

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



**TESIS:**

“EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN  
INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,  
DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL”

**PRESENTA:**

ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE  
DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY  
PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA  
REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

**PARA OPTAR AL TITULO DE:**

INGENIERO CIVIL

**DOCENTE DIRECTOR:**

ING. RIGOBERTO LÓPEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE, NOVIEMBRE DE 2018

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

## **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

### **AUTORIDADES**

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**RECTOR**

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

**VICE-RECTOR ACADÉMICO**

M.S.C. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

**FISCAL GENERAL INTERINO**



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

## **FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

### **AUTORIDADES**

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ

**DECANO**

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ

**VICE-DECANO**

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ

**SECRETARIO**



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ING. JUAN ANTONIO GRANILLO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

ING. RIGOBERTO LÓPEZ

**DOCENTE DIRECTOR**

ING. JOSÉ LUIS CASTRO CORDERO

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

ING. UVÍN EDGARDO ZÚNIGA CRUZ

**TRIBUNAL CALIFICADOR**



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA  
ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

PROYECTO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:  
**INGENIERO CIVIL**

TÍTULO:

**“EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN  
INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,  
DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL”**

PRESENTADO POR:

**ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE  
DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY  
PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA  
REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

**ING. RIGOBERTO LÓPEZ  
DOCENTE DIRECTOR**



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:**

---

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA  
**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

---

ING. RIGOBERTO LÓPEZ  
**DOCENTE DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro Dios Todopoderoso, por prestarnos vida y salud, por darnos la sabiduría y la fuerza de voluntad para poder concluir este trabajo de graduación, venciendo todas las pruebas que se nos presentaron a lo largo de este camino.

A nuestro asesor de tesis el Ing. Rigoberto López, por su valioso apoyo y comprensión brindándonos su ayuda en el desarrollo de este trabajo de graduación; orientándonos en todo momento.

A todos los docentes que a lo largo de los años de estudio compartieron con nosotros todos sus conocimientos.

A nuestros familiares y amigos que de una u otra forma colaboraron para la ejecución de esta investigación.

En fin a todas aquellas personas que de alguna u otra manera ayudaron para poder efectuar con éxito este trabajo de graduación.

**GRUPO DE TESIS.**

**DEDICO ESTE TRIUNFO:**

A **DIOS TODO PODEROSO**, Por llenar mi vida de abundantes bendiciones, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. Gracias Dios por permitirme alcanzar esta meta y por haberme dado todo lo que tengo, ya que reconozco que sin tu ayuda nada es posible.

A **MIS PADRES**: Héctor Adolfo Alvarez Díaz y María Luisa Chicas Sánchez, gracias por enseñarme el valor de las cosas, por ese apoyo incondicional y principalmente por todos los sacrificios que realizaron para que yo pudiera seguir adelante. Les dedico este gran éxito.

A **MI HERMANA**: Griselda Ivania Alvarez Chicas, por su comprensión y apoyo incondicional que me brindo en todo momento.

A **ELLOS**: personas muy especiales en mi vida: Manrix Vásquez, Estela Romero, Nelys de Pereira, gracias por su voto de confianza, su amor y amistad.

A **LOS QUE NO PUEDEN FALTAR**: Joseline Reyes, Alejandra Peraza, Manfredy del Cid, Cesar Mejía, Elmer Martínez, Alejandro Sánchez, Yohalmo Chávez, Magno Martínez, Alber Norlam, por los momentos inolvidables que hemos vivido; gracias por su amistad. 😊

A **MIS COMPAÑEROS DE TESIS**: Manfredy, Joseline y Alejandra, por su ayuda, comprensión y esmero en cumplir nuestros objetivos, por haber formado junto a ellos un excelente grupo de tesis que se esforzó para alcanzar en equipo todas las metas que algún día nos trazamos.

**AL DOCENTE ASESOR ING. RIGOBERTO LÓPEZ**, gracias por brindar toda la confianza y apoyo, por guiarnos para poder culminar con éxito nuestro trabajo de graduación.

**AL JURADO ING. JOSÉ LUIS CASTRO CORDERO e ING. UVIN ZÚNIGA**, gracias por brindarnos grandes aportes para la ejecución correcta del trabajo de graduación.

**A todos los docentes** de la Universidad de El Salvador por su empeño en formarnos y compartir sus conocimientos.

**A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:** Que de alguna manera me brindaron su apoyo y palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante.

**"Todo lo puedo en Cristo que me fortalece" (FILIPENCES 4:13)**

**Iliana Ivette Alvarez Chicas**

## DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO: Por permitirme culminar mis estudios universitarios, por ser la mano que me sostuvo y me lleno de sabiduría y fortaleza en todo momento.

A MIS PADRES: Por haberme enseñado que debo de depender de Dios, por haberse esforzado día a día para que su hijo pudiera llegar hasta la meta, gracias por ese apoyo incondicional.

A MI FAMILIA: Porque a través de mi vida me han demostrado su apoyo de una o de otra manera.

A MIS AMIGOS: Quienes estuvieron ahí alentándome, poniendo su granito de ayuda y compartiendo mis alegrías y tristezas.

A MIS COMPAÑERAS: Iliana, Alejandra y Joseline, por haber formado junto a ellas un excelente grupo de trabajo que se esforzó para alcanzar en equipo todas las metas que algún día nos trazamos.

Y Finalmente a todas las personas que se cruzaron en este camino y que me dieron palabras de aliento y apoyo.

**Elmer Manfredo Del Cid Cruz**

## DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO, que ha guiado cada paso que he dado a lo largo de toda mi vida especialmente ahora en esta carrera, sin soltarme ni dejarme sola.

A MI MADRE; **Reynalda Peraza** porque ha sido el pilar y mi apoyo en el día a día sin dejar que me dé por vencida, además ella siempre ha sido mi ejemplo de esfuerzo y honestidad en el diario actuar de mi vida. A mi hermana **Reina Elizabeth Portillo Peraza** por su apoyo incondicional y que me ha demostrado que no hay dificultad que impida alcanzar una meta. A mis hermanos; **Juan Carlos, Anastasio, Fredis, Felipe y Antonio** que siempre con sus palabras, sus broma y abrazos me daban aliento cuando lo necesitaba. Gracias familia por ser mi ejemplo y confiar siempre en mí, ustedes sembraron las semillas para ser la persona que ahora soy.

A **Arnoldo Méndez**; por su amor, apoyo incondicional y porque siempre confío en mí, a **Sandra y Gaby Hernández** que me brindaron su amor y amistad a lo largo de todo este camino.

A LOS LOQUILLOS DE MI GRUPO: Joseline Reyes, Iliana Alvarez, Elmer Martínez, Manfredy del Cid, Cesar Mejía, Alejandro Sánchez, Yohalmo Chávez, Magno Martínez, Alber Norlam, por todos los momentos de alegrías y enojos que pasamos y sobre todo gracias por su amistad.

COMPAÑEROS DE TESIS: Joseline Reyes, Iliana Alvarez, Manfredy del Cid; por su apoyo incondicional, su amor, cariño y paciencia a lo largo de todo este trabajo; y que con dificultades y todo nunca nos dejamos vencer.

AL DOCENTE ASESOR **Ing. Rigoberto López**, gracias por confiar en nosotros y guiarnos para poder culminar con éxito nuestro trabajo de graduación.

AL JURADO **Ing. Uvin Zúniga e Ing. José Luis Castro**, por brindarnos grandes aportes para la ejecución correcta del trabajo de graduación. A todos los docentes de la Universidad de El Salvador por su empeño en formarnos y compartir sus conocimientos.

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS que, sin ustedes, este logro no hubiera sido posible. A todos los que formaron parte de esta grandiosa aventura y colocaron su granito de arena.

*Teresa Alejandra Portillo Peraza*

## **DEDICATORIA**

A Dios: Por ser mi fuerza y mi aliento en momentos de dificultad y mi alegría en momentos de triunfo, tu infinita misericordia cubre mi familia y te agradeceremos por siempre las bendiciones que recibimos de ti. Para él sea la gloria eternamente.

A mi Mamá: María del Carmen Cruz, mi luz en medio de toda dificultad, gracias por estar siempre para mí y no dejarme caer en todo momento. Mi más grande ejemplo de lucha y entrega. Este logro es nuestro, Te amo mami.

A Mi Familia: Por enseñarme el valor de la perseverancia y la paciencia, gracias por apoyarme siempre en cada etapa de mi vida, es un honor compartir mis triunfos y alegrías con Uds.

A Mi Novio: René Alberto Claros. Por estar a mi lado y apoyarme siempre en todo momento, me enseñas que vivir el presente es lo más bonito de la vida. Te amo.

A Mis Amigos: Mi segunda familia, gracias a Dios por ponerlos en mi vida a cada uno de uds (Vanesa, Haydee, Susana, Alicia, Ricardo, Elmer y Alber) forman una parte muy especial en mi vida. Los quiero mucho.

A Mis Compañeros: Alejandra, Iliana y Manfredy por haber formado un gran equipo juntos. Gracias por la paciencia y el esfuerzo por culminar esta etapa. A seguir cumpliendo nuestros sueños, colegas.

REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

## RESUMEN

Este trabajo consiste en CINCO Capítulos, los cuales se describen a continuación:

El Capítulo UNO, constituye El Anteproyecto.

En el Capítulo DOS, se describen los marcos referenciales (Histórico, Normativo y teórico) así como también la teoría existente en relación a la ingeniería de tránsito, por ejemplo, objetivos y alcances, los flujos vehiculares, etc.

El Capítulo TRES, incluye el procedimiento de aplicación en el análisis y diagnóstico del congestionamiento vehicular en las intersecciones; se determina detalles de la ubicación, situación problemática, uso de suelo, situación actual de las intersecciones, cálculo de volúmenes de tránsito, y muchos aspectos importantes para el estudio.

En el Capítulo CUATRO, se efectúa un estudio del tránsito utilizando el Highway Capacity Manual 2000 (HCM). Y se presentan las alternativas para la solución al congestionamiento vehicular y realizando un análisis se determina la propuesta más factible a corto plazo que solucionara en gran medida el problema.

El Capítulo CINCO, presenta conclusiones y recomendaciones.



## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO 1: ANTEPROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN.....	23
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	24
1.2.2 JUSTIFICACIÓN.....	26
1.3 OBJETIVOS.....	28
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	28
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....	28
1.4 DELIMITACIÓN.....	29
1.4.1 ALCANCES .....	29
1.4.2 LIMITACIONES.....	30
1.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
1.5.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....	31
1.5.2 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS A EMPLEARSE EN LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....	33
1.5.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS OPERACIONAL (HCM 2000) .....	34

### CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTÓRICO. ....	38
2.1.1 INICIO DE LAS CARRETERAS EN EL SALVADOR. ....	38
2.1.2 MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM). ....	40
2.2 MARCO NORMATIVO .....	42
2.2.1 LEY DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.....	42



2.2.2 LEY DE TRANSPORTE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL.....	44
2.2.3 REGLAMENTO DE TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA DE EL SALVADOR.....	45
2.2.4 REGLAMENTO GENERAL DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.....	46
2.2.5 ACUERDO CENTROAMERICANO SOBRE CIRCULACIÓN POR CARRETERAS.....	47
2.2.6 MANUAL DE NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	48
2.3 MARCO TEÓRICO .....	48
2.3.1 INGENIERÍA DE TRÁNSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES .....	48
2.3.1.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO.....	48
2.3.1.2 ALCANCES DE LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO.....	50
2.3.1.3 VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	53
2.3.2 VOLUMEN, TASA DE FLUJO, DEMANDA Y CAPACIDAD.....	53
2.3.2.1 VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTOS O TOTALES.....	55
2.3.2.2 VOLÚMENES DE TRÁNSITO PROMEDIO DIARIOS.....	56
2.3.2.3 VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS.....	57
2.3.2.4 USO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO .....	58
2.3.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO .....	61
2.3.2.6 DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	62
2.3.2.7 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA .....	62
2.3.2.8 VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	63
2.3.2.9 VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	64
2.3.2.10 VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	64
2.3.3 ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO.....	64
2.3.4 CONGESTIONAMIENTO.....	66
2.3.4.1 ANÁLISIS DE LA CONGESTIÓN.....	67
2.3.4.2 SIGNIFICADO ANALÍTICO DE LA CONGESTIÓN.....	68



<b>2.3.5 ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS CARRETERAS .....</b>	<b>69</b>
<b>2.3.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>2.3.7 TIPOS DE VEHÍCULOS.....</b>	<b>72</b>
<b>2.3.7.1 VEHÍCULOS QUE UTILIZAN LA INTERSECCIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>2.3.8 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONFLICTO EN UNA INTERSECCIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>2.3.9 CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL.....</b>	<b>77</b>
<b>2.3.9.1 REQUISITOS DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO.....</b>	<b>78</b>
<b>2.3.9.2 DEFINICIÓN DE SEMÁFOROS .....</b>	<b>88</b>
<b>2.3.9.3 INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS.....</b>	<b>93</b>
<b>2.3.10 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO .....</b>	<b>93</b>
<b>2.3.10.1 CAPACIDAD DE LAS INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS. ....</b>	<b>94</b>
<b>2.3.11 DEMORAS.....</b>	<b>96</b>
<b>2.3.12 MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM) .....</b>	<b>96</b>
<b>2.3.12.1 ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN. ....</b>	<b>96</b>
<b>1. MODULO DE ENTRADA. ....</b>	<b>98</b>
<b>2. MODULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.....</b>	<b>100</b>
<b>3. MODULO DE INTENSIDADES DE SATURACIÓN .....</b>	<b>105</b>
<b>4. MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....</b>	<b>107</b>
<b>5. MODULO DEL NIVEL DE SERVICIO.....</b>	<b>110</b>

### **CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN**

<b>3.1 DETALLES DE LA UBICACIÓN. ....</b>	<b>118</b>
<b>3.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>118</b>
<b>3.3 USO DEL SUELO.....</b>	<b>119</b>
<b>3.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERSECCIONES.....</b>	<b>120</b>
<b>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE. ....</b>	<b>121</b>



CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE. ....	130
CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE.....	139
CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE.....	148
CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE.....	157
<b>3.5 EVALUACIÓN VISUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL ACTUAL.....</b>	<b>166</b>
<b>3.6 CÁLCULO DE VOLUMEN DE TRÁNSITO .....</b>	<b>167</b>
<b>3.7 PASOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN.....</b>	<b>169</b>
<b>3.7.1 MÓDULO DE ENTRADA. ....</b>	<b>169</b>
<b>3.7.2 MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.....</b>	<b>175</b>
<b>3.7.3 MÓDULO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.....</b>	<b>179</b>
<b>3.7.4 MÓDULO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD. ....</b>	<b>182</b>
<b>3.7.5 MÓDULO DE NIVEL DE SERVICIO. ....</b>	<b>185</b>

#### **CAPÍTULO 4: PROCESAMIENTO DE DATOS**

<b>4.1 DATOS DE ENTRADA.....</b>	<b>191</b>
<b>4.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS .....</b>	<b>191</b>
<b>4.1.2 INCLINACIÓN DE ACCESOS EN LAS INTERSECCIONES.....</b>	<b>193</b>
<b>4.1.3 FASES DE LOS SEMÁFOROS .....</b>	<b>194</b>
<i>4.1.3.1 DIAGRAMAS DE FASES EN LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO .....</i>	<i>194</i>
<b>4.2 AFOROS VEHICULARES .....</b>	<b>197</b>
<b>4.2.1 CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE .....</b>	<b>199</b>
<b>4.2.2 CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE.....</b>	<b>210</b>
<b>4.2.3 CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE .....</b>	<b>221</b>
<b>4.2.4 CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE .....</b>	<b>232</b>
<b>4.2.5 CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE .....</b>	<b>243</b>



<b>4.3 AFOROS PEATONALES .....</b>	<b>256</b>
<b>4.4 APLICACIÓN METODOLÓGICA.....</b>	<b>261</b>
<b>4.4.1 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE – 8 CALLE ORIENTE.....</b>	<b>262</b>
<b>4.4.1.1 FORMULARIO DE ENTRADA. ....</b>	<b>262</b>
<b>4.4.1.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES. ....</b>	<b>265</b>
<b>4.4.1.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.....</b>	<b>268</b>
<b>4.4.1.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD. ....</b>	<b>270</b>
<b>4.4.1.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.....</b>	<b>273</b>
<b>4.4.2 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE - 6 CALLE ORIENTE. ....</b>	<b>278</b>
<b>4.4.2.1 FORMULARIO DE ENTRADA. ....</b>	<b>278</b>
<b>4.4.2.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES. ....</b>	<b>281</b>
<b>4.4.2.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.....</b>	<b>284</b>
<b>4.4.2.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD. ....</b>	<b>286</b>
<b>4.4.2.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.....</b>	<b>289</b>
<b>4.4.3 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE – 4 CALLE ORIENTE.....</b>	<b>294</b>
<b>4.4.3.1 FORMULARIO DE ENTRADA. ....</b>	<b>294</b>
<b>4.4.3.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES. ....</b>	<b>297</b>
<b>4.4.3.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.....</b>	<b>300</b>
<b>4.4.3.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD. ....</b>	<b>302</b>
<b>4.4.3.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.....</b>	<b>305</b>
<b>4.4.4 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE – 2 CALLE ORIENTE.....</b>	<b>310</b>
<b>4.4.4.1 FORMULARIO DE ENTRADA. ....</b>	<b>310</b>
<b>4.4.4.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES. ....</b>	<b>313</b>
<b>4.4.4.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.....</b>	<b>316</b>
<b>4.4.4.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD. ....</b>	<b>318</b>
<b>4.4.4.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.....</b>	<b>321</b>





**CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>5.1 CONCLUSIONES .....</b>	<b>379</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>382</b>
<b>5.3 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>384</b>
<b><u>ANEXOS</u>.....</b>	<b>386</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1: SEÑALES DE TRÁNSITO SEGÚN COLOR.....</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 2: SEÑALES PREVENTIVAS DE TRÁNSITO.....</i>	<i>83</i>
<i>FIGURA 3: SEÑALES RESTRINGIDAS DE TRÁNSITO.....</i>	<i>84</i>
<i>FIGURA 4: SEÑALES INFORMATIVAS DE TRÁNSITO.....</i>	<i>85</i>
<i>FIGURA 5: SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN.....</i>	<i>86</i>
<i>FIGURA 6: DETALLES DE LA INTERSECCIÓN.....</i>	<i>125</i>
<i>FIGURA 7: SEÑALES DE TRÁNSITO DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>126</i>
<i>FIGURA 8: ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE... ..</i>	<i>127</i>
<i>FIGURA 9: ILUMINACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>128</i>
<i>FIGURA 10: DRENAJE ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>129</i>
<i>FIGURA 11: DETALLES DE LA INTERSECCIÓN.....</i>	<i>134</i>
<i>FIGURA 12: SEÑALES DE TRÁNSITO DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>135</i>
<i>FIGURA 13: ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>136</i>
<i>FIGURA 14: ILUMINACIÓN ACTUAL EN LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>137</i>
<i>FIGURA 15: DRENAJE ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>138</i>
<i>FIGURA 16: DETALLES DE LA INTERSECCIÓN.....</i>	<i>143</i>
<i>FIGURA 17: SEÑALES DE TRÁNSITO DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>144</i>
<i>FIGURA 18: ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>145</i>
<i>FIGURA 19: ILUMINACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>146</i>
<i>FIGURA 20: DRENAJE ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>147</i>
<i>FIGURA 21: DETALLES DE LA INTERSECCIÓN.....</i>	<i>152</i>
<i>FIGURA 22: SEÑALES DE TRÁNSITO EN LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>153</i>
<i>FIGURA 23: ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA EN LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>154</i>
<i>FIGURA 24: ILUMINACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>155</i>
<i>FIGURA 25: DRENAJE ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>156</i>



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<i>FIGURA 26: DETALLES DE LA INTERSECCIÓN.....</i>	<i>161</i>
<i>FIGURA 27: SEÑALES DE TRÁNSITO EN LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE. ....</i>	<i>162</i>
<i>FIGURA 28: ESTADO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA INTERSECCIÓN .....</i>	<i>163</i>
<i>FIGURA 29: ILUMINACIÓN EN LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>164</i>
<i>FIGURA 30: DRENAJE ACTUAL EN LA INTERSECCIÓN 4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE.....</i>	<i>165</i>
<i>FIGURA 31: FORMATO PARA TOMA DE DATOS DE AFORO VEHICULAR. ....</i>	<i>168</i>
<i>FIGURA 32: EJEMPLO DE FORMULARIO DE MÓDULO DE ENTRADA.....</i>	<i>174</i>
<i>FIGURA 33: EJEMPLO DE FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.....</i>	<i>178</i>
<i>FIGURA 34: EJEMPLO DE FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN. ....</i>	<i>181</i>
<i>FIGURA 35: EJEMPLO DE FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD. ....</i>	<i>184</i>
<i>FIGURA 36: EJEMPLO DE FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.....</i>	<i>189</i>
<i>FIGURA 37: SEÑAL DE ALTO. ....</i>	<i>357</i>
<i>FIGURA 38: SEÑAL RESTRICTIVA PROHIBIDO ESTACIONAR. ....</i>	<i>358</i>
<i>FIGURA 39: RESTRICCIÓN DE GIROS A LA IZQUIERDA. ....</i>	<i>360</i>
<i>FIGURA 40: RESTRICCIÓN DE GIROS A LA DERECHA.....</i>	<i>361</i>
<i>FIGURA 41: LÍNEAS DE GIRO Y FLECHAS DIRECCIONALES.....</i>	<i>364</i>
<i>FIGURA 42: PASO PEATONAL TIPO “CEBRA”. ....</i>	<i>365</i>
<i>FIGURA 43: SEMÁFORO DE TIEMPO FIJO COLOCADO EN POSTE.....</i>	<i>367</i>
<i>FIGURA 44: SEÑAL VERTICAL INFORMATIVA DE DESTINO. ....</i>	<i>369</i>



## ÍNDICE DE CUADROS

<i>CUADRO 1: RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL INTERSECCIÓN 4 AV. NORTE - 8 CALLE ORIENTE.</i>	<i>124</i>
<i>CUADRO 2: RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AV. NORTE - 6 CALLE ORIENTE.</i>	<i>133</i>
<i>CUADRO 3: RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AV. NORTE - 4 CALLE ORIENTE.</i>	<i>142</i>
<i>CUADRO 4: RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INTERSECCIÓN 4 AV. NORTE - 2 CALLE ORIENTE.</i>	<i>151</i>
<i>CUADRO 5: RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4 AV. SUR - 7 CALLE ORIENTE.</i>	<i>160</i>
<i>CUADRO 6: EVALUACIÓN VISUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL ACTUAL EN LAS INTERSECCIONES.</i>	<i>166</i>
<i>CUADRO 7: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO.</i>	<i>192</i>
<i>CUADRO 8: INCLINACIÓN EN LOS ACCESO DE LAS INTERSECCIONES.</i>	<i>193</i>
<i>CUADRO 9: FASES DE LOS SEMÁFOROS EN LAS INTERSECCIONES.</i>	<i>197</i>
<i>CUADRO 10: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).</i>	<i>202</i>
<i>CUADRO 11: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).</i>	<i>203</i>
<i>CUADRO 12: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).</i>	<i>204</i>
<i>CUADRO 13: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).</i>	<i>205</i>
<i>CUADRO 14: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).</i>	<i>206</i>
<i>CUADRO 15: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).</i>	<i>207</i>
<i>CUADRO 16: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).</i>	<i>208</i>
<i>CUADRO 17: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON OCTAVA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).</i>	<i>209</i>



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<i>CUADRO 18: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>213</i>
<i>CUADRO 19: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>214</i>
<i>CUADRO 20: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>215</i>
<i>CUADRO 21: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>216</i>
<i>CUADRO 22: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>217</i>
<i>CUADRO 23: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>218</i>
<i>CUADRO 24: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>219</i>
<i>CUADRO 25: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEXTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>220</i>
<i>CUADRO 26: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>224</i>
<i>CUADRO 27: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>225</i>
<i>CUADRO 28: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>226</i>
<i>CUADRO 29: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>227</i>
<i>CUADRO 30: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>228</i>



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<i>CUADRO 31: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	229
<i>CUADRO 32: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	230
<i>CUADRO 33: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON CUARTA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	231
<i>CUADRO 34: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.)</i> .....	235
<i>CUADRO 35: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.)</i> .....	236
<i>CUADRO 36: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.)</i> .....	237
<i>CUADRO 37: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.)</i> .....	238
<i>CUADRO 38: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	239
<i>CUADRO 39: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	240
<i>CUADRO 40: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	241
<i>CUADRO 41: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA NORTE INTERSECCIÓN CON SEGUNDA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.)</i> .....	242
<i>CUADRO 42: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.)</i> .....	246
<i>CUADRO 43: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.)</i> .....	247



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<i>CUADRO 44: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>248</i>
<i>CUADRO 45: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>249</i>
<i>CUADRO 46: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (11:00 A.M. - 1:00 P.M.).....</i>	<i>250</i>
<i>CUADRO 47: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>251</i>
<i>CUADRO 48: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>252</i>
<i>CUADRO 49: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>253</i>
<i>CUADRO 50: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>254</i>
<i>CUADRO 51: AFORO VEHICULAR - CUARTA AVENIDA SUR INTERSECCIÓN CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE (3:00 P.M. - 5:00 P.M.).....</i>	<i>255</i>
<i>CUADRO 52: RESUMEN DE DEMORA Y NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN LAS INTERSECCIONES ANALIZADAS. ....</i>	<i>342</i>
<i>CUADRO 53: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE. ....</i>	<i>344</i>
<i>CUADRO 54: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE. ....</i>	<i>345</i>
<i>CUADRO 55: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE. ....</i>	<i>346</i>
<i>CUADRO 56: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE.....</i>	<i>347</i>



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

*CUADRO 57: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN  
CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE. .... 348*

*CUADRO 58: FASES DE LOS SEMÁFOROS EN LAS INTERSECCIONES..... 356*

*CUADRO 59: COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INTERSECCIONES CON LA SITUACIÓN IDEAL SEGÚN  
EL HCM..... 376*



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS CARRETERAS.</i> .....	70
<i>TABLA 2: CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS VEHÍCULOS.</i> .....	74
<i>TABLA 3: TIPOS DE CONFLICTOS EN LAS INTERSECCIONES.</i> .....	76
<i>TABLA 4: VARIACIÓN APROXIMADOS DE RC.</i> .....	388
<i>TABLA 5: FACTORES DE UTILIZACIÓN DE CARRIL.</i> .....	388
<i>TABLA 6: FACTOR DE AJUSTE PROGRESIÓN.</i> .....	389
<i>TABLA 7: CRITERIOS DE NIVELES DE SERVICIOS PARA INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS.</i> .....	390
<i>TABLA 8: FACTOR DE AJUSTE POR ANCHURA DE CARRIL.</i> .....	390
<i>TABLA 9: FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULO PESADO.</i> .....	391
<i>TABLA 10: FACTOR DE AJUSTE POR INCLINACIÓN DE RASANTE.</i> .....	391
<i>TABLA 11: FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTO.</i> .....	392
<i>TABLA 12: FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEOS EN PARADAS DE AUTOBUSES.</i> .....	392
<i>TABLA 13: FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE ÁREA.</i> .....	393
<i>TABLA 14: FACTOR DE AJUSTE POR GIRO A LA DERECHA.</i> .....	394



# CAPÍTULO 1:

# ANTEPROYECTO.



## 1.1 INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las grandes ciudades, el congestionamiento vehicular se ha convertido en un problema social que afecta a las áreas urbanas de las ciudades. Ante este fenómeno, las organizaciones civiles y los gobiernos han implementado campañas de educación y seguridad vial que ayudan a minimizar el problema.

En el presente documento se expone la investigación dirigida a la evaluación del congestionamiento vial en las principales intersecciones semaforizadas del área urbana de la Ciudad de San Miguel; las intersecciones reguladas por semáforos son unas de las situaciones más complejas en el sistema circulatorio, en el análisis de estas intersecciones deben considerarse una amplia variedad de condiciones prevalecientes, en las que se debe incluir la cantidad y la distribución del tráfico rodado, composición del mismo, características geométricas y los detalles de las señalizaciones, para que estos datos sean evaluados según la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2000).

La movilidad urbana, es un tema que forma parte de una solución factible al problema del congestionamiento vehicular en la ciudad de San Miguel.

La manera de desplazarse de un punto a otro dentro de la ciudad impacta no solo al usuario que utiliza un vehículo motorizado, si no también involucran a los peatones que circulan en las intersecciones.

El documento tiene como propósito presentar una evaluación de las principales causantes del congestionamiento vehicular mediante el análisis de la circulación, que determina la capacidad y los niveles de servicio de los accesos a las intersecciones semaforizadas.



## **1.2 DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

A pesar de que en los últimos tiempos con los avances tecnológicos, se han logrado proyectar y construir sistemas viales más acordes con el entorno urbano de las áreas adyacentes y a los requerimientos operacionales de los vehículos que los utilizan, al igual que diseños urbanos consistentes con los requerimientos del tránsito vehicular, de peatones, carga, transporte público y usos del suelo urbano; los problemas de tránsito en muchos lugares aún persisten.

En la Ciudad de San Miguel se presenta la necesidad de realizar una evaluación del congestionamiento vehicular, ya que a medida que las sociedades se han desarrollado económicamente tienen más capacidad para obtener bienes que son utilizados para la movilidad de las personas.

Este crecimiento trae consigo el aumento de la demanda vehicular por lo que la calzada tiene que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos y pesados, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades o estacionamientos, etc.; originando problemas de tránsito, por lo general se pueden medir en términos de accidentes y congestionamiento.



Los periodos de tiempo de horas punta se incrementan cada vez más debido a la acumulación excesiva de automóviles dentro de un carril sobre las principales calles y avenidas de la ciudad.

El área de estudio está ubicado en la zona oriental del país, exactamente en el Municipio de San Miguel, Departamento de San Miguel con una extensión de 2,077.10 Km<sup>2</sup>. Posee las características de ser el centro de atracción de las ciudades ubicadas al oriente de la república de El Salvador, convirtiéndose en la segunda ciudad más importante del país.

La demanda vehicular ha incrementado considerablemente en los últimos años y esto se ve reflejado en el colapso de las calles y avenidas de la ciudad.

El centro de la ciudad, es destacada como una zona altamente comercial, que genera a la vez un alto índice de tránsito vehicular. La Cuarta avenida se enfrenta a un desorden vial, sobre todo desde la octava calle oriente hasta la séptima calle oriente, cuyas causas pudieran estar relacionadas principalmente por agentes como: vehículos livianos y pesados, peatones, paradas informales de autobuses y períodos de espera prolongados de los mismos, estacionamientos que ocupan los comercios en uno de los carriles de la vía, además de no respetar las zonas para el paso de los peatones en las bocas calles.

Es necesario que se revise el estado actual de las intersecciones en esta avenida así como los factores que intervienen a la generación de congestiónamiento sobre todo por ser una de las que posee más controladores de tránsito como son los semáforos de tiempos fijos.

Finalmente se podría mencionar que el problema del congestiónamiento llega a ser un problema de todos (peatones, conductores y sociedad en general).



### **1.2.2 JUSTIFICACIÓN.**

Las características del transporte urbano, las condiciones de las vías, las formas de conducir, las políticas de transporte orientadas a los vehículos en particular, etc. ha llevado a un estado de congestionamiento vehicular generando trastornos sociales, ambientales, de infraestructura, de tiempo y cobertura; convirtiendo a la ciudad en un entorno caótico, desordenado y contaminado.

El continuo crecimiento de la flota vehicular y el colapso de las carreteras hacen necesario que se realice una evaluación de dicha problemática, esto con el objeto de aportar a la búsqueda de soluciones

El incremento de la densidad poblacional y comercial se ha concentrado en la zona periférica al centro de la ciudad, lo que sumado a facilidades en la adquisición de vehículos privados y un deficiente sistema de transporte público, generan una gran demanda de vialidad y sistemas que controlen el tránsito que circula diariamente; al haber más demanda vehicular hay más tráfico vehicular y más en los lugares o zonas céntricas de las ciudades.

Las calles y avenidas de la ciudad están trazadas con características de curvatura, pendiente, sección transversal y capacidad de carga, correspondiente a un tránsito lento, pequeño y liviano, cuando en el país el desarrollo del parque automotor ha sido drástico en los últimos años. Además se debe considerar el desarrollo del vehículo liviano que en la actualidad presenta características que le permiten transitar a una velocidad considerada dentro del circuito urbano.



La cuarta avenida es una de las vías más utilizada por los usuarios, sirve como acceso a la zona céntrica de la ciudad San Miguel. Es por esta razón que es considerada como una de las zonas con mayor índice de tráfico vehicular, ya que aquí convergen vehículos livianos y transporte público que ayuda a aumentar el problema.

A lo largo de la cuarta avenida se destaca el uso de controladores de tránsito, tales como los semáforos de tiempo de fijo. Se ubican en 5 intersecciones específicamente. Es por esta razón que es importante realizar la evaluación, y determinar las causas que generan el congestionamiento en estas intersecciones aun cuando existen estos dispositivos que se supone está para mejorar la circulación vial.

Es necesario hacer una evaluación del estado actual de la avenida, y determinar las causas que están generando la congestión vehicular a través del Análisis de la Circulación para vías semaforizadas según el Método de Capacidad Vial de Carreteras.

El problema de la congestión vehicular es compleja y hasta el momento no se le ha dado la importancia, tiempo y recursos que requiere.

La evaluación respectiva al congestionamiento vehicular podrá contribuir con el desarrollo de la ciudad de San Miguel, generando condiciones propicias para un tráfico ordenado y eficiente mejorando las vías, es decir que éstas tengan buenas condiciones en la cual puedan transportarse los usuarios con más facilidad en cualquier hora o época del año.



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Evaluar el tránsito en las principales intersecciones viales del área urbana de la ciudad de San Miguel, Departamento de San Miguel.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ❖ Evaluar el estado actual de la señalización vial.
- ❖ Obtener la composición del flujo vehicular en funciones de los aforos, la capacidad y el nivel de servicio en las principales intersecciones.
- ❖ Determinar por medio del Manual de Capacidad de Carreteras, la relación entre volumen y capacidad como características del tránsito vehicular.
- ❖ Revisar los factores que influyen la eficiencia de las intersecciones de estudio.



## 1.4 DELIMITACIÓN

### 1.4.1 ALCANCES

Elaborar un diagnóstico de la capacidad y nivel de servicio de las principales intersecciones semaforizadas de un tramo de la cuarta avenida de la ciudad de San Miguel, con base en la información recopilada en campo y utilizando el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), con el objeto de que la evaluación contribuya a la planeación y diseño de posibles intervenciones futuras en las intersecciones analizadas.

