceso opuesto sea de varios carriles</i>	<i>99</i>
<i>11.- Hoja de trabajo para vuelta izquierda permitida donde el acceso opuesto sea el de un carril</i>	<i>100</i>
<i>12.- Módulo de análisis de capacidad</i>	<i>101</i>
<i>13.- Módulo de Nivel de servicio</i>	<i>102</i>
<i>14.- Módulo de entrada, ejemplo 1</i>	<i>122</i>
<i>15.- Volúmenes de direccionales, ejemplo 1</i>	<i>123</i>
<i>16.- Inventario geométrico, ejemplo 1</i>	<i>124</i>
<i>17.- Inventario de semáforos, ejemplo 1</i>	<i>125</i>
<i>18.- Movimiento direccionales de las fases del semáforos, ejemplo 1</i>	<i>126</i>
<i>19.- Módulo de ajuste de volúmenes, ejemplo 1</i>	<i>128</i>
<i>20.- Módulo de flujo de saturación, ejemplo 1</i>	<i>129</i>
<i>21.- Módulo de análisis de capacidad, ejemplo 1</i>	<i>130</i>
<i>22.- Módulo de nivel de servicio, ejemplo 1</i>	<i>131</i>

<i>Figura</i>	<i>Página</i>
23.- Levantamiento geométrico: Av. Churubusco con Av. Ruiz Cortines, Monterrey N. L.	135
24.- Levantamiento geométrico: Av. Churubusco con Av. Andes, Monterrey N. L.	136
25.- Levantamiento geométrico: Av. Felix U. Gómez con Av. Ruiz Cortines, Monterrey N. L.	137
26.- Levantamiento geométrico: Av. Lincoln con Av. Jaumave, Monterrey N. L.	138
27.- Levantamiento geométrico: Av. Lincoln con Av. Rangel Frias, Monterrey N. L.	139
28.- Levantamiento geométrico: Av. Lincoln con Av. Patrimonio Familiar, Monterrey N. L.	140
29.- Levantamiento geométrico: Av. López Mateos con Av. Casa Blanca, San Nicolás de los Garza N. L.	141
30.- Levantamiento geométrico: Av. López Mateos con Av. Conductores, San Nicolás de los Garza N. L.	142
31.- Levantamiento geométrico: Av. López Mateos con Av. Roberto Garza Sada, San Nicolás de los Garza N. L.	143
32.- Levantamiento geométrico: Av. Nogalar con Av. San Nicolás, San Nicolás de los Garza N. L.	144
33.- Levantamiento geométrico: Av. Nogalar con Av. República Mexicana, San Nicolás de los Garza N. L.	145
34.- Levantamiento geométrico: Av. Sendero Divisorio con Carr. a Colombia, San Nicolás de los Garza N. L.	146
35.- Levantamiento geométrico: Av. I. Morones Prieto con Av. Santa Bárbara, San Pedro Garza García N. L.	147
36.- Levantamiento geométrico: Blvd Díaz Ordaz con Av. Corregidora, San Pedro Garza García N. L.	148

<i>Figura</i>	<i>Página</i>
37.- Levantamiento geométrico: Blvd Díaz Ordaz con Calle Hidalgo, Santa Catarina N. L.	149
38.- Formato de campo para el registro de las observaciones del flujo de saturación	154
39.- Av. Churubusco con Av. Ruiz Cortines, Monterrey N. L.	155
40.- Av. López Mateos con Av. Roberto Garza Sada, San Nicolás de los Garza N. L.	156
41.- Av. Nogalar con Av. República Mexicana, San Nicolás de los Garza N. L.	157
42.- Blvd. Díaz Ordaz con Av. Corregidora, San Pedro Garza García N. L.	158
43.- Diagrama de dispersión de cómo varia f_{HV} en función del %H.V.	176
44.- Gráfico del comportamiento de las variables en estudio usando papel semilogarítmico	177
45.- Gráfico del comportamiento de las variables en estudio usando $\ln(f_{HV})$	178
46.- Curva de regresión exponencial del factor de ajuste por presencia de vehículos pesados en la corriente de tránsito	184
47.- Módulo de entrada, ejemplo 2	195
48.- Módulo de ajuste de volúmenes, ejemplo 2	196
49.- Módulo de flujo de saturación, ejemplo 2	197
50.- Módulo de análisis de capacidad, ejemplo 2	198
51.- Módulo de nivel de servicio, ejemplo 2	199

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla</i>	<i>Página</i>
<i>1.- Distintas vías y su eficiencia</i>	<i>13</i>
<i>2.- Clasificación general de los vehículos</i>	<i>33</i>
<i>3.- Descripción de los niveles de servicio</i>	<i>47</i>
<i>4.- Datos necesarios para analizar cada grupo de carriles</i>	<i>57</i>
<i>5.- Relación entre tipo de llegada y el flujo vehicular</i>	<i>103</i>
<i>6.- Valores recomendados a utilizar en el análisis de operación</i>	<i>103</i>
<i>7.- Factor de utilización de carril "f_u"</i>	<i>104</i>
<i>8.- Factor de ajuste por anchura de carril, f_w</i>	<i>105</i>
<i>9.- Factor de ajuste por vehículos pesados, f_{HV}</i>	<i>105</i>
<i>10.- Factor de ajuste por la inclinación de la rasante, f_g</i>	<i>106</i>
<i>11.- Factor de ajuste por estacionamiento, f_p</i>	<i>106</i>
<i>12.- Factor de ajuste por bloqueo de paradas de autobuses, f_{bb}</i>	<i>107</i>
<i>13.- Factor de ajuste por tipo de area, f_a</i>	<i>107</i>
<i>14.- Factor de ajuste por giros a la derecha, f_{RT}</i>	<i>108</i>
<i>15.- Factor de ajuste por giros a la izquierda, f_{LT}</i>	<i>109</i>
<i>16.- Factor de ajuste por sincronía, DF</i>	<i>110</i>
<i>17.- Equivalencia de vehículos de frente para vueltas izquierdas permitidas. E_{LI}</i>	<i>111</i>
<i>18.- Proceso de datos de campo, flujo de saturación</i>	<i>161</i>
<i>19.- Análisis de variancia</i>	<i>180</i>
<i>20.- Resultados estadísticos de las muestras obtenidas en campo</i>	<i>182</i>
<i>21.- Resultados del análisis de variancia</i>	<i>185</i>
<i>22.- Factor de ajuste por vehículos pesados f_{HV} de la investigación</i>	<i>186</i>
<i>23.- Factor de ajuste del manual y de la investigación. Comparación de los resultados</i>	<i>193</i>