1. Dentro de la evaluación del congestionamiento vehicular, se determinará la demanda vehicular actual en cada intersección de estudio utilizando aforos, calculando así el Transito Promedio Diario Anual (TPDA).
2. Previo a la evaluación del congestionamiento vehicular, es necesario que se revise el diseño geométrico de cada intersección (Tipo de área, Número de carriles, Ancho promedio de carriles, Pendientes), e identificar la señalización vial actual en las intersecciones de estudio.
3. Con el estudio de las intersecciones se pretende dar a conocer las principales causas que originan el congestionamiento vehicular que actualmente existen en las intersecciones semaforizadas de análisis.



## 1.4.2 LIMITACIONES

1. El trabajo está dirigido únicamente a la evaluación del congestionamiento vehicular en las principales intersecciones semaforizadas con controladores de tiempo fijo de un tramo de la cuarta avenida del área urbana de la Ciudad de San Miguel.
2. El estudio se enfocara en las siguientes 5 intersecciones semaforizadas con mayor demanda vehicular en horas pico del día sobre un tramo de la cuarta avenida norte y sur:
  - Cuarta avenida norte intersección con Octava calle oriente.
  - Cuarta avenida norte intersección con Sexta calle oriente.
  - Cuarta avenida norte intersección con Cuarta calle oriente.
  - Cuarta avenida norte intersección con Segunda calle oriente.
  - Cuarta avenida sur intersección con Séptima calle oriente.
3. La evaluación del congestionamiento se realizara según la metodología propuesta, y el análisis se presentara a través de formularios según el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).
4. El estudio no pretende generalizar los resultados obtenidos, sino que busca brindar algunos factores iniciales que afectan la eficiencia de las intersecciones y que deben ser verificados y complementadas con futuras investigaciones.



## **1.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se realizará un sondeo, que permita recopilar la información existente a través de las entidades gubernamentales de manera que se dé una solución al problema de congestión vehicular en las principales intersecciones de estudio en el área urbana de la Ciudad de San Miguel.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo descriptivo que usa la recolección de datos, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento.

La evaluación está dirigida a las intersecciones semaforizadas que se sitúan sobre la Cuarta avenida norte y sur, específicamente en 5 siguientes:

- Cuarta avenida norte intersección con Octava calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Sexta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Cuarta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Segunda calle oriente.
- Cuarta avenida sur intersección con Séptima calle oriente.

En estas intersecciones se pueden observar diversos problemas, los cuales son originados por diferentes razones, entre ellos se pueden mencionar:

- a. El tipo de control de tránsito que se encuentra en la intersección.



- b. Los movimientos de giro que son permitidos.
- c. El número de conflictos presente en la intersección.
- d. Congestionamiento de vehículos, tanto livianos como de carga en la intersección.
- e. El crecimiento del comercio en la Cuarta Avenida, genera tráfico por vehículos que usan la vía como estacionamientos en estos centros y por los vehículos de carga que surten los productos.

Para el aforo vehicular:

Se realizó una visita de campo a las intersecciones en estudio, para observar el flujo vehicular existente desde las 6:00 a.m. hasta las 6:00 p.m., donde se determinó dos intervalos de tiempo diferentes durante horas de máxima demanda vehicular, los cuales son:

- ✓ 11:00 A.M. – 1:00 P.M. (Intervalo de horas con mayor tránsito vehicular asumido)
- ✓ 3:00 P.M. – 5:00 P.M. (Intervalo de horas con mayor tránsito vehicular asumido)

Las personas encargadas del conteo deben ubicarse en un punto de referencia en la intersección. Cada uno debe situarse a un lado de la vía, de manera que se pueda contar de forma clara los vehículos que pasan en el primer y en el segundo carril.

Para realizar el conteo de los vehículos, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Todo vehículo debe ser incluido en el conteo de acuerdo a la clasificación vehicular
2. Se cuenta cada vehículo que pasa por el punto de referencia.



## **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados de la evaluación se presentan en formularios que se llenaron según la metodología descrita en el capítulo 9 del Manual de Capacidad de Carreteras. El análisis de la circulación de intersecciones semaforizadas se divide en 5 módulos y en cada uno de estos se debe llenar un formulario.

Una vez completos los formularios para las 5 intersecciones analizadas, se concluye con la evaluación de la capacidad y nivel de servicio actual en cada una de estas.

### **1.5.2 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS A EMPLEARSE EN LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Se realizó un estudio de tráfico haciendo una clasificación vehicular (consiste en colocar un aforo en cada arteria que converge con la intersección y ordenar de acuerdo al tipo y cantidad de vehículo que transita en la intersección) tomando como referencia la tabla de clasificación general de vehículos<sup>1</sup>. Los aforos se hicieron en horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m. y de 3:00 p.m. a 5:00 p.m.; los aforos servirán para el conteo de los vehículos que cruzan en la cada intersección y los que se detienen por los cambios de luz en los semáforos. La medición de tiempos de espera y los tiempos del semáforo se hizo con un cronómetro manual. Para la revisión del diseño geométrico, como las medidas de anchos de carril se utilizó una cinta métrica y libreta de anotaciones. Para calcular el nivel de la

---

<sup>1</sup> Fuente: Ingeniería de Tránsito Cal y Mayor. Capítulo 5. Tabla 5.6-Clasificación general de los vehículos.



rasante y las áreas de giros en cada intersección de estudio se hizo un levantamiento topográfico con estación total para cada una de las intersecciones semaforizadas de análisis, además se presentarán planos de planimetría y altimetría de cada intersección.

Se hizo un inventario vial de forma esquemática, que comprende los tipos de señales viales (horizontales y verticales) y si la zona de estudio es área comercial. Los factores que afectan la eficiencia de las intersecciones de estudio se revisarán de forma visual y se entregará un resumen de los mismos.

### **1.5.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS OPERACIONAL (HCM 2000)**

Mediante el análisis operacional se determina la capacidad y el nivel de servicio de cada grupo de carriles o acceso, lo mismo que el nivel de servicio de la intersección como un todo o globalmente, a partir de una información detallada de las condiciones prevalecientes geométricas, del tránsito y del control semafórico.

La metodología del análisis de la circulación proporcionado en el capítulo 9 del Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM), toma en cuenta los detalles de componentes importantes tales como: las intensidades de demanda o servicio de la intersección, la semaforización de la intersección, el diseño o características geométricas de la intersección y la demora o el nivel de servicio resultante de estos componentes.

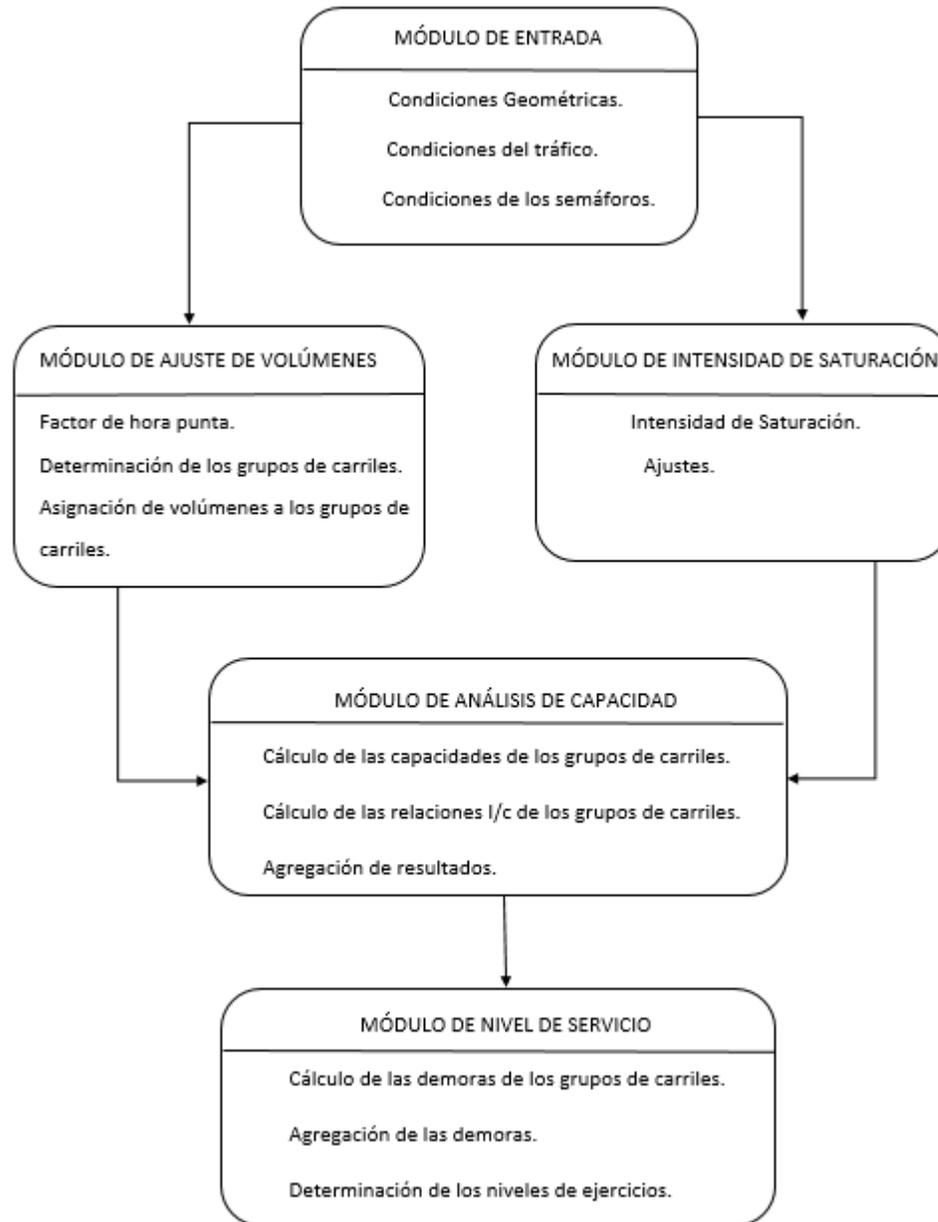


El método puede utilizarse para:

1. Determinar el nivel de servicio: a partir de los detalles de la circulación, la semaforización y la geometría de la intersección
2. Determinar las Intensidades de servicio: tolerables para niveles de servicio seleccionados conociendo los detalles de la semaforización y la geometría.
3. Determinación de la temporización o reglaje de los semáforos (para un plan de fase supuesto) conociendo el nivel de servicio deseado y los detalles de la circulación y la geometría.
4. Determinar la geometría básica (número o asignación de carriles), conociendo el nivel de servicio deseado y los detalles de la circulación y la semaforización.



## PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN.



En el capítulo 2, se describen los procedimientos para cada módulo, es decir, para la determinación del nivel de servicio y capacidad para cada intersección de análisis.



# **CAPÍTULO 2:**

## **MARCO**

### **REFERENCIAL.**



## **2.1 MARCO HISTÓRICO.**

### **2.1.1 INICIO DE LAS CARRETERAS EN EL SALVADOR.**

El inicio de carreteras en la historia de El Salvador, data desde 1528, fecha en la cual fue fundada por los españoles la Villa de San Salvador, en la cual tardaron quince días en trazar las calles, plaza e iglesia, en ese entonces las calles de los diferentes poblados eran únicamente de tierra y las principales reforzadas de piedra, ya que el vehículo de transporte utilizado eran los carretones o caballos.

Las carretas y carruajes que llevaban a las personas de un punto de la ciudad a otro fueron reemplazados primero por tranvías de tracción animal y después por tranvías eléctricos. Ya en la década de 1920 fueron asfaltadas las principales calles de San Salvador, y la mejoría de las calles obedecía también a otra consideración fundamental: la llegada del automóvil allá por 1915 y, pocos años más tarde, del camión y del autobús.

A partir de entonces el crecimiento de la infraestructura vial urbana e interurbana ha ido incrementándose aceleradamente, de acuerdo a la expansión de centros industriales, de producción, de servicios así como de los habitacionales.

En 1916 el Poder Ejecutivo considerando la necesidad urgente de poseer buenas vías de comunicación en relación con el tráfico de ese entonces, así como por las necesidades individuales, comerciales, industriales y agrícolas del país y estimando que esto debe ser, por su gran importancia, objeto de dirección y estudio especial, emitió el Decreto de creación de la Dirección General de Caminos, la cual funcionaría como una entidad técnica - consultiva, anexa al Ministerio de Gobernación y Fomento, la cual tendría a su



cargo todo lo relacionado con las vías de comunicación de la República, puentes y obras que tengan relación con éstas.

Fue hasta en 1917, que se emite un Decreto Legislativo de creación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, la cual posteriormente asumiría todas las funciones encomendadas a las anteriores oficinas de regulación vial.

En 1948, El Ministerio de Fomento y Obras Públicas contaba con la Dirección General de Carreteras.

En 1954, la Dirección de Urbanismo y Arquitectura y la Dirección de Caminos, se convierte en Direcciones Generales dentro del Ramo de Obras Públicas. Todos estos cambios son producto de la necesidad de ordenar el crecimiento de las ciudades, tanto en su parte arquitectónica como en infraestructura, por lo cual se le encomiendan las funciones específicas de construir, mantener y rehabilitar la infraestructura urbana y vial del país, en esta última se incluyen las carreteras interurbanas, rurales y urbanas; las cuales se constituyen en uno de los pilares que sostiene la economía nacional.

Actualmente el Ministerio de Obras Públicas, dentro de su organización cuenta con tres Viceministerios:

Transporte: Se encarga de la reglamentación del tráfico, tanto rural como urbano, así como de los transportes aéreos, terrestres y marítimos.



Vivienda y Desarrollo Urbano: Se encarga de todo lo relativo a las proyecciones de desarrollo urbano, planificación y ejecución de los diferentes programas, cuyo objetivo primordial es disminuir el déficit habitacional del país.

Obras Públicas: Encargado de dirigir la planificación, construcción, rehabilitación, reconstrucción, ampliación, expansión y mantenimiento de la infraestructura vial del país.

El país cuenta con una red vial moderna y eficiente que interconecta las principales ciudades y que ofrece un fácil y rápido acceso al resto de la región. Debido a esto, el FEM ha posicionado a El Salvador como el país con la mejor infraestructura vial del área centroamericana.

### **2.1.2 MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM).**

La edición de 1950 (Primera edición) fue el primer documento en el que se cuantificó el concepto de capacidad de una infraestructura de transporte por carretera. Esta cuantificación era el objeto fundamental del documento. Este enfoque se adoptó en respuesta a la rápida expansión de la red viaria norteamericana tras la 2ª Guerra Mundial y ante la necesidad de establecer ciertos umbrales y requisitos en carreteras interestatales así como en otras vías que proporcionaban acceso a estas. El Manual fue diseñado para ser “una guía práctica a través de la cual el ingeniero, habiendo determinado previamente los datos esenciales, pudiese diseñar una nueva carretera o modernizar una existente con la garantía de que el proceso de cálculo llegase a un valor final que satisficiera la capacidad deseada”.



Este enfoque de diseño continuó en la edición de 1965 (Segunda Edición), aunque en ella se introdujo el concepto de nivel de servicio (NS) junto con un capítulo dedicado al transporte público urbano en autobús. El HCM permitió “determinar la capacidad, la intensidad de servicio o el nivel de servicio con los que debía dotarse a cualquier carretera de nuevo diseño o ya existente para unas determinadas condiciones reales”.

La edición de 1985 (Tercera Edición) supuso otro paso significativo en la evolución del HCM. Se refinó el concepto de nivel de servicio y se incorporaron los resultados de varios de los principales proyectos de investigación realizados desde la publicación del manual de 1965.

El objetivo era ampliar su ámbito de aplicación, incorporando capítulos referentes a peatones y ciclistas y ampliando el capítulo dedicado al transporte público urbano.

Con la publicación del HCM 2000 se produjo un incremento sustancial en el tamaño y envergadura del manual. El objetivo fue “proporcionar bases sistemáticas y consistentes para evaluar la capacidad y el nivel de servicio de los diferentes elementos de los sistemas de transporte por carretera, así como de los sistemas que implican series o combinaciones de infraestructuras individuales de carreteras”.

En la edición HCM 2010 se ha incorporado mucho material nuevo procedente de proyectos de investigación finalizados desde la publicación del HCM 2000, material que ha sido reorganizado para hacer estos contenidos más accesibles y comprensibles. El propósito de esta reorganización es capacitar a analistas y técnicos, así como a las personas encargadas de la toma de decisiones, para que, a la hora de evaluar las condiciones de



circulación en infraestructuras de transporte por carretera, tengan en cuenta a los usuarios de todos los tipos que las utilizan (incluyendo así a peatones y ciclistas cuando sea oportuno), así como al resto de indicadores de funcionamiento que son aplicables en ellas.

## **2.2 MARCO NORMATIVO**

A continuación se proporciona información respectiva a las leyes, normas y reglamentos que regulan los caminos viales (Regulación del tránsito, Circulación en la carretera y Tipo diseño geométrico) a nivel nacional:

### **2.2.1 LEY DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES**

Art. 1.- Las vías terrestres de comunicación y transporte de la República se clasifican en carreteras, caminos vecinales o municipales y calles. La presente Ley tiene por objeto regular lo relativo a la planificación, construcción y mantenimiento de las carreteras y caminos, así como su uso y el de las superficies inmediatas a las vías públicas.

Las calles siguen sujetas al régimen legal bajo el que se encuentran actualmente.

Art. 2.- Para los efectos de esta Ley, se consideran carreteras las vías cuyo rodamiento las hace de tránsito permanente; su planificación, construcción, mejoramiento, corresponde al Órgano Ejecutivo en el Ramo de Obras Públicas.

Art. 3.- Atendiendo a su importancia y características geométricas las carreteras se subdividen en:



- ✓ **Especiales**, que son todas aquellas que reúnen condiciones geométricas superiores a las primarias.
- ✓ **Primarias**, las capacitadas para intensidades de tránsito superiores a dos mil vehículos promedio por día, con doce metros de plataforma, siete metros treinta centímetros de rodaje y un mínimo de siete metros noventa centímetros de rodaje en los puentes.
- ✓ **Secundarias**, las capacitadas para intensidades de tránsito comprendidas entre quinientos y dos mil vehículos promedio por día, con nueve metros cincuenta centímetros de plataforma, seis metros cincuenta centímetros de rodaje y un mínimo de siete metros cuarenta centímetros de rodaje en los puentes.
- ✓ **Terciarias**, aquellas cuya intensidad de tránsito está comprendida entre cien y quinientos vehículos promedio por día, con seis metros de plataforma, revestimiento de materiales locales selectos y un mínimo de seis metros cincuenta centímetros de rodaje en los puentes; y
- ✓ **Rurales**, las capacitadas para una intensidad de tránsito de cien vehículos promedio por día, con cinco metros de plataforma y un mínimo de tres metros de rodaje en los puentes; o que, sin llenar tales características, dicha carretera haya sido construida por el Gobierno Central.

Art. 10.- El Ministerio de Obras Públicas, por medio de sus oficinas respectivas tendrá a su cargo la planificación, diseño, construcción, mejoramiento, conservación y señalamiento adecuado de las carreteras.



Art. 17.- Es atribución del Ministerio de Obras Públicas a través de la oficina respectiva, reglamentar la forma en que deben transitar los vehículos por las carreteras y caminos públicos del país, atendiendo a su peso y distribución de éste por ejes y llantas, independientemente del control que debe ejercer sobre su carga máxima.

Art. 18.- Las velocidades mínimas y máximas a que podrán transitar los vehículos automotores en las carreteras o caminos, serán fijadas por la oficina respectiva del Ministerio de Obras Públicas, atendiendo a las condiciones geométricas de éstos.

### **2.2.2 LEY DE TRANSPORTE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL.**

Art. 11. Para los efectos de esta Ley, los vehículos se clasifican en:

- a) De motor.
- b) De tracción humana, ya sea de mano o pedal; y
- c) De tracción animal.

Art. 12. Los vehículos automotores regulados por esta Ley serán:

1. Livianos de pasajeros:
  - a- Automóviles.
  - b- Microbuses.
  - c- las motocicletas de dos ruedas.
  - d- las tricimotos, que son las motocicletas de tres ruedas y las cuádrimotos, que son las motocicletas de cuatro ruedas.



2. Livianos de carga:

a- Pick-ups y paneles.

b- Camiones hasta de tres toneladas de capacidad.

3. Pesados de pasajeros:

a- Autobuses de todo tipo y clase;

b- Otros de tecnología diferente que a futuro se utilicen.

Art. 90.- La planificación y diseño de la señalización vial, la demarcación sobre el pavimento, y todos los demás dispositivos para el control del tránsito en las vías terrestres; será competencia del Viceministerio de Transporte; pudiendo coordinarse su ejecución y conservación con instituciones públicas, municipales y privadas.

### **2.2.3 REGLAMENTO DE TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGA DE EL SALVADOR.**

Art. 10-. Las dimensiones máximas permitidas para los vehículos de transporte de carga en sus diferentes modalidades serán las siguientes:

✓ Ancho Máximo 2.60 m.

✓ Altura Máxima 4.15 m.



## **2.2.4 REGLAMENTO GENERAL DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.**

Art. 112.- Queda prohibido parar y estacionar:

1. En las curvas y elevación de pendientes de visibilidad reducida, en sus proximidades en los túneles.
2. En los pasos a nivel, y paso de peatones.
3. En los carriles o partes de la vía reservadas exclusivamente para la circulación o para el servicio de determinados usuarios.
4. En las intersecciones y en sus proximidades.
5. Sobre los rieles del ferrocarril o tan cerca de ellos que pueda entorpecer su circulación.
6. En los lugares donde se impida la visibilidad de señalización a los usuarios a quienes afecte u obligue a hacer maniobras.
7. En autopistas, salvo en las zonas habilitadas al efecto.
8. Estacionar en doble fila.
9. En puentes y ejes preferenciales; y
10. Otros sitios donde la señalización vial expresamente así lo indique.

Art. 205.- En las intersecciones reguladas simultáneamente con semáforo y señal de ALTO, los semáforos tendrán prioridad sobre las señales de alto, debiendo ser acatadas estas señales de ALTO cuando el semáforo esté fuera de operación por cualquier causa.



## **2.2.5 ACUERDO CENTROAMERICANO SOBRE CIRCULACIÓN POR CARRETERAS.**

Artículo 6. Cruces de carreteras. Prioridad de paso:

1. Todo conductor de vehículo que se aproxime a un cruce debe cerciorarse de que la calzada que va a cruzar está libre y moderar su velocidad de acuerdo con las condiciones de visibilidad.
2. Todo conductor que vaya a salir de una carretera por su derecha deberá ceñirse al borde derecho de la calzada.

El conductor que se proponga salir de una carretera de dos vías por su izquierda deberá ubicarse con precaución a la izquierda sin pasar por el eje de la calzada.

3. Cuando los conductores se aproximen a una intersección de carreteras por vías distintas y ninguno tenga prioridad de paso sobre el otro, el que pretenda girar a la izquierda deberá ceder el paso al otro conductor de acuerdo con los giros permitidos según la señalización existente.
4. En algunas carreteras, o tramos de ellas, puede concederse prioridad de paso en las intersecciones mediante la colocación de señales.
5. Todo conductor deberá ceder el paso a los vehículos con derecho a vía libre que anuncien su proximidad por medio de sirenas o los dispositivos luminosos autorizados.



### **2.2.6 MANUAL DE NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.**

Las intersecciones deben ser construidas con instalaciones provistas de semáforos de tiempo fijo y/o canalizadas, en los sitios con bastantes vehículos y peatones; en otros sitios con menor intensidad de movimiento, predominará el señalamiento vertical, particularmente las señales de ALTO para el tránsito de los ramales secundarios de la intersección.

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

### **2.3.1 INGENIERÍA DE TRÁNSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES**

#### **2.3.1.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA DEL TRÁNSITO.**

Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades o estacionamientos, etc., originando obviamente problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestiónamiento.

A continuación, se enuncian cinco factores que podrían ser los contribuyentes a estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlos:



1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
  - Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
  - Automóviles diversos.
  - Camiones y autobuses, de alta velocidad.
  - Camiones pesados, de baja velocidad, incluyendo remolques.
  - Vehículos tirados por animales, que aún subsisten en algunos países.
  - Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.
2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
  - Relativamente pocos cambios. en el trazo urbano.
  - Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas.
  - Aceras insuficientes.
  - Carreteras que no han evolucionado.
3. Falta de planificación en el tránsito
  - Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, rol, clasificación y calificación de las nuevas vialidades, obras de infraestructura (tal como puentes, túneles, etc.) y otros.
  - Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.
  - Inadecuada política de estacionamiento, con la carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con los lineamientos preestablecidos.



- Incoherencia en la localización de zonas residenciales en relación con el funcionamiento de las zonas industriales o comerciales.
4. El automóvil no considerado como una necesidad pública
    - Falta de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
    - Falta de ponderación en la apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.
  5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.
    - Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a asimilar el uso de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
    - Falta de educación vial del conductor, del pasajero y del peatón.

### **2.3.1.2 ALCANCES DE LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO**

#### **1. Características del tránsito**

Se analizan los diversos factores y las limitaciones de los vehículos y los usuarios como elementos de la corriente de tránsito. Se investigan la velocidad, el volumen y la densidad; el origen y destino del movimiento; la capacidad de las calles y carreteras; el funcionamiento de: pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas; se analizan los accidentes, etc.

Así se pone en evidencia la influencia de la capacidad y las limitaciones del usuario en el tránsito; se estudia al usuario particularmente desde el punto de vista psíquico-físico, indicándose la rapidez de las reacciones para frenar, para acelerar, para maniobrar, su



resistencia al cansancio, etc., empleando en todo esto, métodos modernos e instrumentos psicotécnicos, así como la metodología estadística.

## **2. Reglamentación del tránsito**

La técnica debe establecer las bases para los reglamentos del tránsito; debe señalar sus objeciones, legitimidad y eficacia, así como sanciones y procedimientos para modificarlos y mejorarlos. Así, por ejemplo, deben ser estudiadas las reglas en materia de licencias; responsabilidad de los conductores; peso y dimensiones de los vehículos; accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento; revista periódica; comportamiento en la circulación, etc.

Igual atención se da a otros aspectos, tales como: prioridad del paso; tránsito en un sentido; zonificación de la velocidad; limitaciones en el tiempo de estacionamiento; control policial en las intersecciones; procedimiento legal y sanciones relacionadas con accidentes; peatones y transporte público.

## **3. Señalamiento y dispositivos de control**

Este aspecto tiene por objeto determinar los proyectos, construcción, conservación y uso de las señales, iluminación, dispositivos de control, etc. Los estudios deben complementarse con investigaciones de laboratorio.

Aunque el técnico en tránsito no es responsable de la fabricación de estas señales y semáforos, a él incumbe señalar su alcance, promover su empleo y juzgar su eficiencia.



#### **4. Planificación vial**

Es indispensable, en la Ingeniería de Tránsito, realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos, para planificar la vialidad en un país, en una municipalidad o en una pequeña área, para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito.

Es reconocido que el tránsito es uno de los factores más importantes en el crecimiento y transformación de un centro urbano y de una región, y es por esto que el punto de vista del Ingeniero de Tránsito debe ser considerado en toda programación urbanística y en toda planificación de política económica.

#### **5. Administración**

Es necesario examinar las relaciones entre las distintas dependencias públicas que tienen competencia en materia vial y su actividad administrativa al respecto. Deben considerarse los distintos aspectos tales como: económico, político, fiscal, de relaciones públicas, de sanciones, etc.

A su vez, la Ingeniería de Tránsito del futuro, deberá ir muy de la mano con temas tales como:

- a. Los sistemas intermodales, donde el transporte masivo juega un papel importante;
- b. El progreso en los sistemas de transporte inteligentes, a través del uso de las comunicaciones y la tecnología de las computadoras;
- c. La preservación de la función y jerarquía del sistema vial, mediante el diseño o rediseño de buenas prácticas, que permitan el acceso a la tierra;



- d. El manejo de la congestión, debido a que la expansión potencial para nuevas vialidades es muy limitada y a menudo no factible;
- e. El aseguramiento de la movilidad; y
- f. El impacto ambiental, relacionado con el ruido, la calidad del aire, humedales, zonas históricas, alamedas, fuentes naturales, especies animales y vegetales, energía, impactos sociales e impactos económicos.

Finalmente, debe hacerse énfasis en lo siguiente: el Ingeniero de Tránsito debe estar capacitado para encontrar la mejor solución al menor costo posible.

### **2.3.1.3 VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Al proyectar una carretera o calle, la selección del tipo de vialidad, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición. Los errores que se cometan en la determinación de estos datos, ocasionará que la carretera o calle funcione durante el período de proyecto, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó, o mal con problemas de congestionamiento por volúmenes de tránsito altos muy superiores a los proyectados.

### **2.3.2 VOLUMEN, TASA DE FLUJO, DEMANDA Y CAPACIDAD**

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y 1 o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de:



- ✓ Volumen
- ✓ Tasa de flujo
- ✓ Demanda
- ✓ Capacidad

Estos cuatro parámetros se relacionan estrechamente entre sí y se expresan en las mismas unidades o similares, sin embargo, no significan lo mismo.

**El volumen** es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico.

**La tasa de flujo** es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.

**La demanda** es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.

**La capacidad** es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.



### **2.3.2.1 VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTOS O TOTALES**

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado.

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

#### **1. Tránsito anual (TA)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso  $T = 1$  año.

#### **2. Tránsito mensual (TM)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso  $T = 1$  mes.

#### **3. Tránsito semanal (TS)**

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana.

En este caso  $T = 1$  semana.

#### **4. Tránsito diario (TD)**

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso  $T = 1$  día.

#### **5. Tránsito horario (TH)**

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso  $T = 1$  hora.

#### **6. Tránsito en un período inferior a una hora (O;)**



Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora. En este caso  $T < 1$  hora y donde  $i$ , por lo general, representa el período en minutos. Así por ejemplo, 01s es el volumen de tránsito total en 15 minutos.

### 2.3.2.2 VOLÚMENES DE TRÁNSITO PROMEDIO DIARIOS

Se define el volumen de tránsito promedio diario ( TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período. De manera general se expresa como:

$$TPDA = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}}$$

Donde  $N$  representa el número de vehículos que pasan durante  $T$  días. De acuerdo al número de días del período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día.

#### 1. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

#### 2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$



### 3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

#### 2.3.2.3 VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora:

##### 1. Volumen horario máximo anual (VHMA)

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8,760 horas del año.

##### 2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

##### 3. Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo-anual (10VH, 20VH, 30VH)

Es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, que es excedido por 9, 19 y 29 volúmenes horarios, respectivamente. También se le denomina volumen horario de la 10ava, 20ava y 30ava hora de máximo volumen.



#### 4. Volumen horario de proyecto (VHP)

·Es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda presentar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto.

#### **2.3.2.4 USO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

De una manera general, los datos sobre volúmenes de tránsito son ampliamente utilizados en los siguientes campos:

##### 1. Planeación

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

##### 2. Proyecto

- Aplicación a normas de proyecto geométrico.
- Requerimientos de nuevas carreteras.



- Análisis estructural de superficies de rodamiento.

### 3. Ingeniería de tránsito

- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Zonificación de velocidades.
- Necesidad de dispositivos para el control del tránsito.
- Estudio de estacionamientos.

### 4. Seguridad

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

### 5. Investigación

- Nuevas metodologías sobre capacidad.
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- Estudio sobre ayudas, programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito.
- Estudios de antes y después.
- Estudios sobre el medio ambiente y la energía.

### 6. Usos comerciales

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



Específicamente, dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen los volúmenes de tránsito, éstos se utilizan para:

1. Los volúmenes de tránsito anual (TA)
  - ✓ Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas.
  - ✓ Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
  - ✓ Calcular índices de accidentes.
  - ✓ Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras de cuota.
  
2. Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD)
  - ✓ Medir la demanda actual en calles y carreteras.
  - ✓ Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial.
  - ✓ Definir el sistema arterial de calles.
  - ✓ Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vialidades o mejorar las existentes.
  - ✓ Programar mejoras capitales.
  
3. Los volúmenes de tránsito horario (TH)
  - ✓ Determinar la longitud y magnitud de los períodos de máxima demanda.
  - ✓ Evaluar deficiencias de capacidad.



- ✓ Establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforos y marcas viales; jerarquización de calles, sentidos de circulación y rutas de tránsito; y prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.
- ✓ Proyectar y rediseñar geoméricamente calles e intersecciones.

#### 4. Las tasas de flujo (q)

- ✓ Analizar flujos máximos.
- ✓ Analizar variaciones del flujo dentro de las horas de máxima demanda.
- ✓ Analizar limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito.
- ✓ Analizar las características de los volúmenes máximos.

#### **2.3.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y labor preventiva, así como las de conservación. Por ejemplo, si se sabe que en Semana Santa se va a tener el mayor número de accidentes de tránsito, se debe planear una campaña preventiva para actuar antes y durante esa semana. Por otro lado, en esta semana no se deben realizar trabajos de reparación normal en la calle o carretera, pues pueden estorbar o resultar peligrosos.



### **2.3.2.6 DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y carreteras. Tratándose de tres o más carriles de operación en un sentido, el flujo se asemeja a una corriente hidráulica. Así, al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio; las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera.

En carretera, a volúmenes bajos y medios suele ocurrir lo contrario, por lo que se reserva el carril cerca de la faja separadora central para vehículos más rápidos y para rebases, y se presentan mayores volúmenes en el carril inmediato al acotamiento. En autopistas de tres carriles con altos volúmenes de tránsito, rurales o urbanas, por lo general hay mayores volúmenes en el carril inmediato a la faja separadora central.

### **2.3.2.7 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA**

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo período máximo. En cualquiera de estos casos, es importante conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima



demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para así realizar la planeación de los controles del tránsito para estos períodos durante el día, tales como prohibición de estacionamientos, prohibición de ciertos movimientos de vuelta y disposición de los tiempos de los semáforos.

### **2.3.2.8 VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, dependen el tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

En zonas agrícolas las variaciones horarias dentro de la época de cosecha son extraordinarias; puede ser que en ciertas horas de la noche no haya absolutamente ningún vehículo y, sin embargo, a determinadas horas del día hay tal cantidad de vehículos que pueden llegar a saturar, por ejemplo, una carretera de dos carriles. En el caso de una carretera de tipo turístico, durante los días entre semana existe un tránsito más o menos normal a lo largo de todas las horas, pero los sábados y domingos puede llegar a volúmenes supremamente altos, encontrándose varias horas del día con demandas máximas. El día sábado, de las 8 de la mañana a las 11 O 12 el volumen horario es muy grande, en la tarde baja y ya en la noche es bastante pequeño. El domingo, en la mañana presenta volúmenes horarios medianos, y en la tarde máximos en las horas del regreso a la ciudad, ocurriendo largas filas de automóviles. Son variaciones horarias que ocurren en cualquier parte del mundo, que se pueden prever mediante los estudios necesarios.



### **2.3.2.9 VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Se han estudiado cuáles son los días de la semana que llevan los volúmenes normales de tránsito. También vale la pena mencionar, con referencia a la variación diaria de los volúmenes de tránsito tanto a nivel urbano como rural, que se presentan máximos en aquellos días de eventos especiales como Semana Santa, Navidad, fin de año, competencias deportivas nacionales e internacionales, etc.

#### **2.3.2.10 VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Hay meses que las calles y carreteras llevan mayores volúmenes que otros, presentando variaciones notables. Los más altos volúmenes de tránsito se registran en Semana Santa, en las vacaciones escolares y a fin de año por las fiestas y vacaciones navideñas del mes de diciembre. Por esta razón los volúmenes de tránsito promedio diarios que caracterizan cada mes son diferentes, dependiendo también, en cierta manera, de la categoría y del tipo de ser vicio que presten las calles y carreteras. Sin embargo, el patrón de variación de cualquier vialidad no cambia grandemente de año a año, a menos que ocurran cambios importantes en su diseño, en los usos de la tierra, o se construyan nuevas calles o carreteras que funcionen como alternas.

### **2.3.3 ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO**

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y 1 o personas, sobre puntos 0 secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan con relación al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de



metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios.

Estos estudios varían desde los muy amplios en toda una red o sistema vial, hasta los muy sencillos en lugares específicos tales como en intersecciones aisladas, puentes, casetas de cobro, túneles, etc. Las razones para llevar a cabo los estudios de volúmenes de tránsito son tan variadas como los lugares mismos donde se realizan.

El tipo de datos recolectados en un estudio de volúmenes de tránsito depende mucho de la aplicación que se le vaya dar a los mismos. Así, por ejemplo, algunos estudios requieren detalles como la composición vehicular y los movimientos direccionales, mientras que otros sólo exigen conocer los volúmenes totales. También, en algunos casos es necesario aforar vehículos Únicamente durante períodos cortos de una hora o menos, otras veces el período puede ser de un día, una semana o un mes e inclusive un año.

Existen diversas formas para obtener los recuentos de volúmenes de tránsito, para lo cual se ha generalizado el uso de aparatos de medición de diversa índole. Estas formas incluyen: los aforos manuales a cargo de personas, los cuales son particularmente Útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en intersecciones, los volúmenes por carriles individuales y la composición vehicular. Los aforos por combinación de métodos manuales y mecánicos, tales como el uso de contadores mecánicos accionados manualmente por observadores. Los aforos con el uso de dispositivos mecánicos, los cuales automáticamente contabilizan y registran los ejes de



los vehículos. Y los aforos con la utilización de técnicas tan sofisticadas como las cámaras fotográficas, las filmaciones y los equipos electrónicos adaptados a computadoras.

### **2.3.4 CONGESTIONAMIENTO.**

Como se ha mencionado, la deficiencia del tráfico se mide en dos factores que son:

1. Accidentes
2. Congestionamientos

En breves palabras congestionamiento es:

- a. Movimiento deficiente de vehículos.
- b. Saturación vehicular.
- c. Pérdida de tiempo y velocidad.
- d. Pérdida económica.

Podemos medir el congestionamiento mediante la comparación de movimientos en condiciones ideales; lo podemos medir en las unidades de velocidad y retardo. El congestionamiento de una carretera o de una calle es dado comparando este camino con otro que funciona en condiciones ideales y en unidades de velocidad y tiempo de retardo.

Para conocer el grado de congestionamiento de una vía, se debe tomar en cuenta el tiempo de recorrido y tiempo de retardo. Además, se analiza la velocidad promedio de crucero.



### **2.3.4.1 ANÁLISIS DE LA CONGESTIÓN**

Uno de los objetivos fundamentales de los ingenieros de tránsito y transporte, es el de planear, diseñar y operar los sistemas viales de manera eficiente, tal que las demoras inducidas a los usuarios sean mínimas.

En los períodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se va tornando deficiente con pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a funcionar a niveles de congestionamiento con las consiguientes demoras y colas asociadas.

Las demoras pueden causarlas los dispositivos para el control del tránsito al interrumpir el flujo y las ocasionadas por la misma corriente vehicular en situaciones de flujo continuo. En el primer caso, todos los tipos de semáforos, así como las señales de ALTO y CEDA EL PASO producen detenciones en un viaje normal. En el segundo caso, se tienen demoras periódicas que ocurren corriente arriba de "cuellos de botella" durante las mismas horas del día, y las demoras no periódicas producto de incidentes (accidentes o vehículos descompuestos) o cierres eventuales de un carril o una calzada.

La influencia de todas estas demoras puede medirse como una relación de demora, que consiste en la diferencia entre la relación del movimiento observado y la relación del movimiento considerada como normal para diferentes tipos de vías urbanas. Los valores mínimos para la relación del movimiento normal en términos de velocidad.



### **2.3.4.2 SIGNIFICADO ANALÍTICO DE LA CONGESTIÓN**

En general la capacidad de un sistema es el número máximo de entidades que pueden ser procesados por unidad de tiempo. De allí que, la congestión ocurre porque el sistema tiene una capacidad limitada y porque la demanda colocada y el proceso mismo tienen un carácter aleatorio.

Frecuentemente, tanto la tasa de llegadas como la tasa de servicios varían, causando que también varíe la formación de colas. Se define la cola como el número de vehículos que esperan ser servidos, sin incluir aquellos que actualmente están siendo atendidos.

Para considerar de una manera apropiada un sistema de filas de espera se requiere tener en cuenta la naturaleza de su comportamiento, puesto que tanto las llegadas como los servicios varían con el tiempo. En este sentido, el comportamiento de la cola y los modelos necesarios para describirla, o caracterizarla, dependen de la representación explícita de los siguientes elementos que conforman el proceso:

1. Las llegadas (demanda) o características de entrada:

Las llegadas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/ hora) o intervalos de tiempo (segundos / vehículo). Su distribución puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

2. Los servicios (capacidad) o características de salida:

También pueden ser expresados como tasas de flujo o intervalos. Su distribución también puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

3. El procedimiento de servicio o disciplina de la cola:



En la mayoría de los sistemas viales el procedimiento de servicios consiste en que el primero que llega es el primero que sale.

### **2.3.5 ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS CARRETERAS**

Después de innumerables estudios basados en la experiencia, se han determinado las dimensiones convenientes para la *sección transversal* de los diferentes tipos de carreteras. Estas especificaciones en nuestro medio, provienen principalmente de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), que en general han sido adoptadas en Latinoamérica, tanto para proyecto geométrico, como en el aspecto estructural. Por ejemplo, la AASHTO fija la sección transversal de una carretera de dos carriles, con corona ideal de 12.20 metros, tomando en cuenta que la superficie de rodamiento deberá tener 7.20 metros y cada acotamiento 2.50 metros.

En forma funcional se fijan las dimensiones recomendables para carreteras, en función de los volúmenes de tránsito que se esperan a lo largo de la vida Útil de la misma y de la velocidad de proyecto. Para las otras características de la carretera, se han fijado igualmente las limitaciones recomendables de acuerdo con la experiencia y siempre en función del uso de la carretera, de la velocidad y de los tipos de vehículos que la utilizarán. Lo importante desde el punto de vista funcional y de la ingeniería de tránsito, es considerar el volumen, el tipo de vehículos y la velocidad de proyecto.

De acuerdo con la normativa vigente del proyecto geométrico de carreteras en la siguiente tabla se resumen las principales características geométricas de las carreteras.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

CONCEPTO	TIPO DE CARRETERA										
	E	D	C	B	A						
TPDA de proyecto (veh/día)	HASTA 100	100 A. 500	500 A. 1,500	1,500 A. 3,000	MÁS DE 3,000						
Montañoso											
Lomerío											
Plano											
Terreno											
Velocidad de proyecto (km/h)	30 40 50 60 70	30 40 50 60 70	40 50 60 70 80 90 100	50 60 70 80 90 100 110	60 70 80 90 100 110	60	70	80	90	100	110
Dist. Visibilidad de parada (m)	30 40 55 75 95	30 40 55 75 95	40 55 75 95 115 135 155	55 75 95 115 135 155 172	75 95 115 135 155 172	75	95	115	135	155	175
Dist. Visibilidad de rebase (m)	- - - -	135 100 225 270 315	180 225 270 315 360 405 450	225 270 315 360 405 450	270 315 360 405 450 495	270	315	360	405	450	495
Grado máximo de curvatura	60 30 17 11 7.5	60 30 17 11 7.5	30 17 11 7.5 5.5 4.3 3.3	17 11 7.5 5.5 4.3 3.3 2.8	11 7.5 5.5 4.3 3.3 2.8	11	7.5	5.5	4.3	3.3	2.8
Curvas verticales	4 7 12 23 36 3	4 8 14 20 4	8 14 20 31 43 57	8 14 20 31 43 57 72	14 20 31 43 57 72	14	20	31	43	57	72
k (m/s)	4 7 10 15 20 4	7 10 15 20 7	10 15 20 25 31 37	10 15 20 25 31 37 43	15 20 25 31 37 43	15	20	25	31	37	43
Longitud mínima de curvas (m)	20 30 30 40 40	20 30 30 40 40	30 30 40 50 60	30 30 40 50 60	40 40 50 60 60	40	40	50	60	60	60
Pendiente gobernadora (%)	9 7 - 8	6 6 - 6	5 - 5	4 - 4	- - -	4	4	4	4	4	4
Pendiente Máxima (%)	13 10 7 12	9 9 6 8	7 7 7 7	6 6 6 6	5 5 5 5	6	6	6	6	6	6
Ancho de calzada (m)	4.0	6.0	6.0	7.0	7.0	A2 7.0	A4 2x7.0 4 carriles				
Ancho de corona (m)	4.0	6.0	7.0	9.0	9.0	12.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
Ancho de acotamiento (m)	-	-	0.5	1.0	1.0	un cuerpo	un cuerpo	un cuerpo	un cuerpo	un cuerpo	un cuerpo
Ancho separador central (ft)	-	-	-	-	-	2.5	3.0 Ext.				
Bombeo (%)	3	3	2	2	2	0.5 Int.	0.5 Int.	0.5 Int.	0.5 Int.	0.5 Int.	0.5 Int.
Sobreelevación máxima (m)	10	10	10	10	10	≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.0	≥ 1.0

Tabla 1: Características geométricas de las carreteras.

Fuente: SCT. Normas de Servicios Técnicos, Proyecto Geométrico de Carreteras, México 1984



### 2.3.6 MÉTODOS DE MEDICIÓN.

Los métodos técnicos para medir la velocidad y el retardo y por consecuencia el congestionamiento de una vía, son básicamente tres:

1. **Método de observaciones a cierta altura:** Desde un edificio o en algún punto alto, se miden los tiempos de recorrido de los vehículos en la corriente de tráfico sobre un trayecto cuya longitud se ha medido previamente. Con un cronometro se toma el tiempo que tarda cada vehículo en recorrer la longitud total. Con otro cronometro se miden los tiempos de retardo cada vez que hace alto, por cualquiera que sea la causa.
2. **Flotando en el tráfico:** En este método el observador forma parte de la corriente de tráfico; mete su vehículo en la ruta que previamente ha fijado con un punto inicial y un punto final, procurando siempre mantener los movimientos normales.

Personalmente va midiendo sus tiempos totales y de retardo.

3. **Mediciones dentro de la corriente:** En este método el observador también forma parte de la corriente de tráfico, pero no se mide a sí mismo, sino que hace el recorrido varias veces y cada vez escoge al vehículo o los vehículos más cercanos a él y va observando sus tiempos totales y de retardo.

En todos estos casos es indispensable medir la longitud exacta de esa ruta, lo cual puede hacerse con el odómetro del vehículo, con cinta métrica o bien en un plano a escala. Es necesario que el número de observaciones que se hagan para cualquiera de los tres métodos, sea el más amplio posible, que nos permite sacar un promedio para conocer un término medio de las condiciones del tráfico.



## 2.3.7 TIPOS DE VEHÍCULOS

### 2.3.7.1 VEHÍCULOS QUE UTILIZAN LA INTERSECCIÓN

Los vehículos se agrupan en varias categorías en función de sus características. Los criterios de clasificación pueden variar según la finalidad perseguida. Así, es posible diferenciarlos atendiendo al sistema de propulsión, a la finalidad del transporte realizado, a su tamaño, peso y movilidad, etc.

#### **Características de los vehículos de proyecto**

Las normas que rigen el proyecto de calles y carreteras se fundamentan en gran parte en las dimensiones y características de operación de los vehículos que por ellas circulan.

El *vehículo de proyecto*, es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiarán el proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, tal que éstas puedan acomodar vehículos de este tipo.

En general, para efectos de proyecto, se consideran dos tipos de vehículos de proyecto: los vehículos *ligeros* o livianos y los vehículos *pesados*, clasificados éstos en camiones y autobuses. Las principales características para su clasificación están referidas al radio mínimo de giro y aquellas que determinan las ampliaciones o sobre anchos necesarios en las curvas horizontales, tales como distancia entre ejes extremos, ancho total de la huella y vuelos delantero y trasero.

Los vehículos se clasifican en vehículos ligeros, vehículos pesados y vehículos especiales.



Vehículos ligeros: Son vehículos de pasajeros o carga, que tienen dos ejes y cuatro ruedas. Se incluyen en esta denominación los automóviles, camperos, camionetas y las unidades ligeras de pasajeros y carga.

Vehículos pesados: Son unidades destinadas al transporte masivo de pasajeros o carga, de dos o más ejes y de seis o más ruedas. En esta denominación se incluyen los autobuses y los camiones.

Vehículos especiales: Son aquellos que eventualmente transitan o cruzan las carreteras y calles, tales como: camiones y remolques especiales para el transporte de troncos, minerales, maquinaria pesada, maquinaria agrícola, bicicletas y motocicletas, y en general, todos los demás vehículos no clasificados anteriormente, tales como vehículos deportivos y vehículos de tracción animal.

En la siguiente tabla se presenta la clasificación general vigente de los vehículos, con su número de ejes y simbología.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Fuente: Ingeniería de Tránsito Cal y Mayor. Capítulo 5. Tabla 5.6-Clasificación general de los vehículos.



TIPO DE VEHÍCULO		NÚMERO DE EJES	CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO
VEHÍCULOS LIGEROS	Automóvil	2	2 ejes y 4 ruedas	Ap
	Camperos		2 ejes y 4 ruedas	Ap
	Camionetas		2 ejes y 4 ruedas	Ac
VEHÍCULOS PESADOS	Camiones	2	Autobuses de 2 ejes y 6 ruedas	B
		2	Camiones grandes y pequeños de 2 ejes.	C2
		3	Camiones en unidad rígida de 3 ejes.	C3
			Camiones con 2 ejes en el tractor y 1 eje en el semi-remolque.	T2-S1
		4	Camiones con 2 ejes en el tractor y 2 eje en el semi-remolque.	T2-S2
		5	Camiones con 3 ejes en el tractor y 2 ejes en el semi-remolque.	T3-S2
			Camiones con 2 ejes en el tractor, 2 eje en el semi-remolque y 2 ejes en el remolque.	T2-S1-R2
			Otras combinaciones.	
VEHÍCULOS ESPECIALES	Camiones y/o remolques especiales.	Variables		
	Maquinaria agrícola.			
	Bicicletas y motocicletas			
	Otros			

*Tabla 2: Clasificación general de los vehículos.*

Fuente: Ingeniería de Tránsito Cal y Mayor. Capítulo 5. Tabla 5.6-Clasificación general de los vehículos.

Para el estudio de una intersección debemos saber cuáles son los tipos de vehículos que más comúnmente utilizan la intersección y cuál es el tipo de vehículo de mayor tamaño que está autorizado a circular por ella, pues las dimensiones de los vehículos que circulan por una intersección hacen necesarias unas características geométricas mínimas.



Dada la gran diversidad de vehículos existente, es necesario elegir determinados “vehículos tipo” a los que se considera representativos del conjunto de usuarios de la vía. Se eligen estos vehículos tipo de modo que sus dimensiones, radios de giro, etc., son superados únicamente por un pequeño porcentaje de vehículos de su grupo; por lo tanto, si los elementos de la vía son adecuados para ellos, lo serán también para la inmensa mayoría de los de su clase.

Habitualmente suelen elegirse como vehículos tipo un coche de tamaño grande, un camión rígido o autobús y un vehículo articulado.<sup>3</sup>

El vehículo tipo que más comúnmente utilice la intersección nos servirá para determinar las dimensiones recomendables de la intersección para que éstos circulen con comodidad.

### **2.3.8 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONFLICTO EN UNA INTERSECCIÓN.**

Tal y como hemos dicho anteriormente los puntos de conflicto se originan en el lugar donde coinciden dos o más trayectorias de vehículos y peatones.

Cuando la geometría de la intersección es tal que las maniobras de los vehículos se pueden realizar con holgura, para determinar los puntos de conflicto puede ser suficiente con el método simplificado que se describe a continuación:

---

<sup>3</sup> Trayectoria de vehículo articulado. Fuente: American Association of State Highway (A.A.S.H.O.).



Sobre un plano de planta se dibujan los ejes de las trayectorias de los vehículos y peatones (eligiendo el vehículo tipo más desfavorable que va a circular por la intersección) y se numeran: dentro de un círculo las de vehículos, y dentro de un cuadrado las de peatones. En los encuentros entre trayectorias quedan definidos los puntos de conflicto.

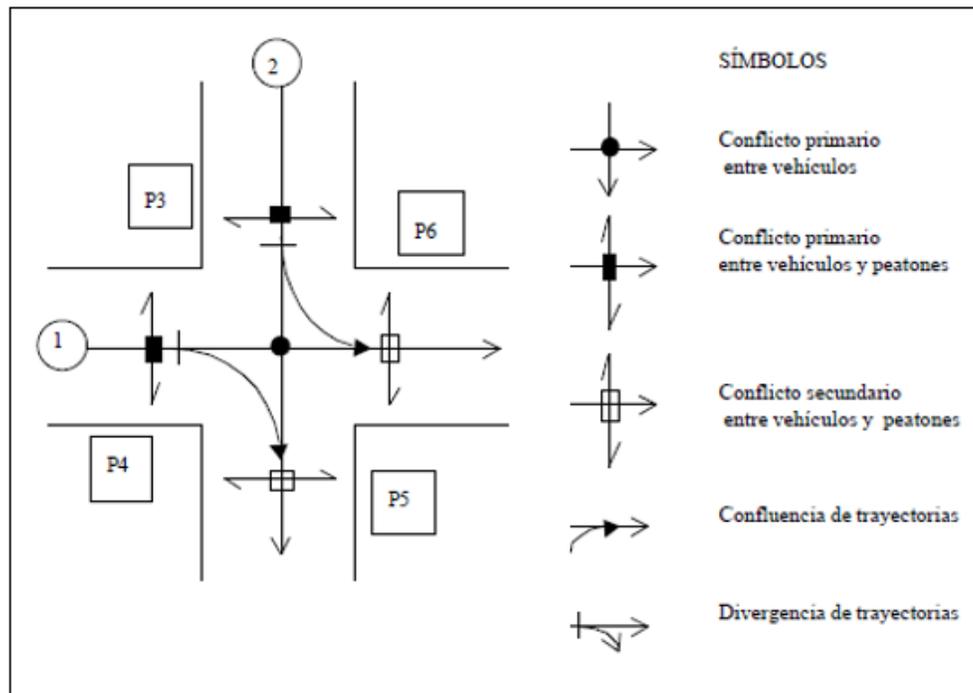


Tabla 3: Tipos de conflictos en las intersecciones.

Fuente: Influencia de la geometría en la determinación de los puntos de conflictos en intersecciones viales. Santander, España 2002.

Cuando la geometría de la intersección es muy ajustada (accesos estrechos o que inciden en ángulo (sin chaflanes) y con radios de giro insuficientes) o bien deseamos obtener una información exacta sobre las áreas ocupadas por los vehículos en su recorrido, es necesario definir no sólo las trayectorias, sino las superficies ocupadas por los vehículos.



### 2.3.9 CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL

Se denominan dispositivos para el control del tránsito a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Los dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

#### 1. *Señales Verticales*

- Preventivas.
- Restrictivas.
- Informativas.
- Turísticas y de servicios.
- Señales diversas.

#### 2. *Señales Horizontales*

- Rayas.
- Marcas.
- Botones.

#### 3. *Dispositivos para protección en obras*

##### Señales horizontales:

- Rayas.
- Símbolos.
- Marcas.
- Vialetas.
- Botones.



Señales verticales:

- Preventivas.
- Restrictivas.
- Informativas.
- Diversas.
- Barreras levadizas.
- Barreras fijas.
- Conos.
- Tambos.
- Dispositivos luminosos.
- Señales manuales.

**4. Semáforos**

- Vehiculares.
- Peatonales.
- Especiales.

**2.3.9.1 REQUISITOS DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO.**

Cualquier dispositivo para el control del tránsito debe cubrir los siguientes requisitos fundamentales.

- a. Satisfacer una necesidad.
- b. Llamar la atención.
- c. Transmitir un mensaje simple y claro.
- d. Imponer respeto a los usuarios de las calles y carreteras.
- e. Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar.

El ingeniero de tránsito usualmente es el encargado de determinar la necesidad de los dispositivos de control. Existen cuatro consideraciones básicas para asegurarse que los



dispositivos de control sean efectivos, entendibles y satisfagan los requisitos fundamentales anteriores. Estos factores son:

Diseño: la combinación de las características tales como forma, tamaño, color, contraste, composición, iluminación o efecto reflejante, deberán llamar la atención del usuario y transmitir un mensaje simple y claro.

Ubicación: el dispositivo de control deberá estar ubicado dentro del cono visual del conductor, para llamar la atención, facilitar su lectura e interpretación, de acuerdo con la velocidad de su vehículo y dar el tiempo adecuado para una respuesta apropiada.

Uniformidad: los mismos dispositivos de control o similares deberán aplicarse de manera consistente, con el fin de encontrar igual interpretación de los problemas de tránsito a lo largo de una ruta.

Conservación: los dispositivos deberán mantenerse física y funcionalmente conservados, esto es, limpios y legibles, lo mismo que deberán colocarse o quitarse tan pronto como se vea la necesidad de ello.

Por lo tanto, al proyectar dispositivos de control del tránsito, lo más importante es lograr la uniformidad de formas, tamaños, símbolos, colores, ubicación, etc., de manera que satisfagan una necesidad, llamen la atención, impongan respeto y transmitan un mensaje claro y legible.



## 1. SEÑALES DE TRÁNSITO

Las señales de tránsito son la guía de ubicación en las calles y caminos, indispensables para la convivencia en la vía pública.

Se dividen en dos partes:

Señales verticales: Son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, estas deben ser tipo retroreflectivas, lo que significa que deben reflejar la luz de los vehículos.

Señales horizontales: Esta corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos y estructuras de las vías de circulación adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.



Figura 1: Señales de tránsito según color.

Fuente: Viceministerio de Transporte- Señalización Vial.

## 2. SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas, identificadas con la clave SP, son tableros con símbolos y leyendas, que tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o a un lado de la calle o carretera, de un peligro potencial y su naturaleza. Así se cumple con la Regla de Oro del Tránsito que dice: "que no deben existir cambios bruscos". La señal por sí misma debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón.



Las señales preventivas deberán instalarse siempre que una investigación o estudio de tránsito indique que existe una condición de peligro potencial. Las características que pueden justificar el uso de señales preventivas, son las siguientes:

- Cambios en el alineamiento horizontal y vertical por la presencia de curvas.
- Presencia de intersecciones con carreteras o calles, y pasos a nivel con vías de ferrocarril.
- Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento.
- Pendientes peligrosas.
- Proximidad de un cruce donde existe un semáforo o donde se debe hacer un alto.
- Pasos peatonales y cruces escolares.
- Condiciones deficientes en la superficie de la carretera o calle, como presencia de huecos y protuberancias.
- Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.
- Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción.

Los colores de las señales preventivas serán en acabado reflejante: amarillo para el fondo, y negro para el símbolo, leyendas, caracteres y filete, a excepción del símbolo de "ALTO" en la señal de "ALTO PRÓXIMO" que debe ser rojo y el símbolo de la señal "TERMINA PAVIMENTO" que debe ser negro con blanco.



Figura 2: Señales preventivas de tránsito.

Fuente: Viceministerio de Transporte- Señalización Vial.

### 3. SEÑALES RESTRICTIVAS

Las señales restrictivas, identificadas con la clave SR, son tableros con símbolos y o leyendas, que tienen como función expresar en la calle o carretera alguna fase del Reglamento del Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.



Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- De derecho de paso o de vía.
- De inspección.
- De velocidad.
- De circulación o de dirección.
- De mandato por restricciones y prohibiciones.
- De estacionamiento.



*Figura 3: Señales restrictivas de tránsito.*

*Fuente: Viceministerio de Transporte- Señalización Vial.*



#### 4. SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales reformativas, identificadas con la clave SI, son tableros fijados en poste con leyendas, escudos y flechas, que tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles, carreteras y autopistas, e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas, de acuerdo a la información que proporcionan, se clasifican en:

- De identificación (S//).
- De destino (S/0).
- De recomendación (S/R) e información general (S/G).
- De servicios y turísticas (S/ST), de servicios (S/S) y turísticas (S/T).



Figura 4: Señales informativas de tránsito.

Fuente: Viceministerio de Transporte- Señalización Vial.



## 5. SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN

Identificadas con la clave SI/, tienen como función identificar las calles según su nombre y nomenclatura, y las carreteras según su número de ruta y 1 o kilometraje.

La forma de las señales de nomenclatura será rectangular con su mayor dimensión horizontal y con la leyenda en ambas caras. Las señales de ruta tendrán forma de escudo, federal, estatal o camino rural, colocado sobre un tablero rectangular, que incluye una flecha que indica la trayectoria que sigue la ruta, o dentro de las señales informativas de destino. El tablero de las señales de kilometraje será rectangular colocado con su mayor dimensión vertical.

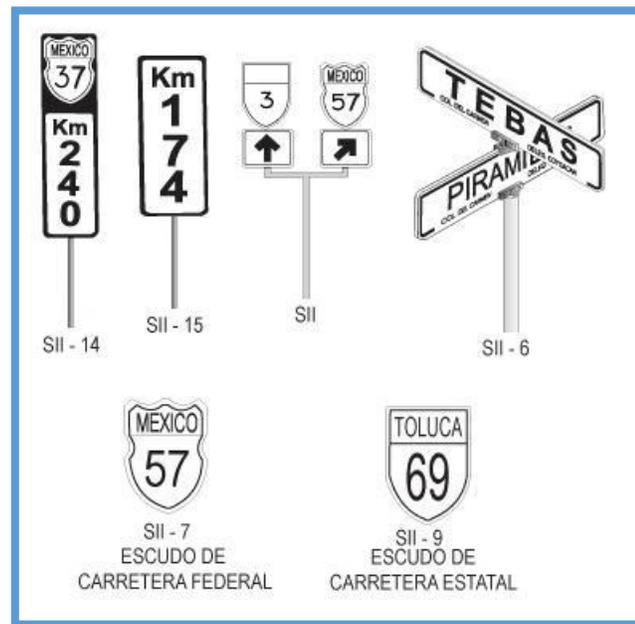


Figura 5: Señales informativas de identificación.

Fuente: Viceministerio de Transporte- Señalización Vial.



## **6. SEÑALES DIVERSAS**

Identificadas con la clave 00, son dispositivos que se colocan dentro de una calle o carretera o en sus inmediaciones para protección, encauzamiento y prevención de conductores de vehículos y peatones.

De acuerdo a su función, se clasifican en:

- Indicadores de obstáculos.
- Indicadores de alineamiento.
- Reglas y tubos guía para vados.
- Indicadores de curvas peligrosas.
- Señales de mensaje cambiante

## **7. MARCAS**

Identificadas con la clave M, las marcas son las indicaciones en forma de rayas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vialidades, así como los objetos que se colocan sobre la superficie.

## **8. SEMÁFOROS**

Los semáforos son dispositivos eléctricos que tienen como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control.

Con base en el mecanismo de operación de los controles de los semáforos, éstos se clasifican en:

1. Semáforos para el control del tránsito de vehículos



- No accionados por el tránsito.
  - Accionados por el tránsito.
  - Totalmente accionados por el tránsito.
  - Parcialmente accionados por el tránsito.
2. Semáforos para pasos peatonales
- En zonas de alto volumen peatonal.
  - En zonas escolares.
3. Semáforos especiales
- De destello.
  - Para regular el uso de carriles.
  - Para puentes levadizos.
  - Para maniobras de vehículos de emergencia.
  - Con barreras para indicar aproximación de trenes.

### **2.3.9.2 DEFINICIÓN DE SEMÁFOROS**

Los semáforos modernos otorgan el tiempo de muchas maneras, desde la modalidad más sencilla de tiempos prefijados (tiempos fijos) y dos fases hasta las más complejas de tipo multifase. Esta sección describe la terminología básica de los semáforos y describe brevemente los varios tipos de operación semafórica y su impacto en la capacidad.

Generalmente se emplean los siguientes términos para describir las operaciones semafóricas:



Ciclo: Cualquier secuencia completa de indicaciones o mensajes de un semáforo.

Duración del ciclo: El tiempo total que necesita el semáforo para completar un ciclo expresado en segundos, se representa con el símbolo  $C$ .

Fase: La parte de un ciclo que se da a cualquier combinación de movimiento de tráfico que tienen derecho a pasar simultáneamente durante uno o más intervalos.

Intervalo: Un periodo de tiempo durante el cual todas las indicaciones semafóricas permanecen constantes.

Tiempo de cambio: Los intervalos “amarillo” más el “todo rojo” que tiene lugar entre las fases para permitir evacuar la intersección antes de que movimiento contrapuesto se pongan en marcha; se expresa con el símbolo  $Y$  y se mide en segundos.

Tiempo de verde: El tiempo dentro de una fase dada, durante la cual la indicación “verde” está a la vista, expresado con el símbolo  $G_i$  (para la fase  $i$ ) y en segundos.

Tiempo perdido: El tiempo durante el cual la intersección no está efectivamente utilizada por ningún movimiento; estos tiempos ocurren durante el intervalo de cambio (durante el cual la intersección se evacua) y al principio de cada fase cuando los primeros coches de la cola sufren retraso en el arranque.

Tiempo de verde efectivo: El tiempo durante una fase dada que es efectivamente disponible para los movimientos permitidos, generalmente se considera como el tiempo verde más el intervalo de cambio menos el tiempo perdido para la fase en cuestión; expresada en segundos y notada con el símbolo  $g_i$  (para la fase  $i$ ).



Proporción de verde: La proporción de verde efectivo en relación a la duración del ciclo, notada con el símbolo  $gi/C$  (para la fase  $i$ ).

Rojo efectivo: El tiempo durante el cual no se permite la circulación a un movimiento dado o un conjunto de movimientos; en la duración del ciclo menos el tiempo verde efectivos para una fase específica, expresado en segundos y notado con el símbolo  $ri$ .

Los semáforos pueden operar en tres modalidades básicas dependiendo del tipo de equipo de control empleado:

1. Operación prefijada o de tiempos fijos:

En la operación prefijada, la duración del ciclo, las fases, los tiempos de verde y los intervalos cambio están todos prefijados. El semáforo rota por este ciclo definido de forma constante: cada ciclo es el mismo siendo la duración del ciclo y las fases constantes. Dependiendo del equipo disponible, se pueden utilizar varios reglajes de tiempo prefijado, entrando cada uno de ellos automáticamente en funcionamiento en momentos determinados del día.

2. Operación semiaccionada por el tráfico:

En la operación semiaccionada la calle principal en cuestión tiene una indicación “verde” durante todo el tiempo hasta que los detectores de la calle secundaria indiquen que un vehículo, o vehículos han llegado a uno o ambos accesos secundarios. El semáforo muestra entonces una fase “verde” para la secundaria después de un intervalo de cambio apropiado que se mantiene hasta que todos los vehículos hayan pasado o hasta que el verde de la calle secundaria alcance un tiempo preestablecido máximo.



En los sistemas semafóricos en progresión, el comienzo de las fases verdes de las calles secundarias puede estar restringido a unos momentos preestablecidos dentro del ciclo.

En este tipo de operación la longitud del ciclo y los tiempos de verde pueden variar de ciclo a ciclo según la demanda. Como el verde se otorga siempre a la calle principal a menos que exista demanda en las secundarias, los tiempos de verde para estas secundarias están virtualmente empleado al completo, mientras que todo el tiempo de verde “sobrante” se concede a la calle principal.

### 3. Operación totalmente accionada:

En la operación totalmente accionada todas las fases semafóricas están controladas por detectores. En general los tiempos de verde mínimo y máximos están especificados para cada fase, así como la secuencia de fase. En esta forma de operación las duraciones del ciclo y los tiempos de verde pueden variar considerablemente según la demanda. Ciertas fases del ciclo pueden ser opcionales, y pueden ser anuladas totalmente si los detectores no registran demanda.

Muchos sistemas semafóricos son controlados hoy en día por ordenadores. Allí donde se utilizan estos ordenadores las intersecciones individuales funcionan generalmente con control de tiempos fijos, controlados y seleccionando el ordenador el plan de fase y la coordinación entre semáforos. En estos sistemas el ordenador actúa como controlador supervisor o director.

En una intersección regulada por semáforos la asignación de tiempo de verde no es lo único que tiene un impacto significativo sobre la capacidad y las operaciones, sino



también la manera como se han dispuesto los movimientos de giro dentro de la secuencia de fases. Las fases semafóricas pueden dar cavidad a movimientos de giros protegidos o permitidos.

Un movimiento de giro permitido se realiza a través de bien un flujo peatonal conflictivo o bien contra un flujo vehicular en oposición. Así pues, un movimiento de giro a la izquierda que se realice al mismo tiempo que el movimiento de tráfico, de frente en sentido opuesto se considera como “permitido”, como lo es un movimiento de giro a la derecha hecho al mismo tiempo que el cruce de peatones por un paso para peatones.

Los giros protegidos son aquellos que se llevan a cabo sin estos conflictos, como giros hechos durante una fase de giro a la izquierda exclusiva, o una fase de giro a la derecha durante la cual los movimientos conflictivos de los peatones están prohibidos.

Los giros permitidos sufren la fricción originada en la selección y paso a través de los intervalos de un flujo de vehículo o peatonal conflictivos.

Así, un giro permitido a menudo consume una mayor cantidad de tiempo de verde disponible que un giro protegido. En cada situación concreta será más eficaz una fase de giro permitido o una de giro protegido, dependiendo de los volúmenes de giro y del tráfico en sentido opuesto de la geometría de la intersección y de otros factores.

La discusión anterior subraya este concepto básico: la capacidad de una intersección depende en alto grado de la semaforización existente. Dado el abanico de posibles sistemas de control semafórico, esta capacidad es mucho más variable que en otros tipos de vías donde la capacidad depende principalmente de la geometría física de la carretera.



De hecho, la semaforización que puede con frecuencia y rápidamente, permite un amplio margen en la gestión de la capacidad física del espacio y la geometría de la intersección.

Los procedimientos de análisis de capacidad se basan en planes de semaforización conocidos o en proyectos.

### **2.3.9.3 INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS<sup>4</sup>**

Un semáforo esencialmente distribuye tiempo entre movimientos circulatorios conflictivos que pretenden utilizar el mismo espacio físico. La manera en cómo se distribuya el tiempo tiene un impacto significativo en el funcionamiento de la intersección y en la capacidad de la misma y de sus accesos.

La metodología aquí presentada se aplica a la capacidad y al nivel de servicio de los accesos a la intersección como un todo. La capacidad se evalúa en términos de la relación entre la intensidad de la demanda y la capacidad (*relación I/c*), mientras que el nivel de servicio se evalúa en base a la demora media de parada por vehículo (*sg/v*).

### **2.3.10 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO**

Los conceptos de capacidad y nivel de servicio son tan fundamentales para el análisis de las intersecciones, como para todo tipo de instalaciones viarias.

En intersecciones reguladas por semáforos, ambos conceptos se analizan por separado y no están relacionados entre si de una manera sencilla. No obstante, es imprescindible tener

---

<sup>4</sup> Tomado del Capítulo 9 del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM)



en cuenta desde el principio que tanto la capacidad como el nivel de servicio han de ser considerados en todos sus aspectos para evaluar el funcionamiento global de una intersección regulada con semáforos.

El análisis de la capacidad de las intersecciones da como resultado el cálculo de las relaciones  $I/c$  para los movimientos individuales y una relación  $I/c$  compuesta para la suma de los movimientos críticos o grupos de carriles presentes en la intersección. La relación  $I/c$  es la intensidad de circulación real o proyectada en acceso o grupo de carriles determinados durante un intervalo punta de 15 minutos, dividida por la capacidad de acceso o grupo de carriles designados. El nivel de servicio se basa en la demora media de parada por vehículo para varios movimientos dentro de la intersección. Mientras que la relación  $I/c$  afecta a la demora existente en otros parámetros que la afectan en mayor medida como son la calidad de la progresión, la duración de las fases verdes, la duración del ciclo y otros parámetros. Por tanto, para una relación  $I/c$  dada, se puede obtener una gama de valores de demora y viceversa. Tanto la capacidad como el nivel de servicio de la intersección deben ser cuidadosamente examinados.

#### **2.3.10.1 CAPACIDAD DE LAS INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS.**

La capacidad en las intersecciones se define para cada acceso. La capacidad del acceso en las intersecciones es la máxima intensidad de circulación (para el acceso en cuestión) que puede atravesar la intersección en las condiciones prevalecientes del tráfico, la carretera y



la señalización. Generalmente la intensidad de circulación se mide o proyecta para un periodo de 15 min y la capacidad se determina en vehículos por hora.

Las condiciones del tráfico incluyen los volúmenes en cada acceso, la distribución de los vehículos por movimiento (a la izquierda, de frente, a la derecha), la distribución de cada tipo de vehículo dentro de cada movimiento la localización de las paradas de autobús su utilización dentro del área de la intersección, las circulaciones peatonales que cruzan la calle y los movimientos por estacionamiento dentro del área de la intersección.

Las condiciones de semaforización incluyen una total definición de las fases semafóricas, la temporización o reglaje, el tipo de control y una evaluación de la progresión semafórica en cada acceso.

La capacidad de carriles o de grupo de carriles determinados también puede ser evaluada y determinada utilizando los procedimientos descritos. Esto puede hacerse a fin de aislar los carriles que prestan servicio a un movimiento o serie de movimientos en particular, como un carril de giro obligatorio a la derecha o a la izquierda. Los carriles designados sobre los que realizan un análisis individual son denominados “grupos de carriles”. El procedimiento aquí descrito contiene directrices para determinar cuándo y cómo se deben designar los grupos de carriles en un acceso.

La capacidad de las intersecciones reguladas por semáforo se basa en el concepto de saturación. La intensidad de saturación se define como la máxima intensidad de circulación que puede circular por un acceso de una intersección o grupo de carriles dado en las condiciones de tráfico y de la carretera prevaleciente, suponiendo que el acceso o



el grupo de carriles tenga un cien por ciento de tiempo real disponible como tiempo de verde efectivo. La intensidad de saturación se presenta con el símbolo  $s$ , y se expresa en unidades de vehículos por hora de tiempo de verde efectivo ( $v/hv$ ).

El índice de saturación de un acceso o grupo de carriles dado se define como la relación entre la intensidad de circulación real del acceso o grupo de carril,  $I$ , y la intensidad de saturación. El índice de saturación se representa por el símbolo ( $I/s$   $i$ , para el acceso o grupo de carril  $i$ ).

### **2.3.11 DEMORAS.**

Las demoras pueden ocurrir por causa de los dispositivos para el control del tráfico o bien por el control ejercido por un policía de tránsito y los ocasionados por la misma corriente de tráfico. En el primer caso todos los tipos de semáforos, así como las señales de “PARE” y de “CEDA EL PASO” ocasionan detenciones en un viaje normal. En el segundo caso, hay interferencias con otros vehículos, o bien con peatones, que puedan resultar en demoras en el viaje normal de un vehículo; por ejemplo, por vehículo saliendo de un estacionamiento, por vehículos dando vuelta, por vehículos que se detienen, por peatones cruzando, etc

### **2.3.12 MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM)**

#### **2.3.12.1 ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN.**

Determina la capacidad y el nivel de servicio de cada grupo de carriles o acceso, así como el nivel de servicio de la intersección en conjunto. Para ello se necesita



información detallada de la geometría, el tráfico y las condiciones de semaforización de la intersección.

Dado que el análisis de la circulación de intersecciones semaforizadas es complejo, se divide en cinco módulos distintos, como sigue:

1. Módulo de entrada: Aquí se incluyen todos los datos necesarios de la geometría de la intersección, los volúmenes y condiciones del tráfico, y la semaforización.
2. Módulo de ajuste de volúmenes: Los volúmenes de la demanda vienen dados, en general en vehículos/ hora para una hora punta. Se convierten en intensidades de un período de análisis de 15 min, y se toman en cuenta los efectos del reparto por carril. Se definen aquí, los grupos de carriles a analizar.
3. Módulo de intensidades de saturación: Se calcula la intensidad de saturación de cada uno de los grupos de carriles a analizar.
4. Módulo de análisis de capacidad: Aquí se evalúan los volumen y las intensidades de saturación para calcular la capacidad y las relaciones  $I/c$  de cada grupo de carriles, y la relación  $I/c$  de la intersección.
5. Módulo del nivel de servicio: Se calculan las demoras de cada grupo de carriles definido para el análisis. Las demoras se agregan por accesos y para la intersección en general, determinándose los niveles de servicio.

El módulo de entrada, resume la información requerida para proseguir con e análisis. Esta información es la base para la selección de valores de cálculo y de procedimientos en los módulos siguientes.



## 1. MODULO DE ENTRADA.

Los datos requeridos son detallados y variados, y pueden clasificarse en 3 categorías:

1. **Condiciones Geométricas:** Se suele presentar en diagramas, y deben incluir toda la información relevante (inclinación de los accesos, el número y anchura de los carriles, las condiciones de estacionamiento), deben indicarse la existencia de carriles para giro a la izquierda o a la derecha. Si no se conocen estos datos, deben ser asumidos para continuar con el análisis.
2. **Condiciones de la circulación:** Se deben especificar los volúmenes de circulación para movimiento de cada acceso (Porcentaje de vehículos pesado, número de autobuses locales en cada acceso, flujos peatonales).

Una de las características del tráfico más críticas es la designación del “TIPO DE LLEGADA” de cada acceso. A continuación se especifican 5 tipos para el flujo de llegada dominante:

TIPO 1: Esta condición queda definida como grupos densos que llegan al inicio de la luz roja del semáforo. Esta es la peor condición de columna posible.

TIPO 2: Esta condición puede ser un grupo denso que llegue de forma moderada durante la luz roja del semáforo. Se considera mejor que el 1 pero sigue siendo desfavorable.

TIPO 3: Esta condición representa la llegada totalmente aleatoria. Se produce cuando las llegadas se dispersan durante las fases verde y roja completas, y / o cuando el



acceso está totalmente descoordinado con otros semáforos. Esta se considera una condición media.

TIPO 4: Esta condición queda definida como la llegada de un grupo denso a la mitad de la luz verde del semáforo o un grupo disperso que llega a lo largo del ciclo en verde. Esta condición se considera moderadamente favorable.

TIPO 5: Esta condición se define como la llegada de un grupo denso al inicio de la fase en luz verde del semáforo. Esta condición es la más favorable.

NOTA: La mejor manera de determinar el tipo de llegada es mediante su observación en el campo. Se debe determinar el tipo de llegada lo más exactamente posible, porque tendrá un impacto significativo en las estimaciones de la demanda y en la determinación del nivel del servicio.

Se utiliza la siguiente relación para cuantificar con precisión el tipo de llegada:

$$R_c = PVV/PTV \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$R_c$  : Relación de grupo o columna

$PVV$  : Porcentaje de todos los vehículos en movimiento que llegan durante la fase de luz verde del semáforo. Debe observarse en el campo.

$PTV$  : Porcentaje del ciclo en verde para el movimiento estudiado ( $G / C \times 100$ ). Se calcula a través del reglaje del semáforo.



La tabla 1 muestra los campos de variación aproximados de  $R_c$  en función del tipo de llegada (ver al final del capítulo).

**3. Condiciones de la semaforización:** Se requiere una información completa sobre las condiciones e semaforización. Aquí se incluye un diagrama de fases de cada luz en el semáforo (la duración de cada ciclo, los tiempos en verde, y los intervalos de cambio).

Donde no existan pulsadores para los peatones en los semáforos, se debe indicar el mínimo tiempo de verde de la fase, y puede estimarse como:

$$G_p = 7,0 + \left(\frac{W}{1,2}\right) - Y \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$G_p$ : Mínimo tiempo de verde (segundos)

$W$ : Distancia desde el bordillo al centro del carril de circulación más alejado de la carretera que se va a cruzar.

$Y$ : Intervalo de cambio (luz amarilla + luz roja).

1,2: Velocidad de marcha peatonal al cruzar una calle (m/s).

## 2. MODULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES

En el módulo de ajuste de volúmenes se realizan 3 pasos analíticos importantes:



1. Se transforman los volúmenes de los movimientos en intensidades para los 15 min punta de análisis.
2. Se establecen los grupos de carriles a analizar.
3. Se ajustan los flujos de los grupos de carriles para tener en cuenta el desequilibrio en la utilización de los carriles.

➤ *Ajuste de los volúmenes para reflejar las intensidades punta.*

El proceso de cálculo inicial es la conversión de las demandas, dadas como volúmenes horarios en intensidades del período de 15 min punta dentro de la hora. Esto se hace dividiendo los volúmenes de los movimientos por el factor de hora punta (FHP), que puede definirse bien para la intersección en conjunto, para cada acceso o para cada movimiento.

De esta forma:

$$I_p = \frac{Q}{FHP} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

$I_p$ : Intensidad durante el período punta de 15 min (vehículos/hora).

$Q$ : Volumen horario (vehículos/hora).

FHP= Factor de Hora Punta.



El factor de hora punta es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo ( $q_{\text{máx}}$ ), que se presenta en un periodo dado dentro de dicha hora como se aprecia en la Ecuación:

$$\text{FHP} = \frac{Q}{4(q_{15 \text{ min}})} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

FHP= factor hora punta.

Q= volumen horario de máxima demanda (de la hora punta).

$q_{15 \text{ min}}$ = flujo máximo para 15 min punta

### **Tipos de flujo de tráfico.**

El Manual de Capacidad de Carreteras clasifica a los distintos tipos de caminos en dos categorías o tipos de operación del flujo vehicular: Continuo y Discontinuo. Los términos “flujo Continuo” y “flujo discontinuo” solo describen el tipo de camino y no la calidad del flujo de tránsito que en un determinado momento circula por el mismo.

- **Flujo continuo.**

Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico. Es el tráfico de las carreteras. Los vehículos se detienen cuando ocurre un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias. En otras palabras, el flujo continuo es la circulación de vehículos donde no existen intersecciones con semáforos o con señales de alto.



- **Flujo discontinuo.**

Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc. El flujo interrumpido o discontinuo es la circulación de vehículos en las carreteras donde existen intersecciones como semáforos o señales de alto y es utilizado para el tránsito urbano.

- *Determinación de los grupos de carriles a analizar.*

Se define como grupos de carriles a uno o más carriles de un acceso a una intersección que den servicio a uno o más movimientos de tráfico. Se utilizan el menor número de grupos de carriles que describen adecuadamente el funcionamiento de la intersección, para las cuales se pueden aplicar las siguientes directrices:

- a. Todo carril o carriles para giro a la izquierda exclusivo deben designarse como un grupo de carriles separado. Esto también se aplica a los carriles de giro a la derecha exclusivo.
- b. En aquellos accesos que tengan carriles exclusivos para giro a la izquierda y a la derecha, se incluirán generalmente todos los demás carriles en un mismo grupo de carriles.
- c. Cuando en un acceso con más de un carril, existe uno que puede utilizarse tanto por vehículos que giran a la izquierda como por vehículos de paso, es necesario determinar si las condiciones existentes permiten el que exista un equilibrio, o si



existen de tal cantidad de giros a la izquierda que el carril funciona esencialmente como un carril exclusivo de giro a la izquierda.

Para esta determinación se emplea un método muy sencillo. Se convierte la intensidad del giro a la izquierda en un flujo equivalente aproximado de vehículos de paso:

$$I_{IE} = I_I \times \frac{1.8}{1.4 - I_O} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

$I_{IE}$ : Intensidad aproximada equivalente de giros a la izquierda (vehículos/hora).

$I_I$ : Intensidad real del giro a la izquierda (vehículos/hora).

$I_O$ : Intensidad del tráfico total en sentido opuesto (vehículos/hora).

➤ ***Ajuste por la distribución entre carriles.***

Se ajustará las intensidades de cada grupo de carriles para reflejar el uso desigual en cada carril. Cuando existe más de un carril, el flujo no se dividirá por igual. El ajuste por la utilización de carriles, incrementa la intensidad de análisis para reflejar el flujo del carril que tiene mayor utilización, por tanto:

$$I = I_g \times U \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

$I$ : Intensidad de demanda ajustada del grupo de carriles (vehículos/hora).

$I_g$ : Intensidad de demanda sin ajustar para el grupo de carriles (vehículos/hora).



U: Factor de utilización de carril.

El factor de utilización de carril solo se utiliza cuando se desea analizar al peor o los dos peores carriles de un grupo de carriles.

Cuando se deseen utilizar las condiciones medias de un grupo de carriles, se toma un valor de 1 para este factor. (Ver Tabla 2).

### 3. MODULO DE INTENSIDADES DE SATURACIÓN

En este módulo se calcula la intensidad de saturación para cada grupo de carriles.

El flujo de saturación puede determinarse mediante estudios de campo o calcularse con la siguiente expresión:

$$S = S_o N f_A f_{VP} F_i f_e f_{bb} f_a f_{MD} f_{MI} \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde:

S = tasa de saturación para el grupo de carriles, esta se expresa como el total para todos los carriles en el grupo de carriles bajo condiciones prevalecientes, en vphpv (vehículos por hora por verde)

S<sub>o</sub> = tasa de saturación ideal por carril, por lo general 1,900 vphpvpc (vehículo por hora por verde por carril).

N = número de carriles en el grupo de carriles.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

$F_A$  = factor de ajuste por el ancho del carril. El estándar es de 3.60 m.

$F_{VP}$  = factor de ajuste por vehículos pesados.

$F_i$  = factor de ajuste por pendiente del afluente.

$F_e$  = factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

$F_{bb}$  = factor de ajuste para el efecto de bloqueo de autobuses que se paran cerca de la intersección.

$F_a$  = factor de ajuste para el tipo de área.

$F_{MD}$  = factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles.

$F_{MI}$  = factor de ajuste para giros a la izquierda.

El factor de Movimiento a la Derecha ( $F_{MD}$ ), depende de las siguientes variables:

- a. Si los giros a la derecha se realizan desde un carril exclusivo o compartido
- b. Tipo de fases semaforizadas (protegidas, permitidas, o protegidas y permitidas).  
Una fase para giro a la derecha protegida no tiene ningún conflicto con los movimientos peatonales.
- c. El volumen de peatones que utiliza el paso peatonal.
- d. La proporción de giros a la derecha que utilizan un carril compartido.
- e. La proporción de giros a la derecha que utilizan la porción protegida de una fase protegida y permitida.



El factor de Movimiento a la Izquierda ( $F_{MI}$ ), está basado en unas variables similares que son:

- a. Si los giros a la izquierda se hacen desde carriles exclusivos o compartidos.
- b. El tipo de fases (protegidas, permitidas, o protegidas y permitidas).
- c. Proporción de vehículos que giran a la izquierda que utilizan un carril compartido.
- d. El flujo en el sentido opuesto cuando se realizan los giros a la izquierda permitidos.

En este módulo se calcula una tasa de flujo de saturación para cada grupo de carriles. Los cálculos comienzan con la selección de una tasa de saturación ideal, por lo general 1,900 vphpc (vehículos por hora por carril) y luego se ajustan de acuerdo a condiciones prevalecientes. Obviamente las medidas en el campo producen mejores resultados.

#### **4. MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD.**

En el módulo de análisis de capacidad se utilizan los resultados de cálculo de los módulos anteriores para obtener las variables básicas de la capacidad siguiente:

1. Relación de intensidades de cada grupo carriles.
2. Capacidad de cada grupo de carriles.
3. Relación I/c de cada grupo de carriles.
4. Relación crítica I/c de la intersección completa.



Las relaciones de intensidades se calcula dividiendo el flujo de demanda ajustado,  $I$ , calculado mediante el “módulo de ajuste de volúmenes”, entre la intensidad de saturación ajustada,  $s$ , calculada en el “módulo de intensidades de saturación”.

La capacidad de cada grupo de carriles se calcula con la Ec. 9-1:

$$C_i = S_i X (g/C) \quad (\text{Ec. 8})$$

Si el reglaje del semáforo es desconocido, se deberá estimar o asumir un plan de tiempos para poder hacer estos cálculos.

La relación  $I/c$  de cada grupo de carriles se calcula directamente, dividiendo los flujos ajustados entre las capacidades calculadas anteriormente, con la Ec. 9-2:

$$X_i = I_i / C_i \quad (\text{Ec. 9})$$

El parámetro de capacidad que finalmente nos interesa es la relación  $I/c$  crítica,  $X_c$ , de la intersección. Se calcula con la Ec. 9-3:

$$X_c = \sum_i (I/s)_{ci} \times [C/(C - L)] \quad (\text{Ec. 10})$$

Esta relación indica la proporción de la capacidad disponible utilizada por los vehículos de los grupos de carriles críticos. Si esta relación es superior a 1,00, querrá decir que uno o más grupos de carriles críticos estarán sobresaturados. Esto es una indicación de que el diseño de la intersección, la duración del ciclo, el plan de fases y/o el reglaje semafórico es inadecuado para la demanda de intensidades,  $I/s$  de entre los grupos de carriles que se mueven durante una fase semafórica, es el crítico.



c. se utilizan los grupos de carriles críticos para la determinación del reglaje cuando este deba ser estimado o asumido, de exceder a su capacidad incluso cuando la relación  $I/c$  crítica sea inferior a 1,00.

Para calcular esta relación se necesita identificar los grupos de carriles críticos. Cuando el proyecto del semáforo no tengas fases semaforicas solapadas la determinación del grupo de carriles críticos es inmediata. Las fases solapadas (tiempos de fases concurrentes) complican el tema, al poderse mover varios grupos de carriles durante varias fases del ciclo semaforico. Para determinar los grupos de carriles críticos se pueden utilizar las siguientes normas:

1. Cuando las fases no se solapan:
  - a. Solo existirá un grupo de carriles crítico para cada fase semaforica.
  - b. El grupo de carriles que tiene la mayor reexistente o prevista. Si la relación es inferior a 1,00 querrá decir que el diseño, la duración del ciclo y el plan de fases son adecuados para dar servicio a todos los flujos críticos sin que la demanda exceda la capacidad, asumiendo que los tiempos de verde se hayan asignado proporcionalmente.
2. Cuando las fases se solapan:
  - a. Se deben identificar, basándose en el plan de fases, aquellas combinaciones de grupos de carriles que puedan consumir la mayor cantidad de capacidad disponible. Estos serán los mismos grupos de carriles que controlaran el reglaje del semáforo cuando este deba ser estimado.



- b. Al examinar los planes de fases para las distintas combinaciones de grupos de carriles críticos, debe tenerse en cuenta que no puede existir una fase, o porción de fase, con más de un grupo de carriles críticos. Por lo tanto, si un grupo de carriles es crítico para la suma de las fases x e y, ni la fase x ni la fase y pueden tener otro grupo de carriles crítico para esa fase individual, o para ninguna otra combinación de fases que contenga a las fases x o y.
- c. Cuando se tenga que estimar el reglaje semafórico, se utilizarán los grupos de carriles críticos para la determinación de la temporización del mismo.

## 5. MODULO DEL NIVEL DE SERVICIO

En el módulo de nivel de servicio, se estima para el grupo de carriles, la demora media en parada por vehículo, así como la medida para cada acceso y para la intersección completa. El nivel de servicio está directamente relacionado con el valor de la demora.

### *1. Demoras asumiendo llegadas aleatorias:*

La demora para cada grupo de carriles se obtiene utilizando la fórmula siguiente;

$$d = 0,38 C \frac{(1-\frac{g}{C})^2}{(1-\frac{g}{C})(X)} + 173 X^2(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + (16\frac{X}{C})} \quad (\text{Ec. 11})$$

En donde:

d = la demora media en parada por vehículo para un grupo de carriles, en seg.



$C$  = duración del ciclo, en seg.

$g/C$  = relación de verde para el grupo de carriles; es el cociente del tiempo verde efectivo entre la duración del ciclo;

$X = I/c$  para el grupo de carriles: y

$C$  = capacidad para el grupo de carriles.

La ecuación predice la demora media en parada por vehículo suponiendo un sistema de llegada de vehículos aleatorios.

A menudo es útil calcular los términos de demora uniforme y demora incremental por separado. Esto permite al analista distinguir la contribución relativa que tienen los ciclos individuales con capacidad insuficiente, sobre la demora total; en este caso:

$$D = d_1 + d_2 \quad (\text{Ec. 12})$$

En donde:

$d_1$  = primer término de demora uniforme, en sg/v; y.

$d_2$  = segundo término de demora incremental, en sg/v.

## ***2. Factor de Ajuste de Progresión:***

Como ya se ha mencionado la estimación de la demora obtenida con la ecuación (1) o la ecuación (2) asume llegadas aleatorias. En la mayoría de casos, las llegadas no son aleatorias, sino que los vehículos llegan en columna como resultado de la progresión semafórica y de otros factores.



Cuando la progresión semafórica es favorable al grupo de carriles estudiado, la demora será bastante inferior a la que se producirá con llegadas aleatorias. De la misma forma cuando la progresión semafórica no es favorable la demora puede ser bastante superior a la producida con llegadas aleatorias. La variación de la demora con la calidad de la progresión decrece según la relación  $I/c$  ( $X$ ) se acerca a 1,00 y es mayor para los semafóricos.

Las demoras de los movimientos de giro a la izquierda no resaltan, en general afectadas por la progresión: las fases de giro a la izquierda protegidos raramente entran en la progresión y la demora en giros a la izquierda permitidos depende fundamentalmente del tráfico en el sentido opuesto.

La demora es una variable compleja, sensible a una variedad de condiciones locales y del entorno. Estos procedimientos proporcionan unas estimaciones razonables para las demoras esperadas en condiciones medias. Son de la mayor utilidad cuando se utilizan para comparar las condiciones de funcionamiento de varias alternativas geométricas o semafóricas.

Cuando se evalúen condiciones realmente existentes, es aconsejables medir la demora, en el campo. (Ver tabla 3).

### ***3. Agregación de las estimaciones de demora.***

El procedimiento de estimación de la demora proporciona la demora media de parada por vehículo para cada grupo de carriles. Es deseable agregar estos valores para conseguir la



demora media del acceso a la intersección y la de la intersección completa. En general, esto se hace calculando las medias ponderadas, afectando a cada demora de grupo de carril de su flujo ajustado.

Por lo tanto, la demora de un acceso se calcula;

$$d_A = \frac{\sum_i d_i I_i}{\sum_i I_i} \quad (\text{Ec. 13})$$

en donde:

$d_A$  = demora del acceso A, en sg/v;

$d_i$  = demora para el grupo de carriles i (del acceso A), en sg/v; y

$I_i$  = flujo ajustado para el grupo de carril i, en v/h.

Para calcular la demora media de la intersección se calcula la media de las demoras de los accesos:

$$d_I = \frac{\sum_A d_A I_A}{\sum_A I_A} \quad (\text{Ec. 14})$$

en donde:

$d_I$  = demora media por vehículo para la intersección, en sg/v; y

$I_A$  = flujo ajustado para el acceso A, en v/h.

#### ***4. Determinación del nivel de servicio.***

El nivel de servicio de la intersección está directamente relacionado con la demora media en parada por vehículo. Una vez estimada las demoras para cada grupo de carril y de



agregarse para cada acceso y para la intersección completa, se determina los niveles de servicio apropiados.

### **NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES REGULADAS POR SEMÁFOROS.**

El nivel de servicio en intersecciones reguladas por semáforos se define en términos de demora.

La demora consiste en una medida de la molestia, la frustración, el consumo de combustible y el tiempo de viaje perdido por el conductor. Específicamente los criterios de nivel de servicio se establecen en términos de la demora media de parada por vehículo para un periodo de análisis de 15 min.

La demora puede medirse directamente en la calle o bien ser estimada utilizando los procedimientos señalados. La demora es una medida compleja y depende de una serie variables que incluyen la calidad de la progresión, la duración del ciclo, la duración de verde y la relación  $I/c$  para el grupo de carriles o accesos en cuestión. (Ver tabla 4).

El nivel de *servicio A* describe las operaciones cuando existe muy poca demora, es decir, inferior a 5,0 segundos por vehículo. Esto ocurre cuando el avance es extremadamente favorable y la mayoría de los vehículos llegan durante la fase de verde. La mayoría de los vehículos no se detienen para nada. Los ciclos de corta duración también pueden contribuir a que la demora sea corta.



*El nivel de servicio B:* Describe aquellas operaciones cuya demora figura dentro de la gama de 5,1 a 15,0 segundos por vehículos. Esto ocurre generalmente con una buena progresión y con ciclos cortos. Se detienen más vehículos que con el nivel A dando lugar a una mayor demora media.

*El nivel de servicio C:* Describe aquellas operaciones cuya demora fluctúa entre 15,1 y 25,0 segundos por vehículos, Estas demoras más prolongadas pueden ser debidas a una progresión de calidad regular y/o a ciclos más prolongados. En este nivel es posible que se empiece a producir falta de capacidad en algún ciclo individualizado.

En este nivel el número de vehículos que se detienen es significativo, aunque muchos atraviesan todavía la intersección sin detenerse.

*El nivel de servicio D:* Describe aquellas operaciones para las que la demora fluctúa entre 25,1 y 40,0 segundos por vehículo. En el nivel D la influencia de la congestión se hace más notable. Se puede producir demoras más prolongadas debido alguna combinación de progresión, duraciones de ciclos prolongadas, o altas relaciones I/c. Muchos vehículos se detienen y la prolongación de vehículo que no se detienen disminuye. Las faltas de capacidad en ciclo individuales son notorias.

*El nivel de servicio E:* Describe aquellas operaciones cuya demora se encuentra comprendida dentro del rango de 40,1 a 60,0 segundos por vehículo. Esto se considera el límite de demora aceptable. Estos altos valores de demora generalmente indican un avance lento, largas duraciones de ciclo y altas relaciones I/c. Se presenta con frecuencia una insuficiencia de ciertos ciclos individuales.



*El nivel de servicio F:* Describe aquellas operaciones cuya demora supera los 60,0 segundos por vehículo. Este nivel se considera inaceptable por la mayoría de los conductores. Esta condición se suele presentar cuando hay una sobresaturación, es decir, cuando las intensidades de circulación de llegada superan la capacidad de la intersección. Esto también puede ocurrir con relaciones I/c altas, inferiores a 1,00 y muchos ciclos insuficientes. Una deficiente progresión y duraciones de ciclo prolongadas pueden ser así mismo las causas fundamentales de unos niveles de demora tan elevados.



# CAPÍTULO 3:

# PROCEDIMIENTOS

# DE APLICACIÓN.



### **3.1 DETALLES DE LA UBICACIÓN.**

La cuarta avenida se sitúa al centro de la ciudad de San Miguel. Por consiguiente tiene condiciones de desarrollo por considerarse una zona altamente comercial y social, y que varía constantemente su comportamiento vehicular y peatonal.

Es entendible que debido a lo anterior el tráfico en la zona es complicado y en horas punta hasta considerablemente pesado, ya que la convergencia vehicular proviene de transporte liviano y autobuses del servicio público.

El punto de inicio del estudio se ubica en la intersección sobre la cuarta avenida norte y la octava calle oriente, finalizando con la intersección sobre la cuarta avenida sur con séptima calle oriente. Es importante definir que las intersecciones de estudio serán solamente las semaforizadas, puesto que el estudio se centra en la aplicación de la metodología del capítulo 9 del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) 2000, el cual se refiere al análisis de intersecciones semaforizadas.

### **3.2 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

Las condiciones actuales de la vía no permiten el uso de los dos carriles en cada acceso, pues en casi toda la cuarta avenida, el carril derecho es tomado como estacionamiento de la zona comercial, es decir que los negocios, las iglesias, los supermercados e instituciones gubernamentales que se encuentran a la orilla de toda la vía no cuentan con un espacio exclusivo para estacionamiento, y en ciertos casos excluyentes que si cuentan con un espacio para estacionarse, los vehículos exceden la capacidad del mismo. Esta situación vuelve el tráfico poco fluido en la zona con la utilización de un solo carril para toda la



carga vehicular. En las intersecciones seleccionadas para esta evaluación, la carga vehicular excede la capacidad de la vía, debido al alto número de vehículos particulares y los autobuses destinados al servicio público que transitan sobre la avenida y las calles que la interceptan no es el propio para la utilización de un solo carril.

### **3.3 USO DEL SUELO**

El uso del suelo comprende acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificar o mantener.

Es importante identificar el tipo de suelo que se está analizando, pues define la distribución que determina porque la estructura es urbana y cuales con las zonas que comprende el centro la ciudad de San Miguel, para este caso en específico, sobre la cuarta avenida. El sistema vial determina la incidencia del uso de suelo en los flujos vehiculares de la zona de estudio.

En el Plan Maestro de Desarrollo Urbano (PLAMADUR 1997) de la Ciudad de San Miguel, El Salvador, están definidas las tipologías de uso de suelo.

Se refiere a área urbanizada como el área de la ciudad que ha sido convertida en usos del suelo urbanos. Es decir que incluyen los usos industrial, comercial, residencial e institucional, así como los asentamientos urbanos, los tugurios, los parques y el transporte. Son excluidos los asentamientos rurales, los usos agrícola y forestal y los terrenos libres (pero no urbanizados) en la periferia de la ciudad. Los usos urbanos se identifican fácilmente en las imágenes satélites o en las fotos aéreas porque han sido construidos



edificios en la mayoría de los lotes. Por lo general el área urbanizada es continua del centro de la ciudad hasta la franja límite.

Entre los tipos de uso de suelo que se observan en las intersecciones de análisis tenemos:

1. Uso comercial: Se identifican como sectores en el centro de la ciudad, en las áreas de acceso a la ciudad y en los alrededores del anillo periférico. Generalmente son edificios grandes a la par de una calle principal.
2. Uso institucional: Son edificios o áreas dedicadas a un solo uso por una sola entidad. Se caracterizan por contar con edificios de forma regular, de tamaño mayor que los residenciales, en la mayoría de ocasiones cuentan con estacionamientos amplios, aunque en el centro de la ciudad es deficiente de espacios para parqueo.
3. Uso recreativo: Son áreas dedicadas a actividades recreativas, están limitadas por calles y localizadas en el interior o en la periferia de áreas residenciales y en el casco de la ciudad (aquí se incluyen espacios como parques).

(Ver plano 2/10, en Anexos)

### **3.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERSECCIONES**

La cuarta avenida es identificada una vía de acceso a la ciudad de San Miguel, específicamente al centro de la misma, es por esta razón que se define como uso comerciales pues se observan venta de muebles, ferreterías, bodegas, restaurantes,



farmacias, ventas ambulantes, entre otros; dentro del uso institucional se encuentra la Alcaldía Municipal de San Miguel y como uso recreativo el Parque Eufrasio Guzmán.

A continuación se presenta una descripción visual de cada una de las intersecciones de análisis.

***Cuarta avenida norte con octava calle oriente.***



INVENTARIO VIAL DE LA INTERSECCIÓN

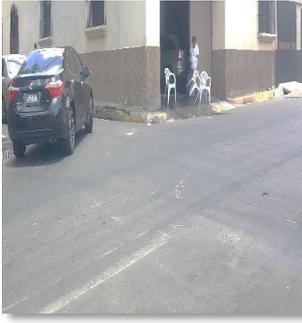
**4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE**

RUBRO	ESTADO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
SEÑAL VERTICAL	BUENA		Excelente condición de tablero, leyenda y soporte, sus colores se mantienen y no presenta estado de corrosión aun. El mensaje que transmiten es claro. La señal de ALTO se encuentra dentro de la categoría de Señales Restrictivas.
SEÑAL VERTICAL	REGULAR		Tablero y soporte se encuentra en estado de corrosión aunque a pesar de ello se logra ver el símbolo. Donde se prohíben estacionarse del lado izquierdo de la octava calle oriente. La señal de No Estacionarse, es parte de la categoría de Señales Restrictivas.
SEÑAL VERTICAL	BUENA		Buena condición su soporte, leyenda y color se mantienen, no presenta deterioro. No distrae la atención del conductor más de un instante. Y su mensaje es claro. La señal se encuentra en la categoría de Señales Informativas.



SEÑAL HORIZONTAL	BUENA		<p><u>MARCAS CUARTA AVENIDA NORTE:</u></p> <p>La pintura que está adherida a la superficie, posee reflectividad que por la noche ayuda a los conductores a distinguir las líneas de borde y también informa en qué sentido se puede hacer giro. Es un referente de cómo debería marcarse el resto de la avenida</p> <p>Se encuentran ubicadas solo sobre la cuarta avenida norte antes de llegar al semáforo (Solo líneas longitudinales y giros permitidos).</p>
SEÑAL HORIZONTAL	MALA		<p><u>MARCAS OCTAVA CALLE ORIENTE:</u></p> <p>La pintura esta desgastada, no tiene reflectividad y no es una marca funcional. Se concluye que no existe marcación horizontal sobre la octava calle.</p>
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>Ambos semáforos en la intersección están en buen estado, ya que cuentan con los elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes, visera y placa de contraste como se establece. Se encuentran ubicados sobre la intersección de la Cuarta Avenida Norte y la Octava Calle Oriente.</p>



LUMINARIAS	BUENA		<p>La Iluminación vial proporciona una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche o bajo condiciones de oscuridad. Todas hasta este momento se encuentran en buen estado y funcionando de la mejor manera.</p> <p>Esta zona esta iluminada, ya que cuenta con lámparas LED nocturnas a lo largo de la cuarta Avenida Norte.</p>
SUPERFICIE DE RODAMIENTO	REGULAR		<p>La superficie de rodamiento<sup>5</sup> en la zona es de pavimento flexible, y se observa piel de cocodrilo de baja severidad, Grietas finas, capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas es decir no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.</p> <p>Considerada en buen estado. Permite que el paso de los vehículos sea más fluido.</p>
DRENAJES	BUENO		<p>El sistema de drenaje superficial está constituido por cunetas, contra cunetas, cunetas centrales y alcantarilla en el caso de medianas, bordillos-cuneta.</p> <p>Las estructuras de drenaje superficial en esta intersección se encuentran en buenas condiciones ya que en época de invierno no se presentan inundaciones en la intersección.</p> <p>Cuenta con dos tragantes para aguas pluviales y cordón cuneta en toda la intersección respectivamente.</p>

Cuadro 1: Resumen de la situación actual intersección 4 av. norte - 8 calle oriente.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>5</sup> Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela, 2002.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

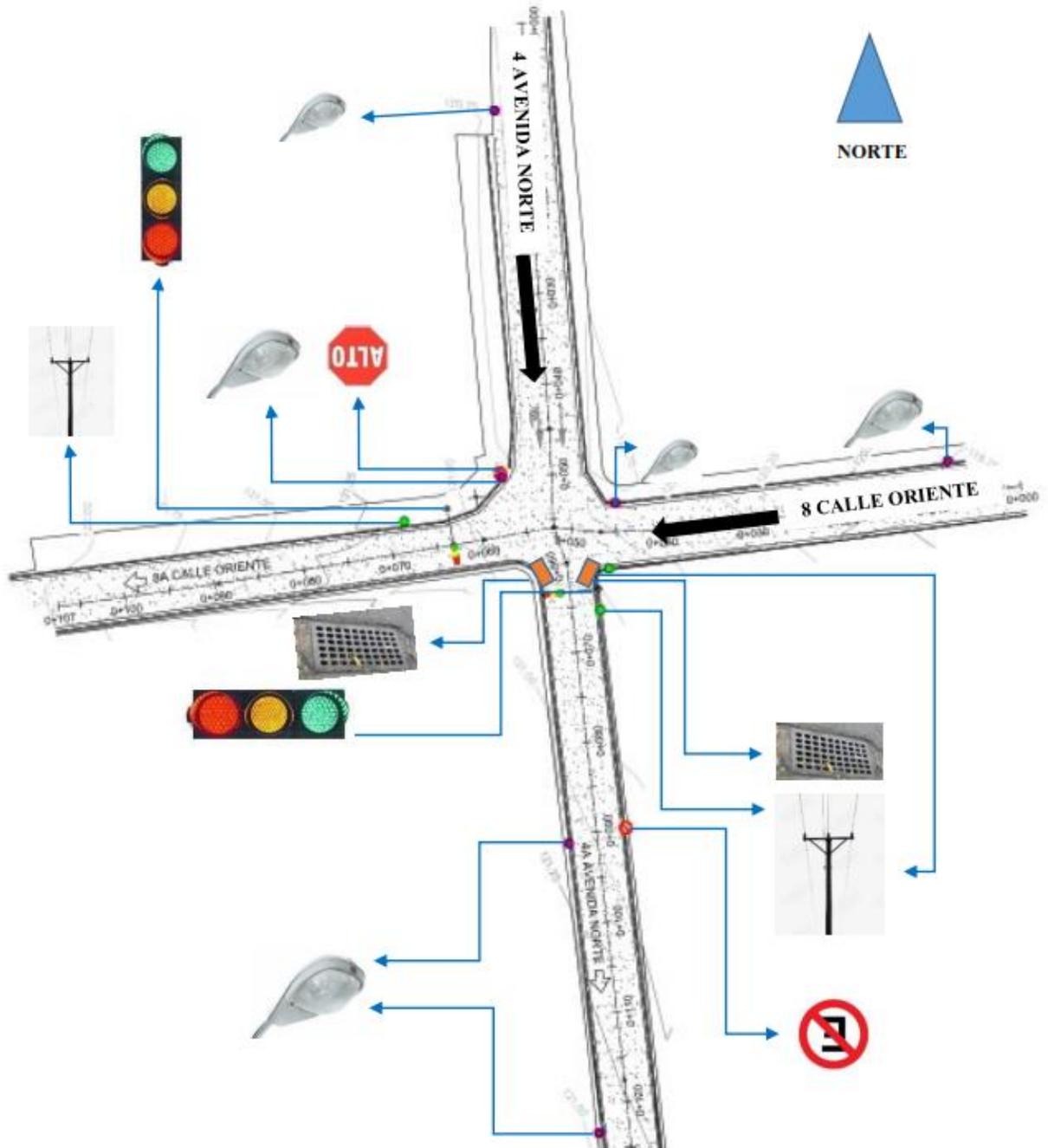


Figura 6: Detalles de la intersección Cuarta avenida norte con octava calle oriente.

Fuente: Elaboración propia.



### ILUSTRACIÓN DE LA INTERSECCIÓN.

#### SEÑALES DE TRÁNSITO:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

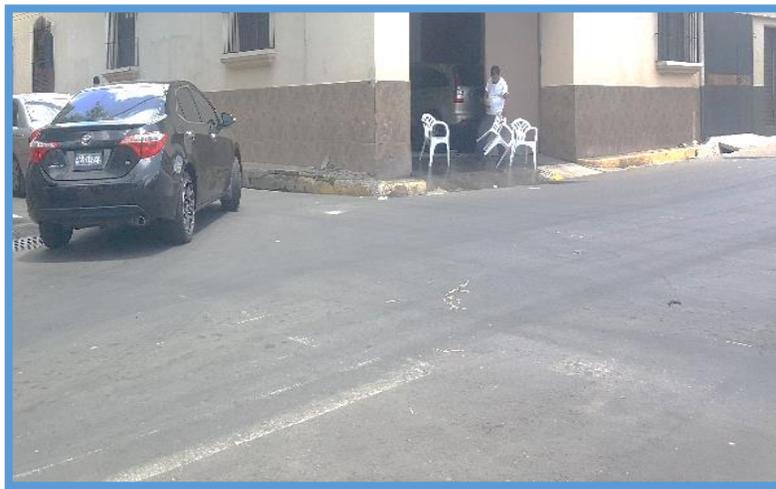
*Figura 7: Señales de tránsito de la intersección 4 avenida norte con 8 calle oriente.*



ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 8: Estado de carpeta asfáltica de la intersección 4 avenida norte con 8 calle oriente.*



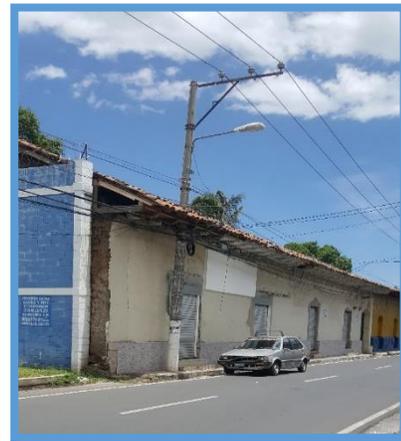
ILUMINACIÓN:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 9: Iluminación actual de la intersección 4 avenida norte con 8 calle oriente.*



DRENAJE:



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 10: Drenaje actual de la intersección 4 avenida norte con 8 calle oriente.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

*Cuarta avenida norte con sexta calle oriente.*



INVENTARIO VIAL DE LA INTERSECCIÓN

4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE			
RUBRO	ESTADO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>Buena condición de tablero, leyenda y soporte, sus colores se mantienen El mensaje que transmiten es claro. La señal de ALTO se encuentra dentro de la categoría de Señales Restrictivas.</p> <p>Hasta el momento no presentan corrosión ni decoloración.</p>
SEÑAL VERTICAL	REGULAR		<p>La señal de no estacionarse se encuentra en buen estado, no presentan corrosión ni decoloración en el tablero y soporte. Está ubicado al lado izquierdo de la avenida. La señal de No Estacionarse, es parte de la categoría de Señales Restrictivas.</p>
SEÑAL LONGITUDINAL	REGULAR		<p>La señal se encuentra en la categoría de Señales Informativas.</p> <p>La leyenda y color presenta deterioro. No distrae la atención del conductor más de un instante. Y su mensaje es claro.</p>



SEÑAL HORIZONTAL	BUENA		<p><u>MARCAS CUARTA AVENIDA NORTE:</u>          Las marcas longitudinales poseen reflectividad que en horas nocturnas ayuda a los conductores a distinguir las líneas de borde y también informa en qué sentido se puede hacer giro.          Se encuentran ubicadas solo sobre la cuarta avenida norte.</p>
SEÑAL HORIZONTAL	MALA		<p><u>MARCAS SEXTA CALLE ORIENTE:</u>          Se concluye que no existe marcación horizontal sobre la sexta calle oriente.</p>
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>Los semáforos forman parte de los dispositivos del control del tránsito. En esta intersección se observan dos.          Ambos semáforos están en buen estado.          Cuentan con los elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes, visera y placa de contraste como se establece. Se encuentran ubicados sobre la intersección de la Cuarta Avenida Norte y la Sexta Calle Oriente.</p>



LUMINARIAS	BUENA		<p>La iluminación de calles y carreteras es necesaria, priorizada sobre cualquier criterio económico, para aumentar la seguridad de los ciudadanos. Y según se observó, esta zona se encuentra en condiciones buenas ya que cuenta con lámparas LED nocturnas a lo largo de la cuarta Avenida Norte.</p>
SUPERFICIE DE RODADURA	REGULAR		<p>La superficie de rodamiento<sup>6</sup> en la zona es de pavimento flexible, y se observan grietas en bloques de baja severidad. Las grietas no están descascaradas es decir no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.</p>
DRENAJES	BUENO		<p>El sistema de drenaje superficial está constituido por tragantes y bordillos-cuneta. Las estructuras de drenaje superficial en esta intersección se encuentran en buenas condiciones. Las estructuras de drenaje superficial se ubican en las cuatro esquinas de la intersección. Se encuentran en buenas condiciones evitando en época de invierno inundaciones en la intersección.</p>

Cuadro 2: Resumen de la situación actual de la intersección 4 av. norte - 6 calle oriente.  
Fuente: Elaboración propia.

<sup>6</sup> Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela, 2002.



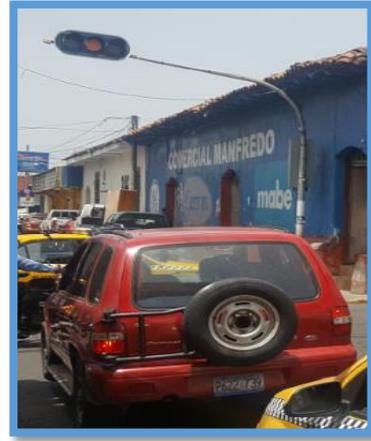


## ILUSTRACIÓN DE LA INTERSECCIÓN.

### SEÑALES DE TRÁNSITO:



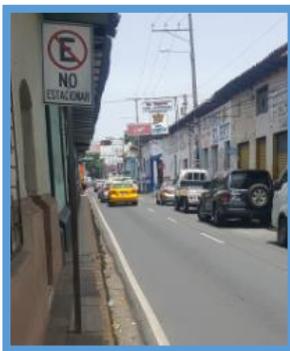
*Fuente: Elaboración propia.*



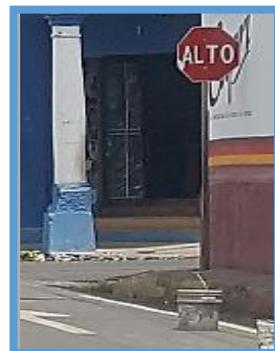
*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 12: Señales de tránsito de la intersección 4 avenida norte con 6 calle oriente.*



ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 13:* Estado de carpeta asfáltica de la intersección 4 avenida norte con 6 calle oriente.



ILUMINACIÓN:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 14: Iluminación actual en la intersección 4 avenida norte con 6 calle oriente.*



DRENAJE:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 15: Drenaje actual de la intersección 4 avenida norte con 6 calle oriente.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

*Cuarta avenida norte con cuarta calle oriente.*



INVENTARIO VIAL DE LA INTERSECCIÓN

4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE			
RUBRO	ESTADO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>La señal de ALTO, es una señal que se encuentra dentro de la categoría de Señales Restrictivas. Indica en las intersecciones la obligación de detenerse antes de continuar la marcha. Se observa en Buena condición tanto el tablero como la leyenda y soporte, sus colores se mantienen. El mensaje que transmiten es claro. No se encuentra obstruido, por lo tanto es visible para los conductores. Hasta el momento no presentan corrosión ni decoloración.</p>
SEÑAL VERTICAL	REGULAR		<p>La señal de No Estacionarse, es parte de la categoría de Señales Restrictivas. La señal se encuentra en estado regular, ya que presenta poca corrosión y decoloración en el tablero y soporte. Está ubicado al lado izquierdo de la avenida. Su visibilidad es poca.</p>
SEÑAL HORIZONTAL	MALA		<p><u>MARCAS CUARTA AVENIDA NORTE:</u> Se concluye que no existe marcación horizontal en la intersección sobre la cuarta avenida norte.</p>



<p>SEÑAL HORIZONTAL</p>	<p>MALA</p>		<p><u>MARCAS CUARTA CALLE ORIENTE:</u> Se concluye que no existe marcación horizontal en la intersección sobre la cuarta calle oriente.</p>
<p>SEÑAL VERTICAL</p>	<p>BUENA</p>		<p>En la intersección se observan dos semáforos cuya apariencia es considerada en buen estado. Cuentan con los elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes, visera y placa de contraste como se establece. Se encuentran ubicados sobre la intersección de la Cuarta Avenida Norte y la Cuarta Calle Oriente.</p>
<p>LUMINARIAS</p>	<p>BUENA</p>		<p>Esta zona se encuentra en condiciones buenas ya que cuenta con lámparas LED nocturnas a lo largo de la cuarta Avenida Norte. Tanto la calle como la avenida cuentan con este tipo de lámparas.</p>



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<p style="text-align: center;">SUPERFICIE DE RODAMIENTO</p>	<p style="text-align: center;">REGULAR</p>		<p>La superficie de rodamiento<sup>7</sup> es de pavimento flexible. Se observa piel de cocodrilo y parcheo de baja severidad y corrugación de severidad media. De textura rugosa poco agradable al conducir, lo que dificulta que los vehículos transiten con facilidad en la vía.</p>
<p style="text-align: center;">DRENAJES</p>	<p style="text-align: center;">BUENO</p>		<p>Las estructuras de drenaje superficial en esta zona se encuentran en buenas condiciones ya que en época de invierno no se presentan inundaciones por lo tanto se puede decir que funcionan perfectamente evacuando las aguas con intensidad alta. Se ubican en dos de las esquinas de la intersección. Cuenta con cordón cuneta en buenas condiciones. Ambos tragantes se observan en buen estado</p>

Cuadro 3: Resumen de la situación actual de la intersección 4 av. norte - 4calle oriente.  
Fuente: Elaboración propia.

<sup>7</sup> Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela, 2002.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

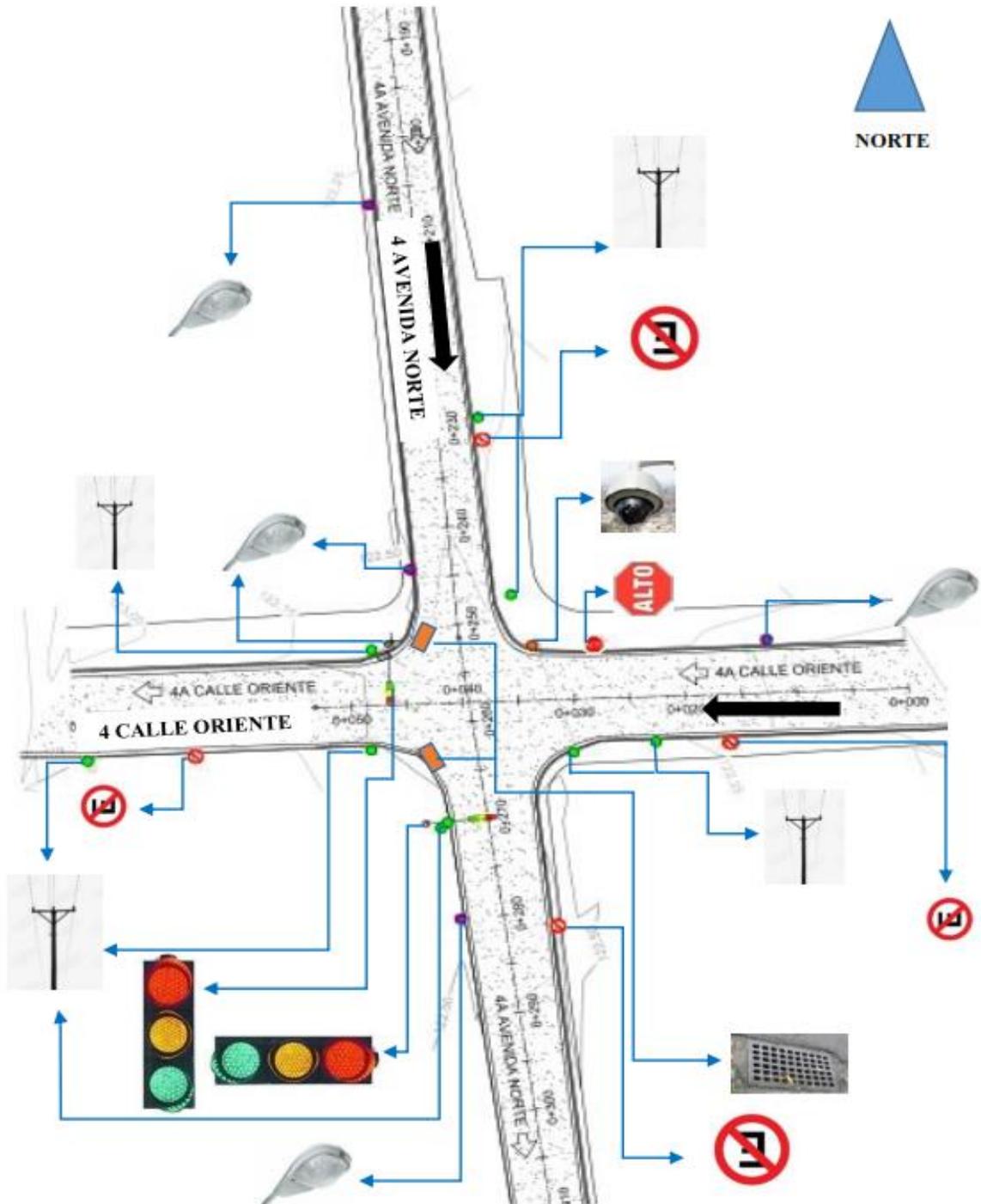


Figura 16: Detalles de la intersección Cuarta avenida norte con cuarta calle oriente

Fuente: Elaboración propia.



### ILUSTRACIÓN DE LA INTERSECCIÓN.

#### SEÑALES DE TRÁNSITO:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 17: Señales de tránsito de la intersección 4 avenida norte con 4 calle oriente.*



ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 18: Estado de carpeta asfáltica de la intersección 4 avenida norte con 4 calle oriente*



ILUMINACIÓN:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

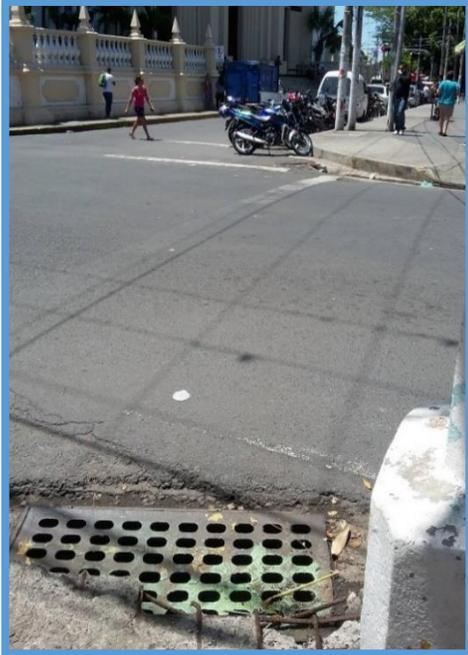


*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 19: Iluminación actual de la intersección 4 avenida norte con 4 calle oriente.*



DRENAJE:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 20: Drenaje actual de la intersección 4 avenida norte con 4 calle oriente.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

*Cuarta avenida norte con segunda calle oriente.*



INVENTARIO VIAL DE LA INTERSECCIÓN

**4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE**

RUBRO	ESTADO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>La señal de ALTO se encuentra dentro de la categoría de Señales Restrictivas. Se observa en Buena condición tanto el tablero como la leyenda y soporte, sus colores se mantienen. El mensaje que transmiten es claro. No se encuentra obstruido, por lo tanto es visible para los conductores. Hasta el momento no presentan corrosión ni decoloración.</p>
SEÑAL VERTICAL	REGULAR		<p>Dentro de la categoría de Señales Restrictivas se encuentra la señal de No Estacionarse. La señal se encuentra en estado regular, ya que presenta corrosión y decoloración en el tablero y soporte. Está ubicado al lado izquierdo de la calle. Su visibilidad es poca.</p>



SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>La señal de No Bloquear Intersección se encuentra en la categoría de Señales Restrictivas. La señal se encuentra en estado bueno, ya que no presenta corrosión y decoloración en el tablero y soporte. Está ubicado al lado izquierdo de la avenida. Su visibilidad es aceptable.</p>
SEÑAL HORIZONTAL	MALA		<p><u>MARCAS CUARTA AVENIDA NORTE:</u> Se concluye que no existe marcación horizontal en la intersección sobre la cuarta avenida norte.</p>
SEÑAL HORIZONTAL	MALA		<p><u>MARCAS SEGUNDA CALLE ORIENTE:</u> Se concluye que no existe marcación horizontal en la intersección sobre la segunda calle oriente.</p>
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>En la intersección existen dos semáforos. Ambos están en buen estado. Cuentan con los elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes, visera y placa de contraste como se establece. Se encuentran ubicados sobre la intersección de la Cuarta Avenida Norte y la Segunda Calle Oriente.</p>



<p>LUMINARIAS</p>	<p>BUENA</p>		<p>La Iluminación vial proporciona una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche o bajo condiciones de obscuridad a los usuarios. Esta zona se encuentra en buenas condiciones ya que cuenta con lámparas LED nocturnas a lo largo de la cuarta Avenida Norte y Segunda calle oriente.</p>
<p>SUPERFICIE DE RODAMIENTO</p>	<p>REGULAR</p>		<p>La superficie de rodamiento<sup>8</sup> es de pavimento flexible. Se observan grietas de baja severidad, piel de cocodrilo y corrugación de baja severidad sobre la cuarta avenida. Y sobre la segunda calle se observa grietas de borde de baja severidad y grietas de bloque de severidad media</p>
<p>DRENAJES</p>	<p>BUENO</p>		<p>Las estructuras de drenaje superficial en esta intersección, se encuentran en buen estado. Cuenta con dos tragantes y cordón cuneta respectivamente. El drenaje superficial es utilizado para evacuar rápidamente las aguas pluviales de la superficie del pavimento sobre si todo si este es flexible. Evitan que se acumule el agua y se infiltren dentro de la estructura del pavimento.</p>

Cuadro 4: Resumen de la situación actual de intersección 4 av. norte - 2 calle Oriente.  
Fuente: Elaboración propia.

<sup>8</sup> Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela, 2002.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

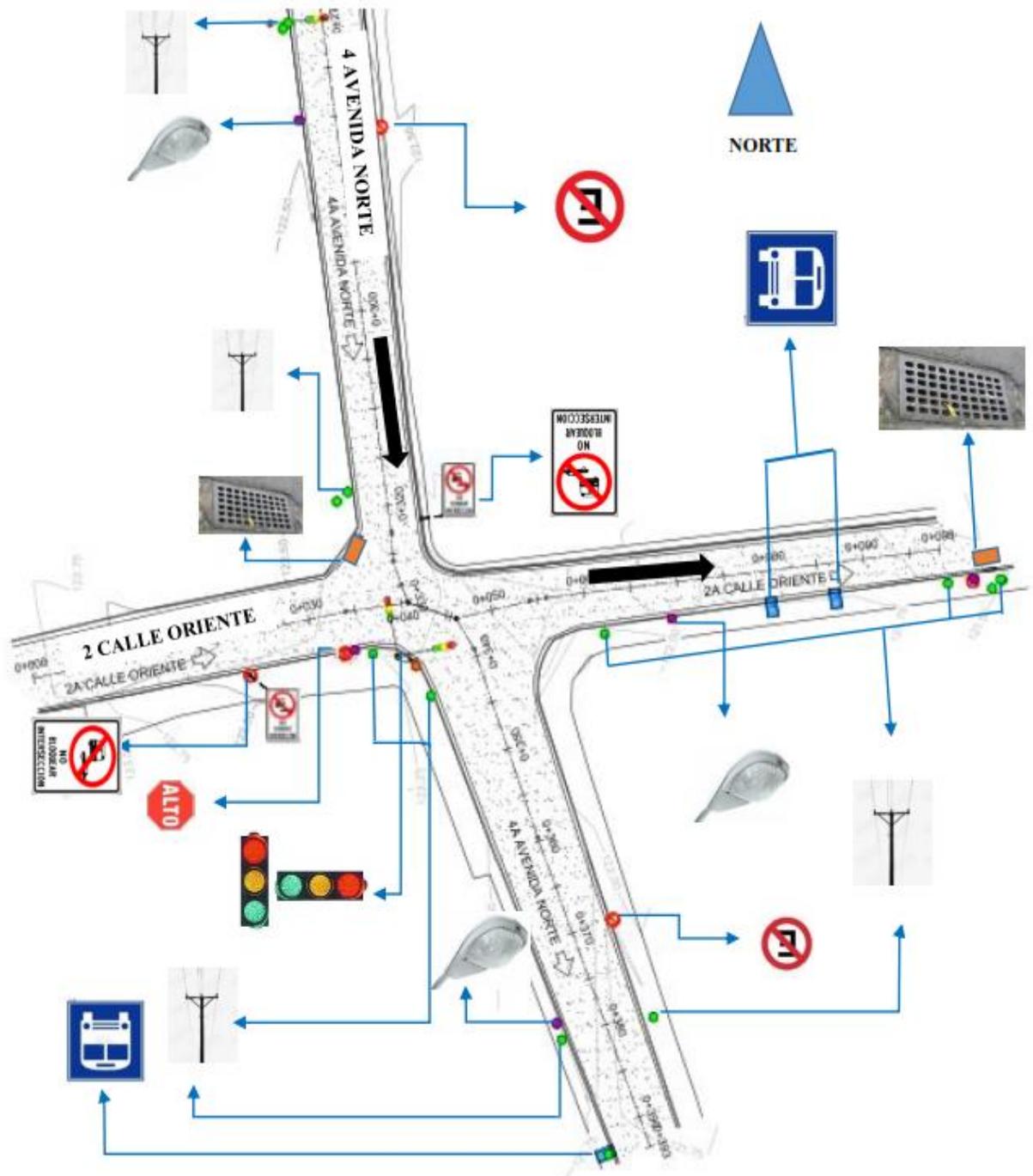


Figura 21: Detalles de la intersección

Cuarta avenida norte con segunda calle oriente.

Fuente: Elaboración propia.



## ILUSTRACIÓN DE LA INTERSECCIÓN.

### SEÑALES DE TRÁNSITO:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 22: Señales de tránsito en la intersección 4 avenida norte con 2 calle oriente.*



ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA:



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 23: Estado de carpeta asfáltica en la intersección 4 avenida norte con 2 calle oriente.*



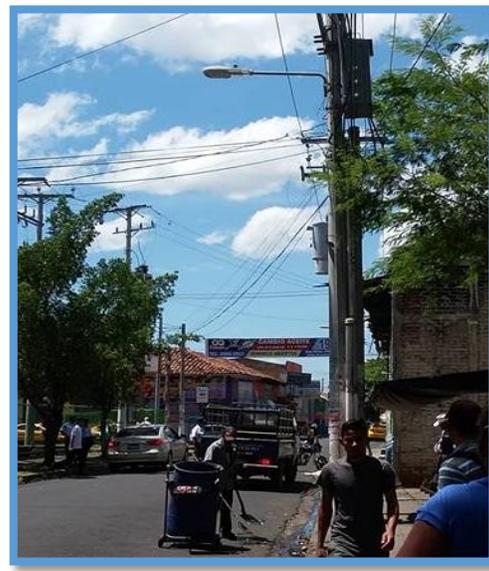
ILUMINACIÓN:



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 24: Iluminación actual de la intersección 4 avenida norte con 2 calle oriente.*



DRENAJE:



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 25: Drenaje actual de la intersección 4 avenida norte con 2 calle oriente.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

***Cuarta avenida sur con séptima calle oriente.***



INVENTARIO VIAL DE LA INTERSECCIÓN

**4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE**

RUBRO	ESTADO	ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
SEÑAL VERTICAL	BUENA		La señal de ALTO se encuentra dentro de la categoría de Señales Restrictivas. Se observa en Buena condición tanto el tablero como la leyenda y soporte, sus colores se mantienen. El mensaje que transmiten es claro. No se encuentra obstruido, por lo tanto es visible para los conductores. Hasta el momento no presentan corrosión ni decoloración.
SEÑAL VERTICAL	BUENO		Dentro de la categoría de Señales Restrictivas se ubica la señal de No Estacionarse. La señal está en estado bueno, ya que no presenta corrosión y decoloración en el tablero y soporte. Está ubicado al lado izquierdo de la calle. Su visibilidad es buena para los conductores que transitan sobre la calle y la avenida.
SEÑAL VERTICAL	BUENO		La señal de Parada de Autobuses pertenece a la categoría de Señales Informativas. La señal se encuentra en estado bueno, ya que no presenta corrosión y decoloración en el tablero y soporte. Está ubicado al lado derecho de la avenida. Su visibilidad es aceptable. Cabe destacar que la mayoría de transportistas no respetan esta señal y se estacionan cerca de la intersección.



SEÑAL HORIZONTAL	MALA		<p><u>MARCAS CUARTA AVENIDA SUR:</u> Se concluye que no existe marcación horizontal en la intersección sobre la cuarta avenida sur.</p>
SEÑAL HORIZONTAL	BUENA		<p><u>MARCAS SÉPTIMA CALLE:</u> Se concluye que no existe marcación horizontal en la intersección sobre la Séptima calle oriente.</p>
SEÑAL VERTICAL	BUENA		<p>En la intersección existen dos semáforos. Ambos están en buen estado. Cuentan con los elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes, visera y placa de contraste como se establece. Se encuentran ubicados sobre la intersección de la Cuarta Avenida Sur y la Séptima Calle Oriente.</p>
LUMINARIAS	BUENA		<p>La Iluminación vial proporciona una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche o bajo condiciones de obscuridad a los usuarios. Esta zona se encuentra en buenas condiciones ya que cuenta con lámparas LED nocturnas a lo largo de la cuarta Avenida Norte y Segunda calle oriente.</p>



<p style="text-align: center;">SUPERFICIE DE RODAURA</p>	<p style="text-align: center;">REGULAR</p>		<p>La superficie de rodamiento<sup>9</sup> es de pavimento flexible. Se observan grietas de baja severidad, piel de cocodrilo y corrugación de baja severidad sobre la cuarta avenida. Y sobre la séptima calle se observa grietas de borde de baja severidad y grietas de bloque de severidad media. Esta condición se presenta en la cuarta avenida unos metros próximos a la llegada de la intersección; la condición cambia al pasar el semáforo siempre conduciéndose sobre la avenida, pues el pavimento se encuentra en excelente estado.</p>
<p style="text-align: center;">DRENAJE</p>	<p style="text-align: center;">BUENO</p>		<p>Las estructuras de drenaje superficial en esta intersección, se encuentran en buen estado. Cuenta con dos tragantes y cordón cuneta respectivamente. En épocas de invierno no se observan inundaciones, debido a que los tragantes evacuan rápidamente las aguas pluviales. Ambos tragantes se observan en buenas condiciones.</p>

Cuadro 5: Resumen de la situación actual de la intersección 4 av. sur - 7 calle oriente.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>9</sup> Pavement Condition Index (PCI) Para pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras, Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela, 2002.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

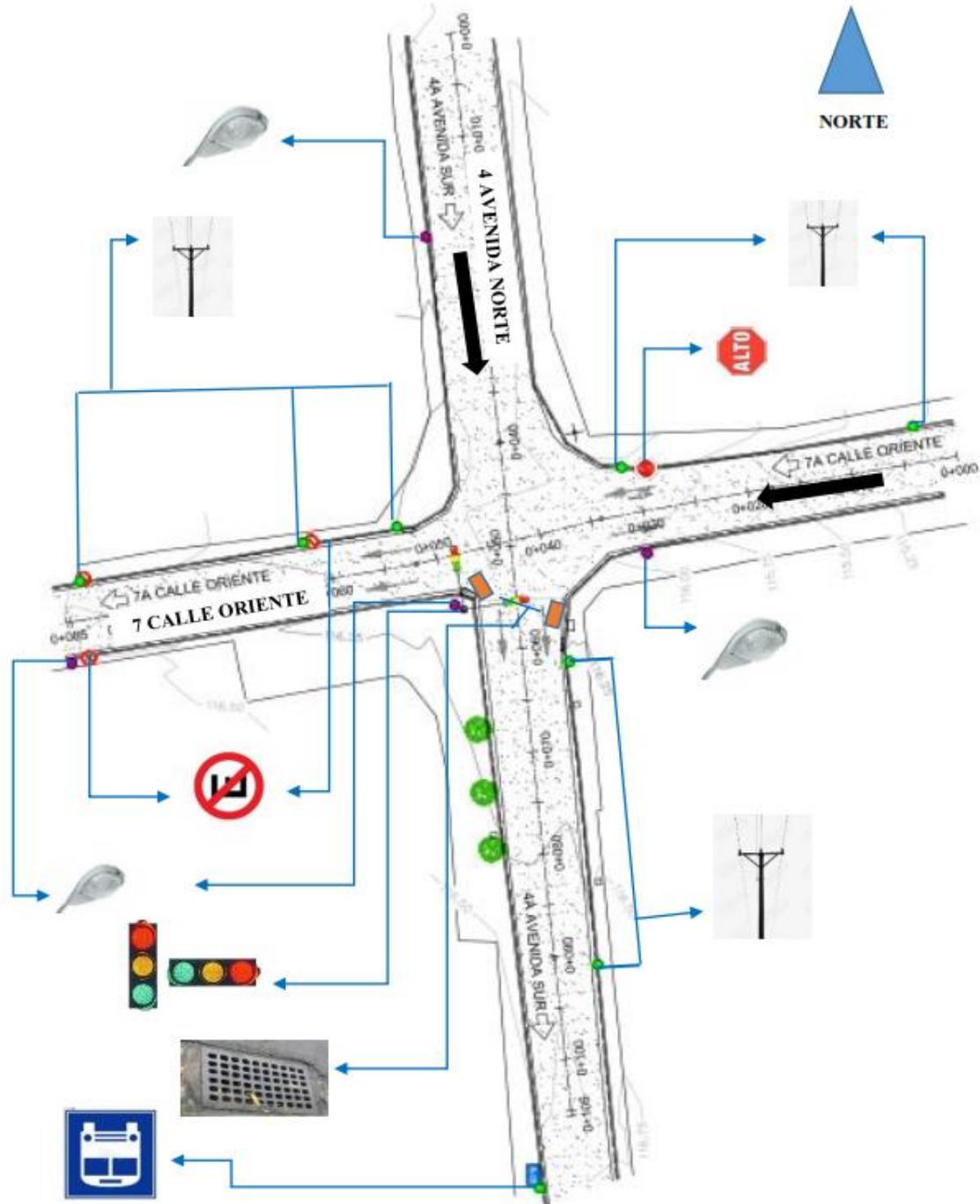


Figura 26: Detalles de la intersección Cuarta avenida sur con séptima calle oriente.

Fuente: Elaboración propia.



## ILUSTRACIÓN DE LA INTERSECCIÓN.

### SEÑALES DE TRÁNSITO:



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 27: Señales de tránsito en la intersección 4 avenida sur con 7 calle oriente.*



ESTADO DE CARPETA ASFÁLTICA:



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 28: Estado de la carpeta asfáltica en la intersección  
4 avenida sur con 7 calle oriente*



ILUMINACIÓN:



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 29: Iluminación en la intersección 4 avenida sur con 7 calle oriente*



DRENAJE:



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 30: Drenaje actual en la intersección 4 avenida sur con 7 calle oriente*



### 3.5 EVALUACIÓN VISUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL ACTUAL

En el cuadro que se muestra a continuación, se presentan el resultado de la evaluación visual realizado en las 5 intersecciones de estudio.

INTERSECCIONES	CONCLUSIÓN
CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE	Las señales observadas en la intersección satisfacen la necesidad de transmitir un mensaje simple y claro a los usuarios, ya que llaman la atención, imponen respeto y están en un lugar apropiado, dando al usuario tiempo para reaccionar; aunque existen ciertas señales que no se encuentran y que se considera que deberían estar en la intersección, tales como: paso peatonal definidos, ceda el paso, entre otras.
CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE	Es necesario que en algunas señales exista un mantenimiento adecuado, como por ejemplo en las señales horizontales que actualmente se encuentran deterioradas (pasos de cebra), señales verticales con aparente estado de corrosión (señales de giros a la derecha o izquierda, no estacionarse, altos y cruceros identificadores de la intersección en las esquinas.).
CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE	En general se clasificó que la señalización vial en las intersecciones, se encuentran en estado: BUENO.
CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE	
CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE	

*Cuadro 6: Evaluación visual de señalización vial actual en las intersecciones.*

*Fuente: Elaboración propia.*



### 3.6 CÁLCULO DE VOLUMEN DE TRÁNSITO

El aforo vehicular se hizo en dos periodos de tiempo en el día. El primer periodo fue de 11:00 a.m. a 1:00 p.m. y el segundo se realizó en las horas comprendidas desde las 3:00 p.m. a 5:00 p.m.

El conteo vehicular se hizo para bloques de 15 min de tiempo, y según el tipo de movimiento en los carriles para cada intersección. Fue necesario tomar en cuenta el tipo de vehículo que aparece representativo en el formato para la toma de datos vehicular (Ver figura 31).

El aforo se inicia llenando los datos de la parte superior del formato, pues sirven de referencia para indicar donde fue hecho el aforo, el tipo de movimiento, hora y fecha, y se dibuja un esquema de ubicación representativo.

Por cada vehículo que pasaba por el punto de análisis (y para cada movimiento en específico), se anotaba una rayita en la casilla correspondiente al tipo. Una vez completados los 15 minutos del conteo, se suman las rayitas que simbolizan cuantos vehículos han pasado durante ese periodo de tiempo, y se colocan en los cuadros más grandes ubicados en la esquina inferior derecha. Esto se hace para todos los periodos de tiempo siguiente.

Una vez terminado el aforo se suman todos los vehículos por grupo de 15 minutos, obteniendo así un total que servirá para obtener el valor de 15 minutos punta (15 min. de mayor tránsito vehicular).





### 3.7 PASOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN.

El análisis de la circulación se divide en cinco módulos:

1. Módulo de entrada.
2. Módulo de ajuste de volúmenes.
3. Módulo de intensidades de saturación.
4. Módulo de análisis de capacidad.
5. Módulo del nivel de servicio.

#### 3.7.1 MÓDULO DE ENTRADA.

El módulo de entrada (Ver figura 32), constituye en esencia un resumen de las características de la geometría, el tráfico y la semaforización, necesarias para llevar a cabo el resto de los cálculos. Cuando se estudia un caso real estos datos provendrán de campo. Cuando se está estudiando una situación futura, los datos de tráfico serán unas previsiones, mientras que la geometría y el diseño de la semaforización estarán basados en las condiciones existentes, o será objeto de una propuesta.

La parte superior del formulario contiene un dibujo esquemático de la intersección sobre el que quedan registrados los datos geométricos y de volumen básico:

#### ***PASO 1: Registro de volúmenes de tráfico.***

Se introducen en los casilleros apropiados, que aparecen en cada esquina del diagrama de la intersección, los volúmenes de hora completa. Los volúmenes de giros a la izquierda, movimientos de frente, y los giros a la derecha (cuando se permite el giro a la derecha durante el tiempo en rojo ( $M_{DER}$ ) puede reducirse el volumen de giro a la derecha en la



cantidad correspondiente al volumen de vehículos que giran a la derecha durante la fase roja), se ponen debajo de estos casilleros, en la punta de la flecha apropiada. La suma de estos tres movimientos en cada acceso debe coincidir con la cifra que aparece en el casillero.

***PASO 2: Registro de la geometría.***

Los detalles de la geometría de los carriles deben indicarse en el diagrama de la intersección. Los aspectos a detallar son:

- ✓ Número de carriles.
- ✓ Anchura de carriles.
- ✓ Los movimientos de tráfico que usan cada carril (indicados por las flechas).
- ✓ Existencia y situación de carriles de estacionamiento junto al bordillo.
- ✓ Existencia y longitud de carriles de almacenamiento de movimientos de giro.
- ✓ Existencia de isletas.
- ✓ Existencia y situación de las paradas de autobús.

La parte central del formulario es una tabulación de otros datos geométricos y de tráfico adicionales de cada acceso.

***Paso 3: Registro de las condiciones geométricas y de la circulación.***

En la parte central del formulario se introducen los siguientes parámetros. Para cada acceso se realizan las siguientes anotaciones individuales:



1. En la primera columna se pone el porcentaje de inclinación; “+” indica rampas, y “-” indica pendientes.
2. En la segunda columna se pone el porcentaje de vehículos pesados. Normalmente se pone la medida del acceso completo. Cuando el número de vehículos pesados varía significativamente entre los distintos movimientos, se pueden utilizar porcentajes distintos para los movimientos MI, MR, Y MD. Un “vehículo pesado” es aquel que tiene más de cuatro neumáticos en contacto con el pavimento.
3. Las columnas 3 y 4 describen las características del estacionamiento en el acceso. La tercera columna indica la presencia de un carril de estacionamiento adyacente a la intersección; se pone una “S” o una “N” según sea el caso (si o no). La cuarta columna indica el número de maniobras de entrada o salida del carril de estacionamiento a una distancia igual o inferior a 50 m de la intersección.
4. En la quinta columna se pone el número de autobuses locales que paran para recoger o dejar pasajeros dentro del entorno de la intersección, a la hora. Por entorno de la intersección se entiende la zona dentro de un radio de 75 m de la intersección.
5. En la sexta columna se pone el factor de hora punta.
6. En la séptima columna se pone el número de peatones a la hora que utilizan el paso peatonal que entre en conflicto con los giros a la derecha desde el acceso estudiado. Para el acceso en sentido hacia el Norte, será el paso peatonal del Este; para el acceso en sentido hacia el Sur, será el paso peatonal del Oeste, para el acceso en sentido hacia el Este, será el paso peatonal del Sur; y para el acceso en sentido hacia el Oeste, será el paso peatonal del Norte.



7. Las columnas 7 y 8 describen los controles peatonales existentes en la intersección.

La octava columna indica la existencia de un detector de peatones del tipo pulsador en el acceso estudiado, mediante una anotación “S” o “N”. La novena columna registra el mínimo tiempo de verde requerido para que un peatón cruce la calle, calculado mediante la ecuación 2:

$$G_p = 7.0 + W/1.2 - Y$$

8. La columna decima se utiliza para identificar el tipo de llegadas, lo cual describe de una forma general las características de las columnas y de la progresión. Los tipos de llegada se identifican por un número, del 1 al 5, según se muestra en la metodología del capítulo 2.

La parte inferior del formulario se utiliza para indicar esquemáticamente el diseño semafórico de la intersección.

#### ***Paso 4: Diseño semafórico.***

Mediante las ocho casillas que aparecen en la parte inferior del formulario del Módulo de Entrada se indica esquemáticamente la secuencia de fases. Puede definir así un semáforo de hasta ocho fases. Cada casilla se utiliza para definir una fase o subfase durante la cual los movimientos permitidos permanecen constantes.

1. En cada fase se muestran los movimientos posibles mediante flechas. Los movimientos permitidos se indican mediante flechas a trazos, mientras que los giros protegidos se muestran con flechas de línea continua. Los flujos peatonales conflictivos deben indicarse por medio de líneas a trazos.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

2. En la línea denominada “tiempos” debe indicarse para cada fase el tipo real de verde, y el tiempo real de ámbar + el de rojo (en segundos).
3. Cada fase se debe identificar como predeterminada o de tiempos fijos (P), o actuada (A).



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

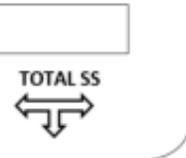
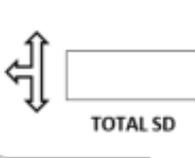
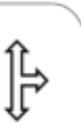
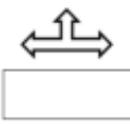
FORMULARIO DE ENTRADA										
Intersección: _____					Fecha: _____					
Analista: _____			Periodo analizado: _____			Proyecto N° _____				
Ciudad: _____										
 NORTE		<input type="text"/>  TOTAL SS			 TOTAL SD					
A. IDENTIFICAR EN EL DIAGRAMA: 1. Volúmenes 2. Carriles, anchura de cada carril 3. Situación de los estacionamientos (EST) 4. Longitud carriles, almacenamiento para giros 5. Isletas (Físicas o pintadas) 6. Paradas de autobús)		<input type="text"/>  TOTAL SE			 TOTAL SN					
CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA CIRCULACIÓN.										
ACCESO	Inclinación n. (%)	%VP	Carril Estación Adyacente		Autobús (NB)	FHP	Peatones Conflicto (pt/h)	Pulsador paso peatonal		TIPO DE LLEGADA
			S o N	N				S o N	Min. Reglaje	
SE										
SO										
SN										
SS										
Inclinación: trampas - pendientes			NB: Autobuses con paradas			Min. Reglaje: Mínimo tiempo verde				
VP: Vehículos. más de 4 ruedas			FHP: Factor de hora punta			para cruce peatonal				
Nm: Maniobras estacionam./hr.			Peatones: Peatón en conflicto/h			Tipo Llegada: Tipo 1-5				
PLAN DE FASES										
D I A G R A M A										
	Reglaje	G= Y+R=	G= Y+R=	G= Y+R=	G= Y+R=	G= Y+R=	G= Y+R=	G= Y+R=	G= Y+R=	
Predeterminada o Actuada										
Giros Protegidos 			Giros Permitidos 			Peatones 		Duración del ciclo _____ seg.		

Figura 32: Ejemplo de Formulario de Módulo de Entrada.  
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



### 3.7.2 MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.

El segundo módulo de análisis (Ver figura 33), se centra en:

- ✓ La transformación de los volúmenes horarios de los movimientos en intensidades para el periodo de los 15 minutos punta de la hora.
- ✓ La determinación de los grupos de carriles a analizar.
- ✓ El ajuste de los flujos de demanda para reflejar la distribución entre carriles.

#### ***PASO 1: Registro de los volúmenes horarios.***

Se ponen los volúmenes horarios de los movimientos en la columna 3 del formulario.

Estos se toman directamente del diagrama de la intersección del formulario de entrada.

#### ***PASO 2: Conversión de los volúmenes horarios en intensidades punta.***

Se pone el factor de hora punta de cada movimiento en la columna 4 del formulario. Se dividen los volúmenes horarios entre el FHP para calcular las intensidades punta, mediante la ecuación 3:

$$I_p = Q/FHP$$

Siendo  $I_p$ , la intensidad para el periodo punta de 15 minutos analizado. El resultado se apunta en la columna 5 del formulario.

#### ***PASO 3: Determinación de los grupos de carriles a analizar.***

Se deben determinar los grupos de carriles a analizar en base a las recomendaciones mencionadas en la metodología descrita en el capítulo 2.



Se definen los grupos de carriles en la columna 6 del formulario mediante flechas que ilustren los carriles y movimientos incluidos dentro de cada grupo. Los movimientos de giro permitido se indican mediante flechas a trazos, mientras que los movimientos de giros protegidos se muestran con flechas de línea continua.

***PASO 4: Registro de la intensidad del grupo de carriles.***

Una vez determinados los grupos de carriles, se deben de sumar las intensidades de los movimientos incluidos, y su resultado se anota en la columna 7 del formulario como intensidad del grupo de carriles  $I_g$ .

***PASO 5: Registro del número de carriles en el grupo de carriles.***

Se apunta en la columna 8 el número de carriles pertenecientes a cada grupo de carriles.

***PASO 6: Registro del factor de utilización de carril.***

Se puede obtener el factor de utilización de carril de la tabla 2 y se introduce a la columna 9 del formulario para tener en cuenta el uso desigual que los vehículos hacen de los carriles disponibles. En el resto de los casos, utilícese el valor de 1.0.

***PASO 7: Calculo de la intensidad de grupo de carriles ajustada.***

Se calcula la intensidad de grupo de carriles ajustada mediante la ecuación 6:

$$I = I_g \times U$$

En donde  $I$  es la intensidad ajustada del grupo de carriles. El resultado se introduce en la columna 10 del formulario.



***PASO 8: Registro de la proporción de giros a la izquierda y/o de giros a la derecha del grupo de carriles.***

Se anota la proporción de giros a la izquierda y/o derecha de la demanda del grupo de carriles en la columna 11 del formulario. Estos valores se pueden calcular como sigue:

$$P_{MI} = I_{MI} / I_g$$

$$P_{MD} = I_{MD} / I_g$$

Siendo  $P_{MI}$  y  $P_{MD}$  las proporciones de vehículos que giran a la izquierda y a la derecha que utilizan el grupo de carriles, expresadas en decimales. Las intensidades de giro a la derecha y a la izquierda se obtienen de la columna 5 del formulario, y la intensidad total del grupo de carriles,  $I_g$  viene de la columna 7 del formulario.

El módulo de ajuste de volúmenes presenta los flujos de demanda en una forma agradable para el análisis posterior, a la vez que proporciona valores que se utilizarán después en los siguientes módulos de análisis.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acceso	Movimiento	Volumen De Hora punta Mvt (v/h)	Factor De Hora punta FHP	Intensidad Punta Ip (v/h) 3 + 4	Grupo De carriles	Intensidad del grupo de carriles Ig (v/h)	Numero De Carriles N	Fecha de utilización de carriles U	Intensidad Ajustada I (v/h) 7 + 9	Prop. de MD o MI P <sub>MD</sub> o P <sub>MI</sub>
SE	MIR									
	MD									
SO	MI									
	MIR									
SN	MD									
	MI									
SS	MIR									
	MD									

Figura 33: Ejemplo de Formulario de Ajuste de Volúmenes.

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



### **3.7.3 MÓDULO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.**

En este módulo (Ver Figura 34), se calcula la intensidad total de saturación de cada grupo de carriles en las condiciones prevalecientes.

#### ***PASO 1: Registro de la descripción de los grupos de carriles.***

La columna 2 del formulario se utiliza para identificar los carriles y movimientos incluidos dentro de cada grupo de carriles. Estos son los mismos anotados en la columna 6 del Formulario de Ajuste de Volúmenes, que fue donde estos grupos quedaron determinados.

#### ***PASO 2: Registro de la intensidad de saturación ideal.***

Se pone la intensidad de saturación ideal por carril en la columna 3 del formulario. En la mayoría de los cálculos este valor será de 1,800 v/h/c.

#### ***PASO 3: Registro de los factores de ajuste.***

La intensidad de saturación se multiplica por el número de carriles del grupo de carriles y por ocho factores de ajuste, como se indica a continuación:

1. Se anota el número de carriles del grupo de carriles en la columna 4 del formulario.
2. Se pone al factor de anchura de carril  $F_a$ , en la columna 5 del formulario. (Se obtiene de tabla 5).
3. Se pone el factor de vehículos pesados  $F_{vp}$ , en la columna 6 del formulario. (Se obtiene de tabla 6)
4. Se pone el factor de inclinación de la rasante  $F_g$ , en la columna 7 del formulario. (Se obtiene de tabla 7)



5. Se pone el factor de estacionamiento  $F_i$ , en la columna 8 del formulario. (Se obtiene de tabla 8)
6. Se pone el factor de bloqueo de autobús  $F_{bb}$ , en la columna 9 del formulario. (Se obtiene de tabla 9)
7. Se pone el factor de tipo de área  $F_a$ , en la columna 10 del formulario. (Se obtiene de tabla 10)
8. Se pone el factor de giro a la derecha  $F_{md}$ , en la columna 11 del formulario. (Se obtiene de tabla 11)
9. Se pone el factor de giro a la derecha  $F_{mi}$ , en la columna 12 del formulario. (Se obtiene de tabla 12)

***PASO 5: Cálculo de las intensidades de saturación ajustadas.***

La intensidad de saturación ajustada para cada grupo de carriles se calcula multiplicando la intensidad de saturación ideal por el número de carriles del grupo de carriles, y por cada uno de los 8 factores de ajuste determinados en el paso 3, esto se hace de acuerdo a la ecuación 7.





### **3.7.4 MÓDULO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD.**

En este módulo (Ver Figura 35), se combinan la información y los cálculos resultantes de los 3 módulos anteriores, para calcular la capacidad de cada acceso y las relaciones I/c de cada grupo de carriles y de la intersección completa.

#### ***PASO 1: Introducción de la descripción del grupo de carriles.***

Nuevamente se utiliza la columna 2 del formulario para describir los grupos de carriles. Al igual que en el Formulario de Intensidades de Saturación, se ponen aquí los carriles y movimientos pertenecientes a cada grupo de carriles. En este formulario sin embargo se dividen los grupos de carriles para giros a la izquierda exclusivos que tienen una fase para giros a la izquierda protegidos y permitidos. Con esto se pretende que en este caso se examine de forma iterativa, como se indica más adelante.

#### ***PASO 2: Introducción de la intensidad ajustada para cada grupo de carriles.***

La intensidad ajustada para cada grupo de carriles se obtiene del Formulario del Módulo de Ajustes de Volúmenes y se anota en la columna 3 de este formulario.

#### ***PASO 3: Registro de la intensidad de saturación ajustada para cada grupo de carriles***

La intensidad de saturación ajustada para cada grupo de carriles se obtiene del Formulario de Intensidades de Saturación y se anota en la columna 4 del formulario.

#### ***PASO 4: Calculo de la relación de intensidades para cada grupo de carriles.***

Se calcula la relación de intensidades de cada grupo de carriles mediante la fórmula I/s y se anota en la columna 5 del formulario.



***PASO 5: Identificación de los grupos de carriles críticos.***

Los grupos de carriles se identifican mediante una marca anotada en la última columna del formulario.

***PASO 6: Introducción de relación de tiempos de verde para cada grupo de carriles.***

Se calcula y se anota en la columna 6 del formulario la relación  $g/C$  de cada grupo de carriles. La relación  $g/C$  es el tiempo efectivo de verde dividido entre la duración del ciclo se obtienen del Formulario del Módulo de Entrada. Cuando los intervalos de cambio sean de 3 a 5 seg., se puede asumir que el tiempo de verde efectivo sea igual al tiempo de verde real.

***PASO 7: Calculo dela capacidad de cada grupo de carriles.***

Se calcula la capacidad de cada grupo de carriles como el producto de la intensidad de saturación por la relación de verde  $C_i = S (g/C)$ , el resultado de este cálculo se anota en la columna 7 del formulario.

***PASO 8: Calculo de las relaciones I/c de cada grupo de carriles.***

La relación  $I/c$  de cada grupo de carriles es la relación entre la intensidad ajustada y la capacidad:  $X = I/c$ . Se calculan estos valores y se anotan en la columna 8 del formulario.

***PASO 9: Calculo de la relación I/c Crítica.***

La relación crítica  $I/c$ ,  $X_c$ , se calcula de acuerdo con la ecuación 10:

$$X_c = \frac{\sum(I/s)C}{C - L}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

Se realiza este cálculo y se anota el resultado en el lugar apropiado al final del formulario.

La duración del ciclo utilizada en estos cálculos se obtiene del Formulario del Módulo de Entrada.

FORMULARIO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
GRUPO DE CARRILES		Intensidad Ajustada $I$ (v/h)	Intensidad Saturación Ajustada $s$ (v/hv)	Relación Intensidades $I/s$	Relación Tiempo Verde $g/C$	Capacidad Grupo Carriles $c$ (v/h)	Relación $I/c$ $X$	Grupo Carriles Críticos $I$
Acceso	Movimiento de los grupos de carriles							
SE								
SO								
SN								
SS								
Duración del ciclo $C$ _____ s		$\sum (I/s) =$ _____						
Tiempo Periodo por Ciclo, $L$ _____ s		$X_c = \frac{\sum I x C}{C-L} =$ _____						

Figura 35: Ejemplo de Formulario de Análisis de la Capacidad.  
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



### 3.7.5 MÓDULO DE NIVEL DE SERVICIO.

El módulo de nivel de servicio (Ver Figura 36) combina los resultados de los módulos de ajustes de volúmenes, intensidades de saturación y de análisis de capacidad, para obtener la demora media en parada por vehículo de cada grupo de carriles. El nivel de servicio está directamente relacionado con la demora.

La demora se calcula mediante las ecuaciones 11 y 12.

$$d_1 = 0.38 C \frac{\left\{1 - \left(\frac{g}{C}\right)\right\}^2}{\left\{1 - \left(\frac{g}{C}\right)(X)\right\}}$$

$$d_2 = 173 X^2 \{X - 1\} + \sqrt{(X - 1)^2 + (16 X/c)}$$

$$d = d_1 + d_2$$

El formulario se ha diseñado para calcular los dos términos de la demora por separado. Su suma se multiplica por el factor de ajuste de progresión (FP) para tener en cuenta el impacto que la progresión tiene sobre la demora. Este factor se obtiene de tablas.

#### ***PASO 1: Registro de la descripción del grupo de carriles.***

Como en los formularios anteriores, se utiliza la columna 2 para anotar la descripción de los carriles y los movimientos incluidos dentro de cada grupo de carriles. Esta descripción será la misma que aparecía en el formulario de ajustes de volúmenes. En este formulario no es necesario separar los grupos de carriles con giros a la izquierda protegidos y permitidos.



***PASO 2: Obtención del primer término de la demora.***

El primer término de la ecuación de la demora, refleja la “demora uniforme”, es decir, la demora que se producirá en un grupo de carriles si las llegadas estuvieran uniformemente distribuidas, y si ningún ciclo entrara en sobresaturación. Depende la relación  $I/c$ ,  $X$ , del grupo de carriles, y de la duración del ciclo,  $C$ . Se obtiene como se indica a continuación:

1. Se anota la relación  $I/c$  de cada grupo de carriles en la columna 3 del formulario. Estas pueden obtenerse del formulario de Análisis de Capacidad.
2. Se anota la relación de verdes de cada grupo de carriles en la columna 4 del formulario. Este valor se obtiene del formulario de Análisis de Capacidad.
3. Se anota la relación del ciclo en la columna 5 del formulario. Este valor también se obtiene del formulario de Análisis de Capacidad.
4. Se calcula el primer término de la demora mediante la ecuación. El resultado se anota en la columna 6 del formulario.

***PASO 3: Obtención del segundo término de la demora.***

El segundo término de la demora refleja la “demora incremental”, es decir, aquella demora por encima de la demora uniforme que se debe a que las llegadas son aleatorias en vez de uniformes, y debido también a los ciclos que se sobresaturan. Está basada en la relación  $I/c$ ,  $X$ , y en la capacidad,  $c$ , del grupo de carriles. Se calcula como sigue:

1. Se anota la capacidad de cada grupo de carriles en la columna 7 del formulario. Se obtiene esta del formulario de Análisis de Capacidad.



2. Se calcula el segundo término de la demora de la ecuación. El resultado se anota en la columna 8 del formulario.

***PASO 4: Obtención de la demora y del nivel de servicio de cada grupo de carriles.***

La demora de cada grupo de carriles es la suma de los dos términos de demora multiplicados por el factor de progresión. Para la obtención de la demora y del nivel de servicio se siguen los siguientes pasos:

1. Se obtiene el factor de progresión FP de cada grupo de carriles por medio de tabla 3. Se anota este valor en la columna 9 del formulario.
2. Se calcula la demora media de parada por vehículo para cada grupo de carriles de la siguiente forma:  $Demora = (d_1 + d_2) (FP)$ . Se anota el resultado en la columna 10 del formulario.
3. De tabla 4 se obtiene el nivel de servicio para cada grupo de carriles. El resultado se anota en la columna 11 del formulario.

***PASO 5: Obtención de la demora y del nivel de servicio de cada acceso.***

Se obtiene la demora media por vehículo para cada acceso sumando el producto de la intensidad de cada grupo de carril del acceso por su demora y dividiendo la suma por la intensidad total del acceso. Se anota en la columna 12 del formulario la demora media ponderada para cada acceso. Mediante la tabla 4 se determina el nivel de servicio y se anota en la columna 13 del formulario.



***PASO 6: Obtención de la demora y del nivel de servicio de la intersección.***

Se calcula la demora media por vehículo de la intersección considerada en su conjunto sumando el producto de las intensidades de cada acceso por su demora para todos los accesos y dividiendo la suma entre la intensidad total de la intersección. Esta demora media ponderada se anota en el espacio apropiado reservado para ello en la parte inferior del formulario. El nivel de servicio para la intersección en general se obtiene por medio de tabla 4, y se anota en el espacio apropiado al final del formulario.

El resultado de este módulo es una estimación de la demora media en parada por vehículo para cada acceso y para la intersección completa. El nivel de servicio está directamente relacionado con los valores de la demora y se asigna en función de la misma.

Es mejor analizar los valores del nivel de servicio y la demora en combinación con los resultados del módulo de capacidad.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO													
GRUPO DE CARRILES		PRIMER TÉRMINO DE LA DEMORA			SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA			SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA			DEMORA TOTAL Y NS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Acceso	Mov. de Grupos Carril	Relac. X	Relac. Verde g/C	Durac. Ciclo C (sg)	Demora d <sub>1</sub> (sg/v)	Capacidad. Grupos Carril C (v/h)	Demora d <sub>2</sub> (sg/v)	Factor de Progresión f <sub>p</sub>	Demora Grupo Carril (sg/v)	NS Grupo Carril	Demora Acceso (sg/v)	NS Acceso.	
SE													
SO													
SN													
SS													

NS DE LA INTERSECCIÓN \_\_\_\_\_

DEMORA DE LA INTERSECCIÓN \_\_\_\_\_ SG/V

Figura 36: Ejemplo de Formulario de Nivel de Servicio.  
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



# CAPÍTULO 4:

# PROCESAMIENTO

# DE DATOS.



## 4.1 DATOS DE ENTRADA

### 4.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Los datos que se presentan a continuación, han sido tomados de campo, a través de un levantamiento topográfico con estación total, del cual se obtuvieron detalles acerca de la geometría de las intersecciones. Dentro de los datos que se obtuvieron tenemos los siguientes:

- ✓ Pendientes de los accesos en cada una de las intersecciones.
- ✓ Ancho de carriles en calles y avenidas.
- ✓ Longitud de los tramos en las áreas de estudio propuestas.
- ✓ Situación actual de las intersecciones, tales como la señalización vial, drenaje, iluminación, etc.

En los siguientes cuadros a continuación, se muestran todos los datos de entrada necesarios para el análisis de las intersecciones con semáforo, según lo exige la metodología de análisis del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

INTERSECCIÓN	ACCESO	NÚMERO DE CARRILES	ANCHO DE CARRIL (M)	CARRIL DE ESTACIONAMIENTO
4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE	4 Avenida Norte	2	3.00	SI
			3.00	NO
	8 Calle Oriente	2	3.075	NO
			3.075	NO



INTERSECCIÓN	ACCESO	NÚMERO DE CARRILES	ANCHO DE CARRIL (M)	CARRIL DE ESTACIONAMIENTO
4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE	4 Avenida Norte	2	2.60	SI
			2.60	NO
	6 Calle Oriente	2	2.60	SI
			2.60	NO
4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE	4 Avenida Norte	2	3.12	SI
			3.12	NO
	4 Calle Oriente	2	3.85	NO
			3.85	NO
4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE	4 Avenida Norte	2	2.88	SI
			2.88	NO
	2 Calle Oriente	2	3.50	NO
			3.50	NO
4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE	4 Avenida Sur	2	4.60	SI
			4.60	NO
	7 Calle Oriente	2	3.10	NO
			3.10	NO

Cuadro 7: Características geométricas de las intersecciones de estudio.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.1.2 INCLINACIÓN DE ACCESOS EN LAS INTERSECCIONES

4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE	
ACCESO	PENDIENTE
4 Avenida Norte	-0.13 %
8 Calle Oriente	0.77 %
4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE	
ACCESO	PENDIENTE
4 Avenida Norte	0.71 %
6 Calle Oriente	-1.51 %
4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE	
ACCESO	PENDIENTE
4 Avenida Norte	0.71 %
4 Calle Oriente	1.73 %
4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE	
ACCESO	PENDIENTE
4 Avenida Norte	-0.77 %
2 Calle Oriente	-1.35 %
4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE	
ACCESO	PENDIENTE
4 Avenida Sur	0.20 %
7 Calle Oriente	2.38 %

*Cuadro 8: Inclinación en los acceso de las intersecciones.*

*Fuente: Elaboración propia.*

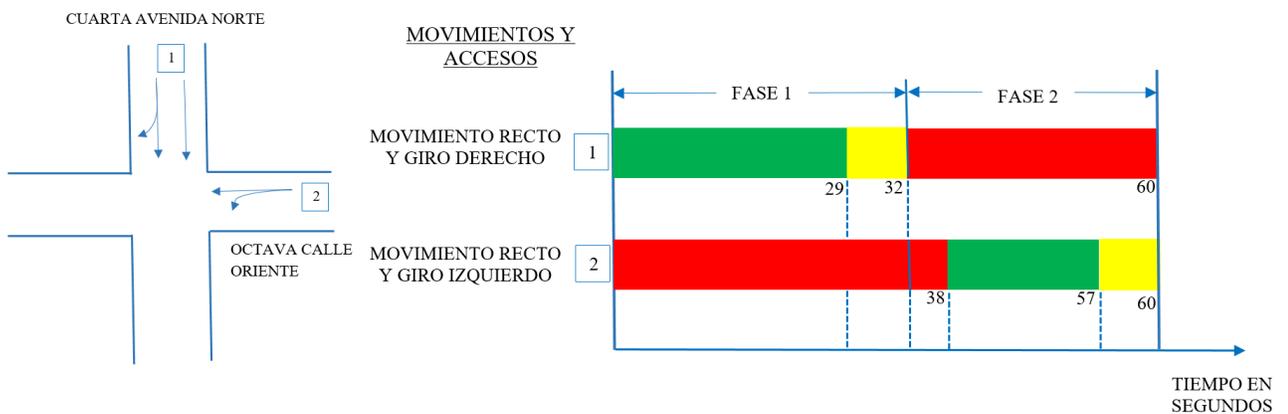


### 4.1.3 FASES DE LOS SEMÁFOROS

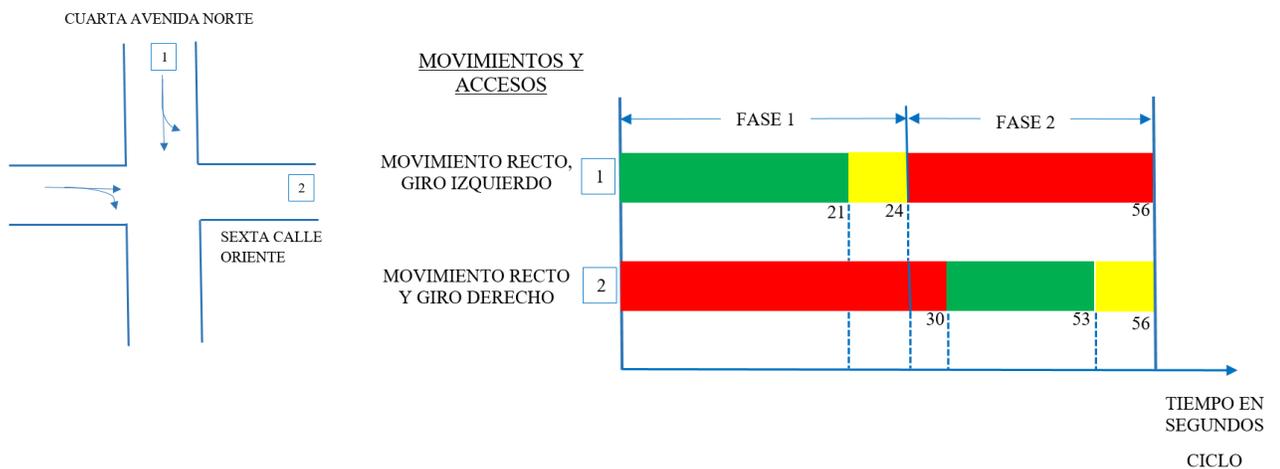
#### 4.1.3.1 DIAGRAMAS DE FASES EN LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO

A continuación, se muestra el grafico de fases semafóricas, el cual se construye con un numero de barras que representan cada uno de los semáforo ubicados en las intersecciones de estudio; tienen la longitud de un ciclo completo, en la cual se representa mediante los colores verde, amarillo y rojo los tiempos en los que el semáforo presenta dichos colores.

##### 1. Intersección: Cuarta avenida norte - Octava calle oriente.



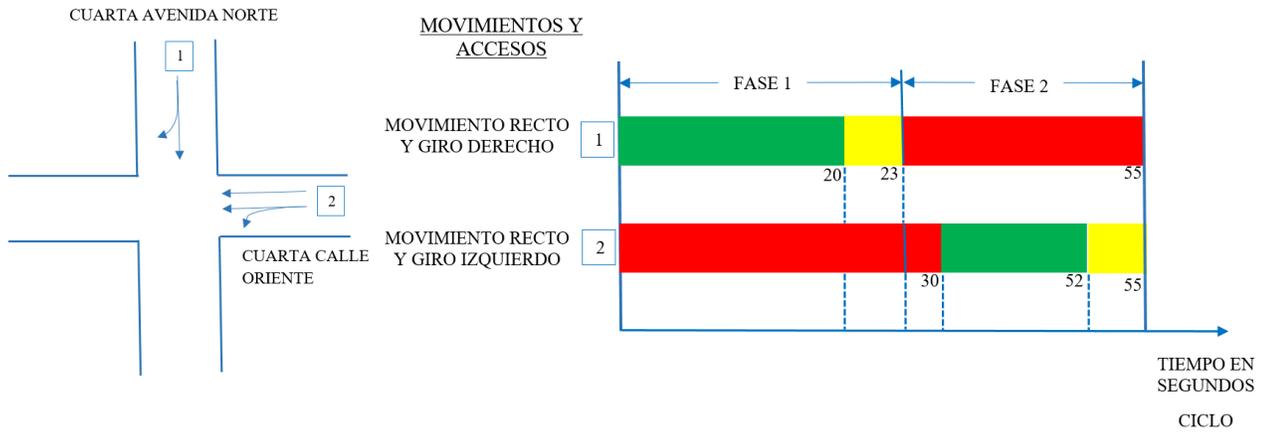
##### 2. Intersección: Cuarta avenida norte - Sexta calle oriente.



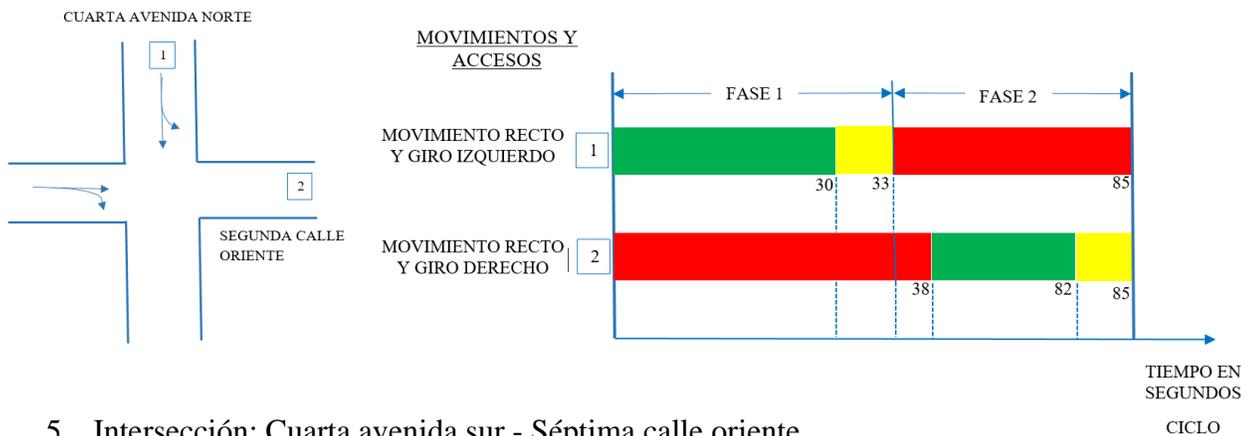


EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

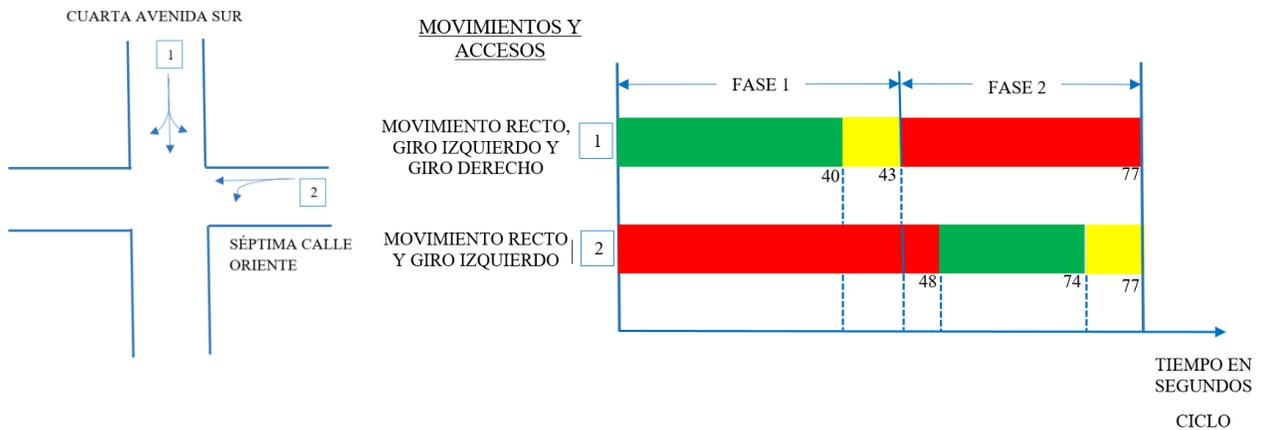
3. Intersección: Cuarta avenida norte - Cuarta calle oriente.



4. Intersección: Cuarta avenida norte - Segunda calle oriente.



5. Intersección: Cuarta avenida sur - Séptima calle oriente.





En el siguiente cuadro se muestran las fases semafóricas, que fueron tomadas en campo y para cada semáforo respectivamente ubicado en cada una de las intersecciones de estudio.

4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	29	60
	Ámbar	3	
	Rojo	28	
8 Calle Oriente	Verde	19	60
	Ámbar	3	
	Rojo	38	
4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	21	56
	Ámbar	3	
	Rojo	32	
6 Calle Oriente	Verde	23	56
	Ámbar	3	
	Rojo	30	
4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	20	55
	Ámbar	3	
	Rojo	32	
4 Calle Oriente	Verde	22	55
	Ámbar	3	
	Rojo	30	
4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	30	85
	Ámbar	3	
	Rojo	52	
2 Calle Oriente	Verde	44	85
	Ámbar	3	
	Rojo	38	



4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Sur	Verde	40	77
	Ámbar	3	
	Rojo	34	
7 Calle Oriente	Verde	26	77
	Ámbar	3	
	Rojo	48	

*Cuadro 9: Fases de los semáforos en las intersecciones*

*Fuente: Elaboración propia.*

## 4.2 AFOROS VEHICULARES

Los aforos vehiculares se realizaron en las siguientes 5 intersecciones semaforizadas con mayor demanda vehicular en el día sobre un tramo de la cuarta avenida norte y sur:

- Cuarta avenida norte intersección con Octava calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Sexta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Cuarta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Segunda calle oriente.
- Cuarta avenida sur intersección con Séptima calle oriente.

En el estudio de tráfico se hizo una clasificación vehicular, se colocó un aforo en cada arteria que converge con la intersección y se ordenó de acuerdo al tipo y cantidad de vehículo que transita en la intersección, tomando como referencia la tabla de clasificación general de vehículos<sup>10</sup>. Los aforos se hicieron en horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m. y de 3:00

<sup>10</sup> Fuente: Ingeniería de Tránsito Cal y Mayor. Capítulo 5. Tabla 5.6-Clasificación general de los vehículos.



p.m. a 5:00 p.m. por considerarse las horas de máxima demanda vehicular que transita en las intersecciones.

Entre los datos obtenidos de los aforos se tiene lo siguiente:

1. Cantidad total de vehículos que cruzan en cada intersección de análisis según el tipo descrito en la clasificación.
2. Movimientos que se realizan en las vías que convergen en la intersección, giros a la izquierda y/o a la derecha permitido, así como los movimientos en dirección de frente.

A continuación se presentan los cuadros resumen del total de vehículos y los formatos utilizados para cada movimiento en las vías de las 5 intersecciones que se analizaron en campo en las horas antes mencionadas.

En los formatos se establecieron periodos de tiempo exactos de 15 minutos, con el fin de obtener así la hora punta que es en la que más vehículos transitaron en la intersección.



#### 4.2.1 CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.		AFOROS VEHICULARES
INTERSECCIÓN:		4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE
HORAS DE ANÁLISIS	TIEMPO CADA 15 MIN	TOTAL DE VEHICULOS
11:00 A.M a 1:00 P.M.	11:00 A.M - 11:15 A.M	228
	11:15 A.M - 11:30 A.M	220
	11:30 A.M - 11:45 A.M	269
	11:45 A.M - 12:00 M.D	278
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>995</b>
	12:00 M.D. - 12:15 P.M	267
	12:15 P.M. - 12:30 P.M	264
	12:30 P.M. - 12:45 P.M	268
	12:45 P.M. - 1:00 P.M	246
3:00 P.M a 5:00 P.M	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1045</b>
	3:00 P.M - 3:15 P.M	198
	3:15 P.M - 3:30 P.M	245
	3:30 P.M - 3:45 P.M	287
	3:45 P.M - 4:00 P.M	257
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>987</b>
	4:00 P.M - 4:15 P.M	261
	4:15 P.M - 4:30 P.M	286
	4:30 P.M - 4:45 P.M	314
	4:45 P.M - 5:00 P.M	139
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1000</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

15 minutos punta: 4:30 p.m. a 4:45 p.m. pasaron 314 vehículos.

Hora punta: 4:00 p.m. a 5:00 p.m.

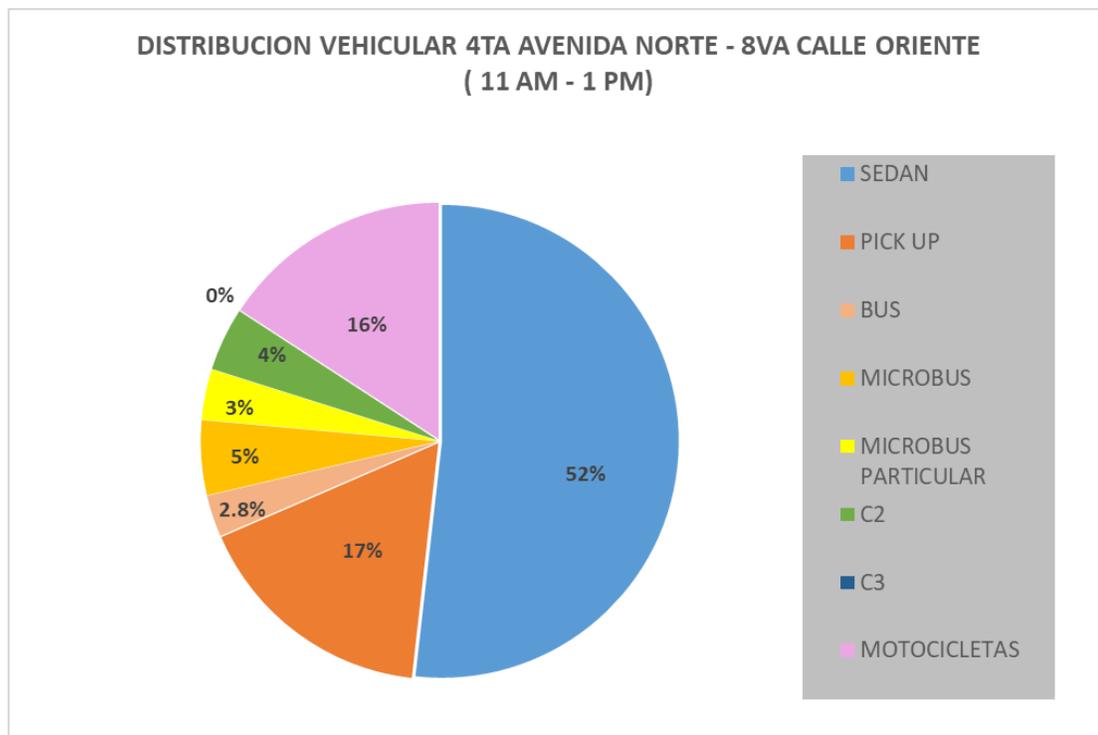
La hora punta se obtiene de los 15 minutos de máxima demanda vehicular en una hora.



Datos según aforo vehicular:

- Distribución Vehicular para las horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	1055	52%
PICK UP	340	17%
BUS	58	2.8%
MICROBUS	104	5%
MICROBUS PARTICULAR	70	3%
C2	88	4%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	322	16%
TOTAL	2037	100%



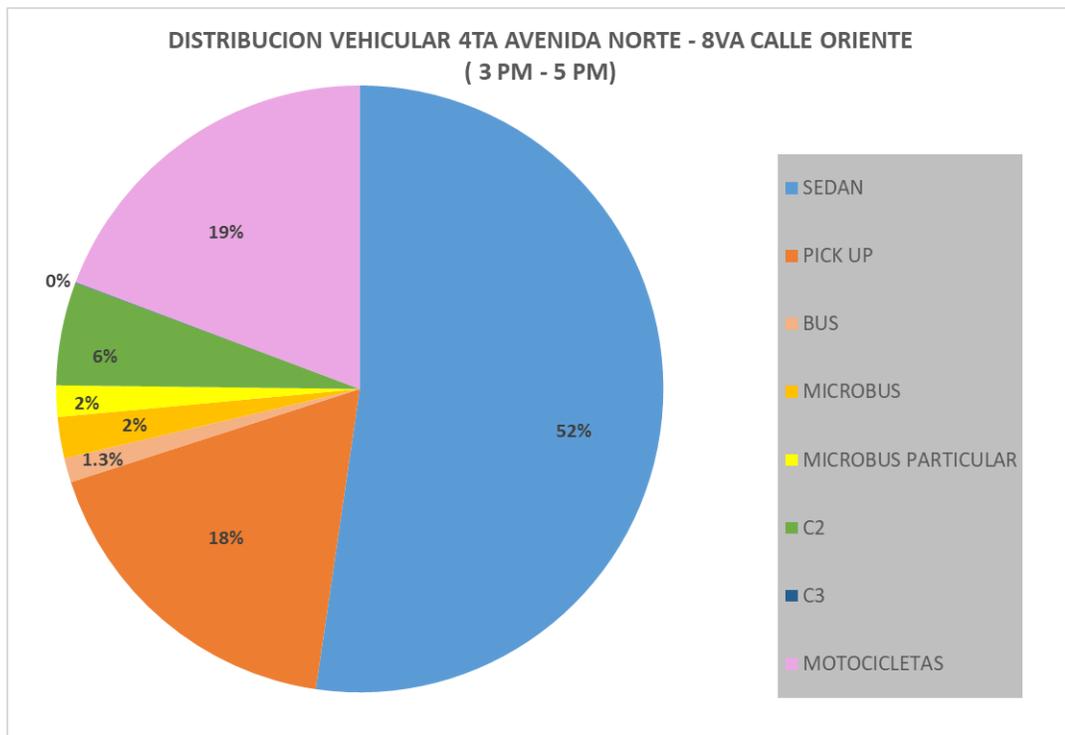
*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

- Distribución Vehicular para las horas de 3:00 p.m. a 5:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	1379	52%
PICK UP	467	18%
BUS	34	1.3%
MICROBUS	58	2%
MICROBUS PARTICULAR	44	2%
C2	145	6%
C3	1	0%
MOTOCICLETAS	508	19%
TOTAL	2636	100%



*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 11:00 A.M. A 1:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL										UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	
										AFOROS VEHICULARES	
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u> Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>										ORIENTACIÓN	
Condición Climática: <u>Soleado</u> Movimientos Aforados : <u>UNO</u>											
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u> Hoja: <u>1 de 1</u>											
Hora de Inicio : <u>11:00 A.M.</u> Hora Final : <u>1:00 P.M.</u>											
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	26	5	0	0	2	1	0	0	3	37	
11:15 A.M - 11:30 A.M	21	15	0	0	0	0	0	0	13	49	
11:30 A.M - 11:45 A.M	23	14	0	2	1	2	0	0	8	50	
11:45 A.M - 12:00 M.D	21	5	0	0	0	1	0	0	7	34	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>91</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>170</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	32	7	0	0	0	5	0	0	10	54	
12:15 P.M - 12:30 P.M	28	7	0	0	1	1	0	0	9	46	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	41	8	0	0	0	0	0	0	12	61	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	25	8	0	0	2	6	0	0	16	57	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>126</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>218</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>78</b>	<b>388</b>	

Cuadro 10: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).

Movimiento de Norte a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

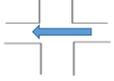
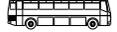
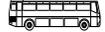
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados: <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 8 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	8	2	0	0	0	0	0	0	0	10	
11:15 A.M - 11:30 A.M	3	0	0	0	0	3	0	0	3	9	
11:30 A.M - 11:45 A.M	5	0	0	0	0	0	0	0	2	7	
11:45 A.M - 12:00 M.D	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	4	1	1	0	1	0	0	0	2	9	
12:15 P.M - 12:30 P.M	9	3	1	0	1	0	0	0	2	16	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	4	0	0	0	1	0	0	0	1	6	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	3	1	0	0	0	0	0	0	3	7	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>38</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>65</b>	

Cuadro 11: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							
				AFOROS VEHICULARES							
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>					ORIENTACIÓN			MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>					↓ 4 AVENIDA NORTE ← 8 CALLE ORIENTE				
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>									
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	49	25	0	2	1	3	0	0	18	98	
11:15 A.M - 11:30 A.M	49	20	3	4	1	7	0	0	15	99	
11:30 A.M - 11:45 A.M	70	19	4	0	1	6	0	0	24	124	
11:45 A.M - 12:00 M.D	30	152	3	0	0	2	0	0	12	199	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>198</b>	<b>216</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>69</b>	<b>520</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	57	17	2	2	2	1	0	0	22	103	
12:15 P.M - 12:30 P.M	68	29	2	0	1	3	0	0	23	126	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	58	24	3	1	2	5	0	0	22	115	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	46	24	5	1	1	1	0	0	31	109	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>229</b>	<b>94</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>98</b>	<b>453</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>427</b>	<b>310</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>167</b>	<b>973</b>	

Cuadro 12: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES			
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados: <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE			
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 8 CALLE ORIENTE			
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL		
11:00 A.M - 11:15 A.M	33	21	1	4	4	6	0	0	14	83		
11:15 A.M - 11:30 A.M	32	23	0	0	0	4	0	0	4	63		
11:30 A.M - 11:45 A.M	48	21	2	3	0	5	0	0	9	88		
11:45 A.M - 12:00 M.D	22	11	0	0	0	2	0	0	9	44		
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>135</b>	<b>76</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>278</b>		
12:00 M.D. - 12:15 P.M	46	31	0	3	1	3	0	0	17	101		
12:15 P.M - 12:30 P.M	36	21	1	3	0	4	0	0	11	76		
12:30 P.M. - 12:45 P.M	47	17	0	3	0	7	0	0	12	86		
12:45 P.M. - 1:00 P.M	34	13	2	3	1	7	0	0	13	73		
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>163</b>	<b>82</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>336</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>298</b>	<b>158</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>89</b>	<b>614</b>		

Cuadro 13: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 3:00 P.M. A 5:00

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							← 8 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	17	2	0	0	0	2	0	0	7	28	
3:15 P.M - 3:30 P.M	22	10	0	0	0	5	0	0	7	44	
3:30 P.M - 3:45 P.M	32	7	0	0	2	5	0	0	7	53	
3:45 P.M - 4:00 P.M	21	10	0	0	3	5	0	0	12	51	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>92</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>176</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	28	5	0	0	2	4	0	0	6	45	
4:15 P.M - 4:30 P.M	23	11	0	0	0	4	0	0	14	52	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	42	11	1	0	0	3	0	0	14	71	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	17	2	0	0	0	0	0	0	8	27	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>110</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>195</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>202</b>	<b>58</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>371</b>	

Cuadro 14: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							← 8 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	7	1	0	0	0	1	0	0	1	10	
3:15 P.M - 3:30 P.M	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6	
3:30 P.M - 3:45 P.M	4	0	0	0	0	1	0	0	2	7	
3:45 P.M - 4:00 P.M	3	2	0	0	0	1	0	0	2	8	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4	
4:15 P.M - 4:30 P.M	4	2	0	0	0	0	0	0	2	8	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	6	0	0	0	4	0	0	0	2	12	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>58</b>	

Cuadro 15: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>					ORIENTACIÓN			MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>					↓ 4 AVENIDA NORTE				
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>					← 8 CALLE ORIENTE				
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	60	15	4	0	0	4	0	0	15	98	
3:15 P.M - 3:30 P.M	64	28	3	1	1	6	0	0	24	127	
3:30 P.M - 3:45 P.M	67	21	6	2	1	7	0	0	21	125	
3:45 P.M - 4:00 P.M	61	13	1	1	2	3	0	0	26	107	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>252</b>	<b>77</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>86</b>	<b>457</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	67	20	6	2	1	5	0	0	19	120	
4:15 P.M - 4:30 P.M	61	24	4	4	3	5	1	0	27	129	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	74	23	2	3	2	2	0	0	40	146	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	32	8	1	1	1	2	0	0	12	57	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>234</b>	<b>75</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>98</b>	<b>452</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>486</b>	<b>152</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>184</b>	<b>909</b>	

Cuadro 16: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>11-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							← 8 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	32	10	0	3	1	6	0	0	10	62	
3:15 P.M - 3:30 P.M	34	17	0	4	1	3	0	0	9	68	
3:30 P.M - 3:45 P.M	59	19	2	3	1	4	0	0	14	102	
3:45 P.M - 4:00 P.M	52	16	1	1	0	8	0	0	13	91	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>177</b>	<b>62</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>323</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	40	23	0	3	3	3	0	0	20	92	
4:15 P.M - 4:30 P.M	42	20	0	3	1	11	0	0	20	97	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	46	15	0	3	3	2	0	0	16	85	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	24	5	0	2	1	3	0	0	17	52	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>152</b>	<b>63</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>73</b>	<b>326</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>329</b>	<b>125</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>119</b>	<b>649</b>	

Cuadro 17: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con octava calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.2 CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.		AFOROS VEHICULARES
INTERSECCIÓN:	4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE	
HORAS DE ÁNALISIS	TIEMPO CADA 15 MIN	TOTAL DE VEHICULOS
11:00 A.M a 1:00 P.M.	11:00 A.M - 11:15 A.M	141
	11:15 A.M - 11:30 A.M	171
	11:30 A.M - 11:45 A.M	184
	11:45 A.M - 12:00 M.D	188
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>684</b>
	12:00 M.D. - 12:15 P.M	208
	12:15 P.M. - 12:30 P.M	207
	12:30 P.M. - 12:45 P.M	162
	12:45 P.M. - 1:00 P.M	207
3:00 P.M a 5:00 P.M	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>784</b>
	3:00 P.M - 3:15 P.M	182
	3:15 P.M - 3:30 P.M	191
	3:30 P.M - 3:45 P.M	203
	3:45 P.M - 4:00 P.M	166
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>742</b>
	4:00 P.M - 4:15 P.M	203
	4:15 P.M - 4:30 P.M	185
	4:30 P.M - 4:45 P.M	184
	4:45 P.M - 5:00 P.M	202
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>774</b>	

Fuente: Elaboración propia.

15 minutos punta: 12:00 m.d. a 12:15 p.m. pasaron 208 vehículos.

Hora punta: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.

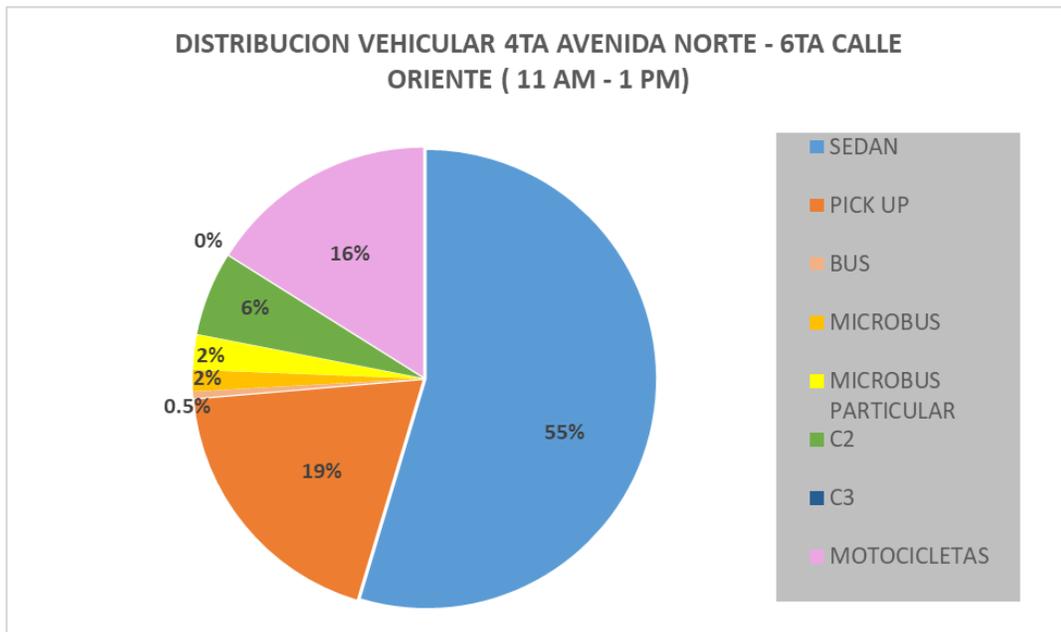
La hora punta se obtiene de los 15 minutos de máxima demanda vehicular en una hora.



Datos según aforo vehicular:

- Distribución Vehicular para las horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	802	55%
PICK UP	279	19%
BUS	7	0.5%
MICROBUS	22	1%
MICROBUS PARTICULAR	36	2%
C2	86	6%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	236	16%
TOTAL	1468	100%



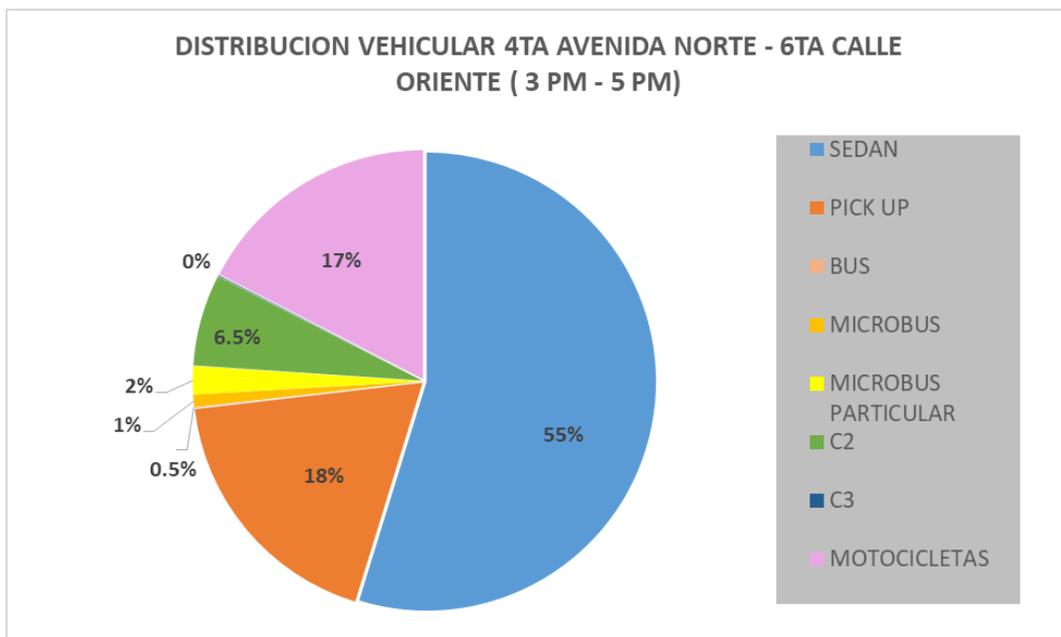
*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

- Distribución Vehicular para las horas de 3:00 p.m. a 5:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	830	55%
PICK UP	279	18%
BUS	1	0.1%
MICROBUS	13	1%
MICROBUS PARTICULAR	30	2%
C2	98	6.5%
C3	1	0.1%
MOTOCICLETAS	264	17%
TOTAL	1516	100%



*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 11:00 A.M. A 1:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							6 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final : <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	4	3	0	0	0	0	0	0	4	11	
11:15 A.M - 11:30 A.M	8	6	0	0	0	0	0	0	1	15	
11:30 A.M - 11:45 A.M	6	2	0	0	0	1	0	0	2	11	
11:45 A.M - 12:00 M.D	12	7	0	0	0	1	0	0	6	26	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>63</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	12	7	0	0	0	0	0	0	1	20	
12:15 P.M - 12:30 P.M	12	5	0	0	0	2	0	0	3	22	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	7	0	0	0	0	1	0	0	1	9	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	12	3	0	0	0	1	0	0	0	16	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>43</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>67</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>130</b>	

Cuadro 18: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR					AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>			ORIENTACIÓN			MOVIMIENTO			
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>			↓ 4 AVENIDA NORTE						
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>			→ 6 CALLE ORIENTE						
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	29	10	0	3	2	4	0	0	9	57	
11:15 A.M - 11:30 A.M	28	13	0	3	2	9	0	0	7	62	
11:30 A.M - 11:45 A.M	23	20	1	3	2	8	0	0	10	67	
11:45 A.M - 12:00 M.D	44	11	1	2	1	4	0	0	8	71	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>124</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>257</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	34	23	1	4	2	3	0	0	14	81	
12:15 P.M - 12:30 P.M	34	20	0	3	0	8	0	0	14	79	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	35	19	0	1	0	1	0	0	10	66	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	42	19	2	2	1	1	0	0	8	75	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>145</b>	<b>81</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>301</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>269</b>	<b>135</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>558</b>	

Cuadro 19: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

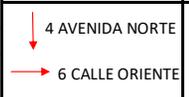
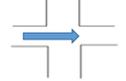
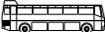
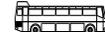
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 6 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	62 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	8	3	0	0	0	1	0	0	6	18	
11:15 A.M - 11:30 A.M	12	4	0	0	0	5	0	0	6	27	
11:30 A.M - 11:45 A.M	13	4	0	0	1	0	0	0	11	29	
11:45 A.M - 12:00 M.D	16	2	0	0	1	1	0	0	5	25	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>49</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>99</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	12	0	0	0	1	2	0	0	7	22	
12:15 P.M - 12:30 P.M	21	5	0	0	0	1	0	0	9	36	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	9	11	0	0	1	0	0	0	2	23	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	14	9	0	0	0	1	0	0	4	28	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>56</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>109</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>105</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>208</b>	

Cuadro 20: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR								
				AFOROS VEHICULARES								
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>				Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>				ORIENTACIÓN			MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>				Movimientos Aforados: <u>UNO</u>								
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>				Hoja: <u>1 de 1</u>				 4 AVENIDA NORTE  6 CALLE ORIENTE				
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>				Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL		
11:00 A.M - 11:15 A.M	37	4	0	0	1	3	0	0	10	55		
11:15 A.M - 11:30 A.M	41	7	0	0	1	7	0	0	11	67		
11:30 A.M - 11:45 A.M	53	10	1	0	2	4	0	0	7	77		
11:45 A.M - 12:00 M.D	41	10	1	1	2	2	0	0	9	66		
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>172</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>265</b>		
12:00 M.D. - 12:15 P.M	50	7	0	0	5	3	0	0	20	85		
12:15 P.M - 12:30 P.M	41	11	0	0	6	2	0	0	10	70		
12:30 P.M. - 12:45 P.M	35	15	0	0	2	3	0	0	9	64		
12:45 P.M. - 1:00 P.M	57	9	0	0	3	7	0	0	12	88		
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>183</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>307</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>355</b>	<b>73</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>572</b>		

Cuadro 21: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 3:00 P.M. A 5:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 6 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	10	6	0	0	3	1	0	0	1	21	
3:15 P.M - 3:30 P.M	6	8	0	0	1	1	0	0	4	20	
3:30 P.M - 3:45 P.M	15	5	0	0	1	2	0	0	4	27	
3:45 P.M - 4:00 P.M	3	4	0	0	0	0	0	0	1	8	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>34</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>76</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	7	5	0	0	0	3	0	0	5	20	
4:15 P.M - 4:30 P.M	13	5	0	0	1	2	0	0	2	23	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	6	2	0	0	2	0	0	0	1	11	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	13	5	0	0	0	1	0	0	2	21	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>39</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>75</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>151</b>	

Cuadro 22: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).

Movimiento de Norte a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 6 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	41	9	0	1	0	5	0	0	15	71	
3:15 P.M - 3:30 P.M	36	9	0	3	1	6	0	0	14	69	
3:30 P.M - 3:45 P.M	36	18	0	1	0	5	1	0	14	75	
3:45 P.M - 4:00 P.M	46	15	0	0	0	9	0	0	10	80	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>159</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>295</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	40	14	0	2	1	9	0	0	16	82	
4:15 P.M - 4:30 P.M	29	17	0	3	2	4	0	0	12	67	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	33	16	0	3	1	2	0	0	10	65	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	40	17	0	0	0	3	0	0	14	74	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>142</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>288</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>301</b>	<b>115</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>583</b>	

Cuadro 23: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 6 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	16	5	1	0	1		0	0	3	26	
3:15 P.M - 3:30 P.M	13	6	0	0	0	2	0	0	6	27	
3:30 P.M - 3:45 P.M	10	3	0	0	1	4	0	0	8	26	
3:45 P.M - 4:00 P.M	10	4	0	0	1	2	0	0	1	18	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>49</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>97</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	5	3	0	0	0		0	0	2	10	
4:15 P.M - 4:30 P.M	10	5	0	0	0		0	0	6	21	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	10	3	0	0	2	2	0	0	6	23	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	12	5	0	0	0	3	0	0	5	25	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>79</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>176</b>	

Cuadro 24: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>12-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 6 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	35	13	0	0	0	4	0	0	12	64	
3:15 P.M - 3:30 P.M	45	12	0	0	4	4	0	0	10	75	
3:30 P.M - 3:45 P.M	40	13	0	0	1	3	0	0	18	75	
3:45 P.M - 4:00 P.M	35	10	0	0	2	3	0	0	10	60	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>155</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>274</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	59	14	0	0	0	6	0	0	12	91	
4:15 P.M - 4:30 P.M	47	9	0	0	1	4	0	0	13	74	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	54	12	0	0	3	4	0	0	12	85	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	55	7	0	0	1	4	0	0	15	82	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>215</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>332</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>370</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>606</b>	

Cuadro 25: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con sexta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Este.

Fuente: Elaboración propia.



### 4.2.3 CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.		AFOROS VEHICULARES
INTERSECCIÓN:		4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE
HORAS DE ANÁLISIS	TIEMPO CADA 15 MIN	TOTAL DE VEHICULOS
11:00 A.M a 1:00 P.M.	11:00 A.M - 11:15 A.M	312
	11:15 A.M - 11:30 A.M	242
	11:30 A.M - 11:45 A.M	245
	11:45 A.M - 12:00 M.D	213
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1012</b>
	12:00 M.D. - 12:15 P.M	286
	12:15 P.M. - 12:30 P.M	214
	12:30 P.M. - 12:45 P.M	235
	12:45 P.M. - 1:00 P.M	273
3:00 P.M a 5:00 P.M	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1008</b>
	3:00 P.M - 3:15 P.M	230
	3:15 P.M - 3:30 P.M	292
	3:30 P.M - 3:45 P.M	268
	3:45 P.M - 4:00 P.M	275
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1065</b>
	4:00 P.M - 4:15 P.M	256
	4:15 P.M - 4:30 P.M	253
	4:30 P.M - 4:45 P.M	266
	4:45 P.M - 5:00 P.M	260
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1035</b>	

*Fuente: Elaboración propia.*

15 minutos punta: 11:00 a.m. a 11:15 a.m. pasaron 312 vehículos.

Hora punta: 11:00 a.m. a 12:00 m.d.

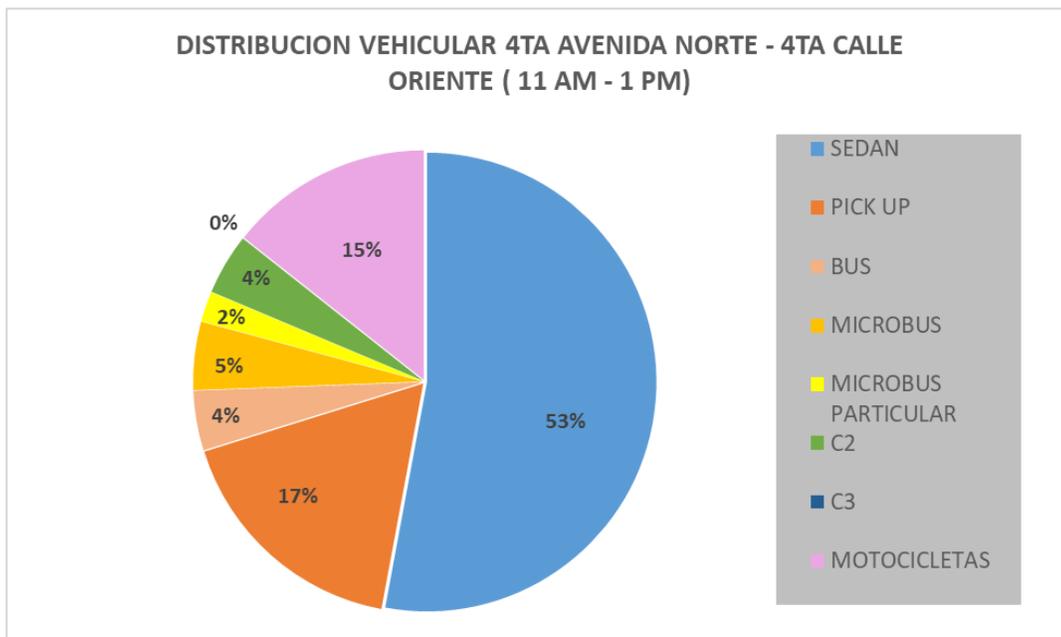
La hora punta se obtiene de los 15 minutos de máxima demanda vehicular en una hora.



Datos según aforo vehicular:

- Distribución Vehicular para las horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	1069	53%
PICK UP	349	17%
BUS	85	4%
MICROBUS	97	5%
MICROBUS PARTICULAR	43	2%
C2	87	4%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	290	14%
TOTAL	2020	100%



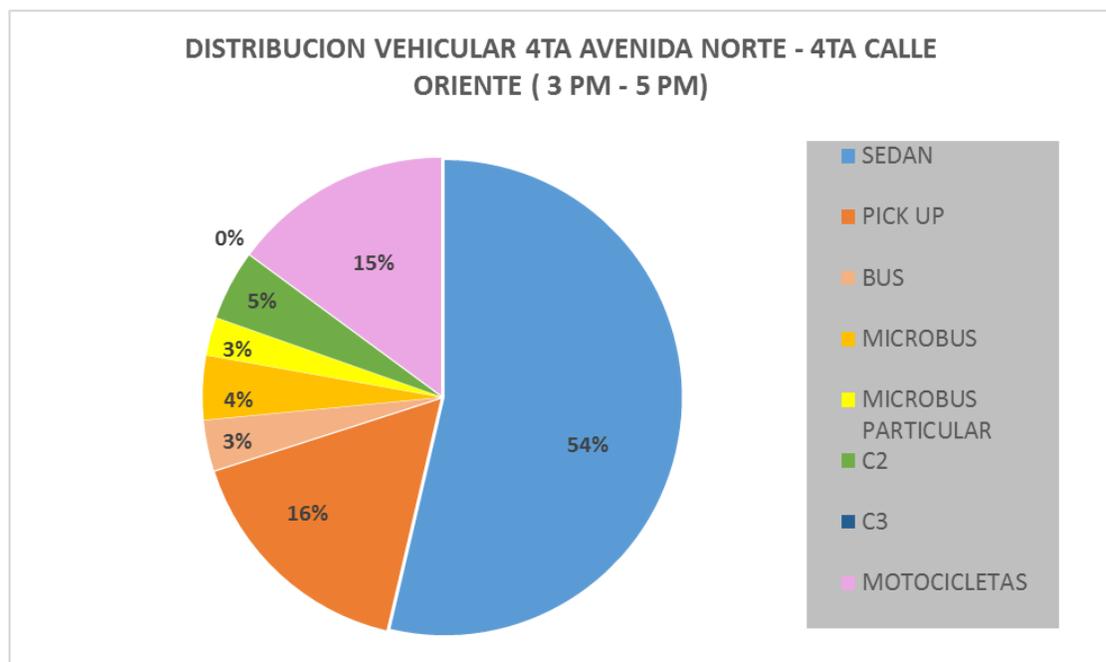
*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
 ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

- Distribución Vehicular para las horas de 3:00 p.m. a 5:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	1127	54%
PICK UP	344	16%
BUS	72	3%
MICROBUS	91	4%
MICROBUS PARTICULAR	54	3%
C2	99	5%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	313	15%
TOTAL	2100	100%

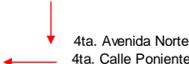
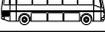
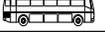
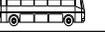


*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 11:00 A.M. A 1:00 P.M.

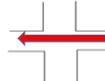
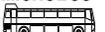
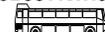
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						 MOVIMIENTO	
			AFOROS VEHICULARES							
Fecha (D.M.A): 13 - 06 - 2018			Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE						 4ta. Avenida Norte 4ta. Calle Poniente	
Condición Climática: Soleado			Movimientos Aforados : UNO							
Aforador: GRUPO DE TESIS			Hoja: 1 de 1							
Hora de Inicio: 11:00 A.M.			Hora Final: 1:00 P.M.							
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL
11:00 A.M - 11:15 A.M	15	5	0	2	1	4	0	0	1	28
11:15 A.M - 11:30 A.M	13	5	0	2	0	3	0	0	3	26
11:30 A.M - 11:45 A.M	15	4	0	0	0	0	0	0	1	20
11:45 A.M - 12:00 M.D	8	2	0	1	0	3	0	0	2	16
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>90</b>
12:00 M.D. - 12:15 P.M	14	4	0	1	1	1	0	0	5	26
12:15 P.M - 12:30 P.M	12	3	0	0	0	1	0	0	0	16
12:30 P.M. - 12:45 P.M	7	2	0	2	0	0	0	0	1	12
12:45 P.M. - 1:00 P.M	20	2	0	2	0	0		0	2	26
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>80</b>
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>170</b>

Cuadro 26: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

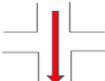
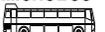
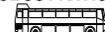
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							
				AFOROS VEHICULARES							
Fecha (D.M.A): <u>13 - 06 - 2018</u>		Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE						MOVIMIENTO			
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>									
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>									
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	93	23	13	9	5	3	0	0	14	160	
11:15 A.M - 11:30 A.M	64	9	12	9	1	1	0	0	7	103	
11:30 A.M - 11:45 A.M	68	11	12	9	3	3	0	0	14	120	
11:45 A.M - 12:00 M.D	59	15	7	9	5	2	0	0	10	107	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>284</b>	<b>58</b>	<b>44</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>490</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	75	19	12	9	1	5	0	0	13	134	
12:15 P.M - 12:30 P.M	41	12	12	9	1	4	0	0	6	85	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	64	12	10	9	3	1	0	0	21	120	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	71	22	7	9	7	5	0	0	14	135	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>251</b>	<b>65</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>474</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>535</b>	<b>123</b>	<b>85</b>	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>99</b>	<b>964</b>	

Cuadro 27: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

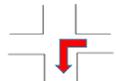
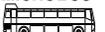
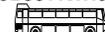
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						 MOVIMIENTO	
AFOROS VEHICULARES										
Fecha (D.M.A): <u>13 - 06 - 2018</u>			Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE						↓ 4ta. Avenida Norte ← 4ta. Calle Poniente	
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>							
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>							
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL
11:00 A.M - 11:15 A.M	38	22	0	3	2	7	0	0	14	86
11:15 A.M - 11:30 A.M	51	15	0	0	1	4	0	0	16	87
11:30 A.M - 11:45 A.M	39	18	0	3	1	7	0	0	12	80
11:45 A.M - 12:00 M.D	28	22	0	3	1	8	0	0	13	75
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>156</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>328</b>
12:00 M.D. - 12:15 P.M	42	14	0	0	2	5	0	0	26	89
12:15 P.M - 12:30 P.M	40	19	0	0	2	4	0	0	27	92
12:30 P.M. - 12:45 P.M	38	24	0	3	1	1	0	0	14	81
12:45 P.M. - 1:00 P.M	40	19	0	3	2	7	0	0	12	83
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>160</b>	<b>76</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>79</b>	<b>345</b>
<b>TOTAL</b>	<b>316</b>	<b>153</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>134</b>	<b>673</b>

Cuadro 28: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR					 MOVIMIENTO	
AFOROS VEHICULARES										
Fecha (D.M.A): <u>13 - 06 - 2018</u>		Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE								
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>								
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>								
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL
11:00 A.M - 11:15 A.M	19	12	0	0	1	0	0	0	6	38
11:15 A.M - 11:30 A.M	18	3	0	0	0	2	0	0	3	26
11:30 A.M - 11:45 A.M	12	6	0	0	1	0	0	0	6	25
11:45 A.M - 12:00 M.D	9	5	0	0	0	0	0	0	1	15
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>58</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>104</b>
12:00 M.D. - 12:15 P.M	20	9	0	0	0	3	0	0	5	37
12:15 P.M - 12:30 P.M	10	2	0	0	0	0	0	0	9	21
12:30 P.M. - 12:45 P.M	13	4	0	0	0	1	0	0	4	22
12:45 P.M. - 1:00 P.M	13	5	0	0	1	2	0	0	8	29
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>109</b>
<b>TOTAL</b>	<b>114</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>213</b>

Cuadro 29: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 3:00 P.M. A 5:00 P.M.

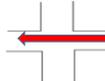
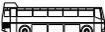
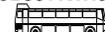
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL						UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR			MOVIMIENTO	
						AFOROS VEHICULARES				
Fecha (D.M.A): 13 - 06 - 2018		Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE								
Condición Climática: Soleado		Movimientos Aforados : UNO								
Aforador: GRUPO DE TESIS		Hoja: 1 de 1								
Hora de Inicio: 3:00 P.M.		Hora Final: 5:00 P.M.								
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL
3:00 P.M - 3:15 P.M	18	3	0	0	1	2	0	0	10	34
3:15 P.M - 3:30 P.M	11	5	0	0	2	1	0	0	4	23
3:30 P.M - 3:45 P.M	10	6	0	0	2	1	0	0	8	27
3:45 P.M - 4:00 P.M	13	6	0	0	1	2	0	0	1	23
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>107</b>
4:00 P.M. - 4:15 P.M	11	4	0	0	1	0	0	0	3	19
4:15 P.M - 4:30 P.M	8	2	0	0	0	4	0	0	3	17
4:30 P.M. - 4:45 P.M	8	4	0	0	1	2	0	0	4	19
4:45 P.M. - 5:00 P.M	11	4	0	0	2	0	0	0	5	22
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>38</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>77</b>
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>184</b>

Cuadro 30: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

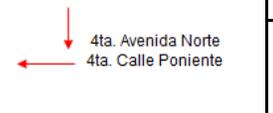
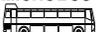
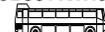
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						 MOVIMIENTO			
URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			AFOROS VEHICULARES									
Fecha (D.M.A): <u>13 - 06 - 2018</u>			Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE									
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>									
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>									
Hora de Inicio: <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final: <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL		
3:00 P.M - 3:15 P.M	72	13	6	9	0	4	0	0	7	111		
3:15 P.M - 3:30 P.M	84	27	11	9	9	5	0	0	17	162		
3:30 P.M - 3:45 P.M	81	18	11	9	3	4	0	0	15	141		
3:45 P.M - 4:00 P.M	76	26	5	9	3	11	0	0	16	146		
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>313</b>	<b>84</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>560</b>		
4:00 P.M. - 4:15 P.M	74	13	9	9	9	8	0	0	14	136		
4:15 P.M - 4:30 P.M	80	8	12	9	5	4	0	0	15	133		
4:30 P.M. - 4:45 P.M	73	9	12	9	2	5	0	0	11	121		
4:45 P.M. - 5:00 P.M	81	11	6	9	4	6	0	0	17	134		
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>308</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>524</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>621</b>	<b>125</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>112</b>	<b>1084</b>		

Cuadro 31: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

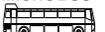
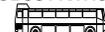
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						 MOVIMIENTO	
URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			AFOROS VEHICULARES							
Fecha (D.M.A): <u>13 - 06 - 2018</u>			Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE						 4ta. Avenida Norte 4ta. Calle Poniente	
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>							
Hora de Inicio: <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final: <u>5:00 P.M.</u>							
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL
3:00 P.M - 3:15 P.M	37	19	0	1	0	0	0	0	13	70
3:15 P.M - 3:30 P.M	48	20	0	1	0	4	0	0	14	87
3:30 P.M - 3:45 P.M	38	23	0	3	0	2	0	0	16	82
3:45 P.M - 4:00 P.M	46	20	0	1	0	5	0	0	16	88
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>169</b>	<b>82</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>59</b>	<b>327</b>
4:00 P.M. - 4:15 P.M	41	13	0	3	2	4	0	0	21	84
4:15 P.M - 4:30 P.M	40	24	0	1	0	2	0	0	18	85
4:30 P.M - 4:45 P.M	51	22	0	0	1	8	0	0	28	110
4:45 P.M. - 5:00 P.M	41	20	0	0	2	6	0	0	21	90
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>173</b>	<b>79</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>369</b>
<b>TOTAL</b>	<b>342</b>	<b>161</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>147</b>	<b>696</b>

Cuadro 32: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR					 MOVIMIENTO	
URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				AFOROS VEHICULARES						
Fecha (D.M.A): <u>13 - 06 - 2018</u>		Estación de Aforo: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE								
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>								
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>								
Hora de Inicio: <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final: <u>5:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL
3:00 P.M - 3:15 P.M	8	3	0	1	1	1	0	0	1	15
3:15 P.M - 3:30 P.M	12	5	0	0	0	2	0	0	1	20
3:30 P.M - 3:45 P.M	9	1	0	1	1	4	0	0	2	18
3:45 P.M - 4:00 P.M	8	3	0	2	1	1	0	0	3	18
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>37</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>71</b>
4:00 P.M. - 4:15 P.M	10	3	0	2	1	0	0	0	1	17
4:15 P.M - 4:30 P.M	9	4	0	1	0	1	0	0	3	18
4:30 P.M. - 4:45 P.M	8	2	0	1	0	0	0	0	5	16
4:45 P.M. - 5:00 P.M	10	3	0	1	0	0	0	0	0	14
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>37</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>65</b>
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>136</b>

Cuadro 33: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con cuarta calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.4 CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.		AFOROS VEHICULARES
INTERSECCIÓN:		4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE
HORAS DE ANÁLISIS	TIEMPO CADA 15 MIN	TOTAL DE VEHICULOS
11:00 A.M a 1:00 P.M.	11:00 A.M - 11:15 A.M	172
	11:15 A.M - 11:30 A.M	197
	11:30 A.M - 11:45 A.M	191
	11:45 A.M - 12:00 M.D	195
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>755</b>
	12:00 M.D. - 12:15 P.M	219
	12:15 P.M. - 12:30 P.M	220
	12:30 P.M. - 12:45 P.M	193
	12:45 P.M. - 1:00 P.M	176
3:00 P.M a 5:00 P.M	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>808</b>
	3:00 P.M - 3:15 P.M	147
	3:15 P.M - 3:30 P.M	173
	3:30 P.M - 3:45 P.M	201
	3:45 P.M - 4:00 P.M	214
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>735</b>
	4:00 P.M - 4:15 P.M	199
	4:15 P.M - 4:30 P.M	162
	4:30 P.M - 4:45 P.M	192
	4:45 P.M - 5:00 P.M	183
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>736</b>

Fuente: Elaboración propia.

15 minutos punta: 12:15 p.m. a 12:30 p.m. pasaron 220 vehículos.

Hora punta: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.

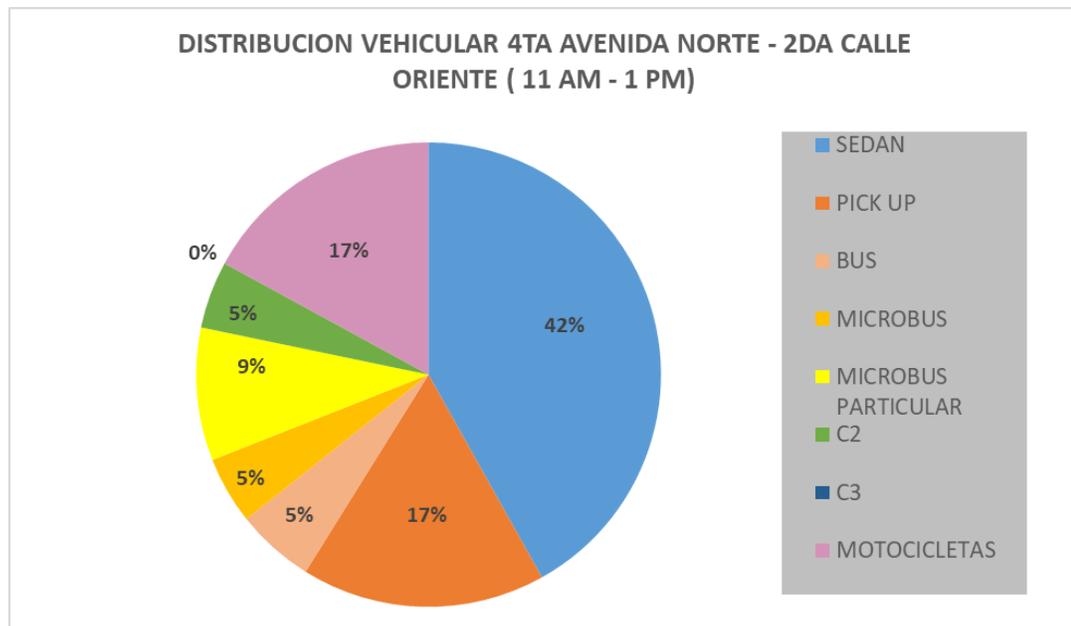
La hora punta se obtiene de los 15 minutos de máxima demanda vehicular en una hora.



Datos según aforo vehicular:

- Distribución Vehicular para las horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	661	42%
PICK UP	268	17%
BUS	86	5%
MICROBUS	74	5%
MICROBUS PARTICULAR	146	9%
C2	74	5%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	269	17%
TOTAL	1578	100%



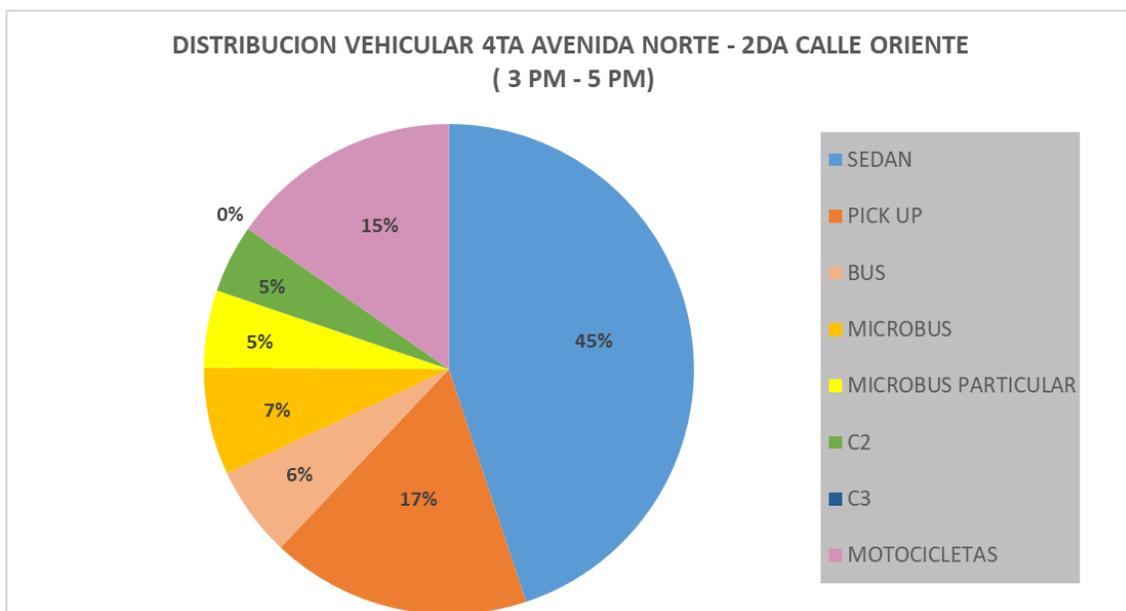
*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

- Distribución Vehicular para las horas de 3:00 p.m. a 5:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	660	45%
PICK UP	252	17%
BUS	88	6%
MICROBUS	104	7%
MICROBUS PARTICULAR	75	5%
C2	66	4%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	225	15%
TOTAL	1470	100%

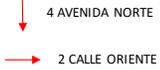
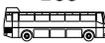


*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 11:00 A.M. A 1:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>								
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						 4 AVENIDA NORTE		
Hora de Inicio : <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final : <u>1:00 P.M.</u>						 2 CALLE ORIENTE		
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	12	7	7	6	1	1	0	0	2	36	
11:15 A.M - 11:30 A.M	24	6	5	12	4	2	0	0	5	58	
11:30 A.M - 11:45 A.M	23	2	6	10	2	0	0	0	7	50	
11:45 A.M - 12:00 M.D	20	6	7	6	3	3	0	0	7	52	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>79</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>196</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	20	7	6	6	3	0	0	0	12	54	
12:15 P.M - 12:30 P.M	18	1	7	12	3	1	0	0	9	51	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	15	3	6	12	2	0	0	0	6	44	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	11	8	9	10	1	0	0	0	8	47	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>64</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>40</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>196</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>40</b>	<b>53</b>	<b>74</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>56</b>	<b>392</b>	

Cuadro 34: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A.): <u>14-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados: <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						→ 2 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	41	17	1	2	3	10	0	0	17	91	
11:15 A.M - 11:30 A.M	42	17	0	2	2	7	0	0	16	86	
11:30 A.M - 11:45 A.M	39	16	0	2	5	7	0	0	10	79	
11:45 A.M - 12:00 M.D	40	28	1	0	1	8	0	0	21	99	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>162</b>	<b>78</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>355</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	39	28	1	0	3	4	0	0	23	98	
12:15 P.M - 12:30 P.M	59	24	0	0	2	9	0	0	18	112	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	44	25	0	2	4	4	0	0	25	104	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	46	17	0	0	1	7	0	0	15	86	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>188</b>	<b>94</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>400</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>350</b>	<b>172</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>56</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>145</b>	<b>755</b>	

Cuadro 35: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 2 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	4	4	0	0	0	0	0	0	2	10	
11:15 A.M - 11:30 A.M	11	3	0	0	2	0	0	0	3	19	
11:30 A.M - 11:45 A.M	10	3	0	0	0	3	0	0	4	20	
11:45 A.M - 12:00 M.D	7	1	0	0	0	0	0	0	6	14	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>63</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	7	11	0	0	1	0	0	0	8	27	
12:15 P.M - 12:30 P.M	7	3	0	0	1	0	0	0	7	18	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	8	2	0	0	0	0	0	0	3	13	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	5	1	0	0	1	0	0	0	4	11	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>69</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>132</b>	

Cuadro 36: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR					AFOROS VEHICULARES			
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>				Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>					ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>				Movimientos Aforados: <u>UNO</u>					↓ 4 AVENIDA NORTE			
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>				Hoja: <u>1 de 1</u>					→ 2 CALLE ORIENTE			
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>				Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL		
11:00 A.M - 11:15 A.M	11	3	5	10	1	3	0	0	2	35		
11:15 A.M - 11:30 A.M	17	2	2	9	1	2	0	0	1	34		
11:30 A.M - 11:45 A.M	18	5	4	8	0	0	0	0	7	42		
11:45 A.M - 12:00 M.D	11	2	5	8	2	0	0	0	2	30		
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>57</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>141</b>		
12:00 M.D. - 12:15 P.M	18	5	2	8	1	0	0	0	6	40		
12:15 P.M - 12:30 P.M	16	3	6	7	1	0	0	0	6	39		
12:30 P.M. - 12:45 P.M	11	2	2	8	5	1	0	0	3	32		
12:45 P.M. - 1:00 P.M	8	6	4	8	0	2	0	0	4	32		
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>53</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>143</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>66</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>284</b>		

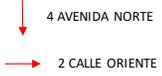
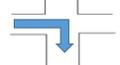
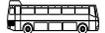
Cuadro 37: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 3:00 P.M. A 5:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>								
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						 4 AVENIDA NORTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>						 2 CALLE ORIENTE		
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	11	2	6	6	1	0	0	0	3	29	
3:15 P.M - 3:30 P.M	19	3	3	4	1	2	0	0	3	35	
3:30 P.M - 3:45 P.M	12	7	7	6	4	0	0	0	4	40	
3:45 P.M - 4:00 P.M	11	9	7	6	4	1	0	0	5	43	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>53</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>147</b>	
4:00 P.M - 4:15 P.M	18	9	7	6	3	4	0	0	9	56	
4:15 P.M - 4:30 P.M	13	3	8	6	0	0	0	0	2	32	
4:30 P.M - 4:45 P.M	12	1	4	6	4	0	0	0	5	32	
4:45 P.M - 5:00 P.M	9	1	7	6	4	0	0	0	1	28	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>52</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>148</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>105</b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>295</b>	

Cuadro 38: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

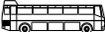
EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							→ 2 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	5	3	0	0	1	0	0	0	0	9	
3:15 P.M - 3:30 P.M	4	2	0	0	0	3	0	0	3	12	
3:30 P.M - 3:45 P.M	4	2	0	0	0	2	0	0	5	13	
3:45 P.M - 4:00 P.M	5	1	0	0	1	0	0	0	1	8	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	1	2	0	0	0	0	0	0	1	4	
4:15 P.M - 4:30 P.M	1	3	0	0	0	2	0	0	2	8	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	2	3	0	0	0	1	0	0	1	7	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	10	0	0	0	1	0	0	0	3	14	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>33</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>75</b>	

Cuadro 39: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR									
		AFOROS VEHICULARES									
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>					ORIENTACIÓN			MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>									
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>					 4 AVENIDA NORTE  2 CALLE ORIENTE				
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	39	21	0	0	2	5	0	0	6	73	
3:15 P.M - 3:30 P.M	58	11	0	0	3	7	0	0	10	89	
3:30 P.M - 3:45 P.M	47	22	0	3	2	2	0	0	22	98	
3:45 P.M - 4:00 P.M	49	29	0	3	3	8	0	0	22	114	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>193</b>	<b>83</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>374</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	49	19	0	0	2	6	0	0	17	93	
4:15 P.M - 4:30 P.M	43	23	0	0	2	3	0	0	19	90	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	53	23	0	2	3	3	0	0	30	114	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	53	19	2	2	2	9	0	1	16	104	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>198</b>	<b>84</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>82</b>	<b>401</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>391</b>	<b>167</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>142</b>	<b>775</b>	

Cuadro 40: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>14-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados: <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						→ 2 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	10	7	6	6	3	2	0	0	2	36	
3:15 P.M - 3:30 P.M	21	2	3	6	1	0	0	0	4	37	
3:30 P.M - 3:45 P.M	21	7	6	6	4	0	0	0	6	50	
3:45 P.M - 4:00 P.M	22	5	5	6	3	3	0	0	5	49	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>74</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>172</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	17	4	5	6	6	0	0	0	8	46	
4:15 P.M - 4:30 P.M	17	1	3	6	5	0	0	0	0	32	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	13	7	4	6	3	2	0	0	4	39	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	11	1	5	6	7	1	0	0	6	37	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>58</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>154</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>326</b>	

Cuadro 41: Aforo Vehicular - Cuarta avenida norte intersección con segunda calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Oeste a Este.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.5 CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.		AFOROS VEHICULARES
INTERSECCIÓN:		4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE
HORAS DE ANÁLISIS	TIEMPO CADA 15 MIN	TOTAL DE VEHICULOS
11:00 A.M a 1:00 P.M.	11:00 A.M - 11:15 A.M	263
	11:15 A.M - 11:30 A.M	233
	11:30 A.M - 11:45 A.M	264
	11:45 A.M - 12:00 M.D	263
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1023</b>
	12:00 M.D. - 12:15 P.M	269
	12:15 P.M. - 12:30 P.M	254
	12:30 P.M. - 12:45 P.M	245
	12:45 P.M. - 1:00 P.M	246
3:00 P.M a 5:00 P.M	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1014</b>
	3:00 P.M - 3:15 P.M	234
	3:15 P.M - 3:30 P.M	284
	3:30 P.M - 3:45 P.M	247
	3:45 P.M - 4:00 P.M	260
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>1025</b>
	4:00 P.M - 4:15 P.M	231
	4:15 P.M - 4:30 P.M	250
	4:30 P.M - 4:45 P.M	235
	4:45 P.M - 5:00 P.M	213
	<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>929</b>

Fuente: Elaboración propia.

15 minutos punta: 3:15 p.m. a 3:30 p.m. pasaron 284 vehículos.

Hora punta: 3:00 p.m. a 4:00 p.m.

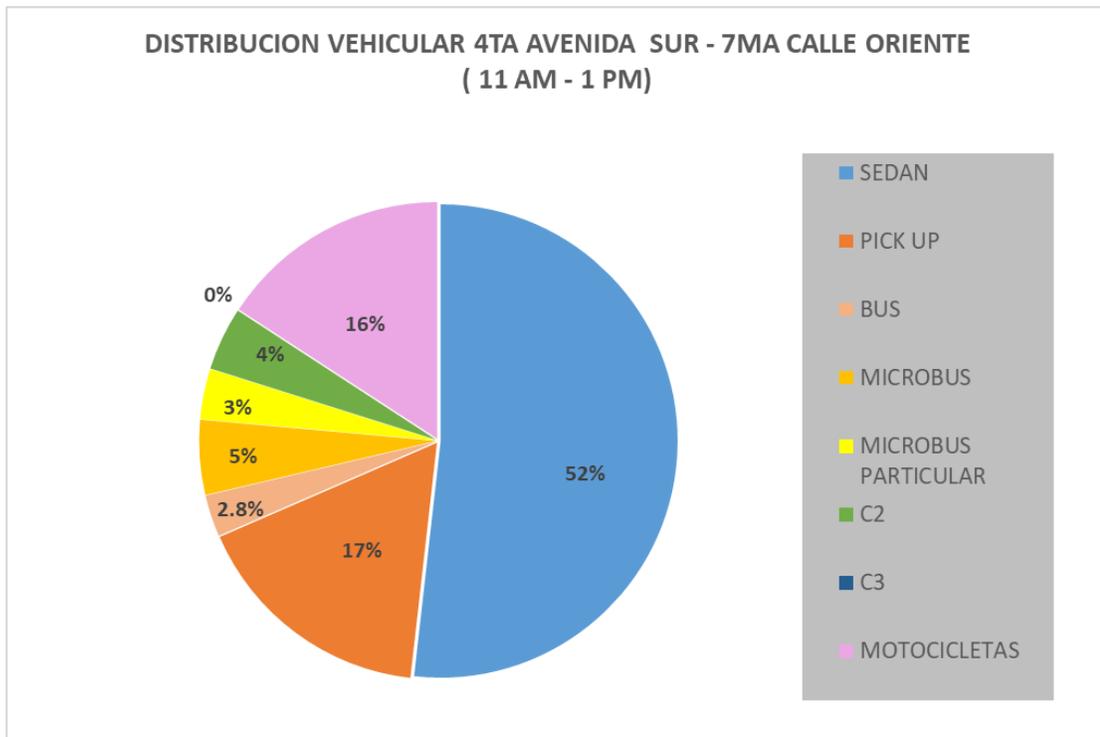
La hora punta se obtiene de los 15 minutos de máxima demanda vehicular en una hora.



Datos según aforo vehicular:

- Distribución Vehicular para las horas de 11:00 a.m. a 1:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	1055	52%
PICK UP	340	17%
BUS	58	2.8%
MICROBUS	104	5%
MICROBUS PARTICULAR	70	3%
C2	88	4%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	322	16%
TOTAL	2037	100%



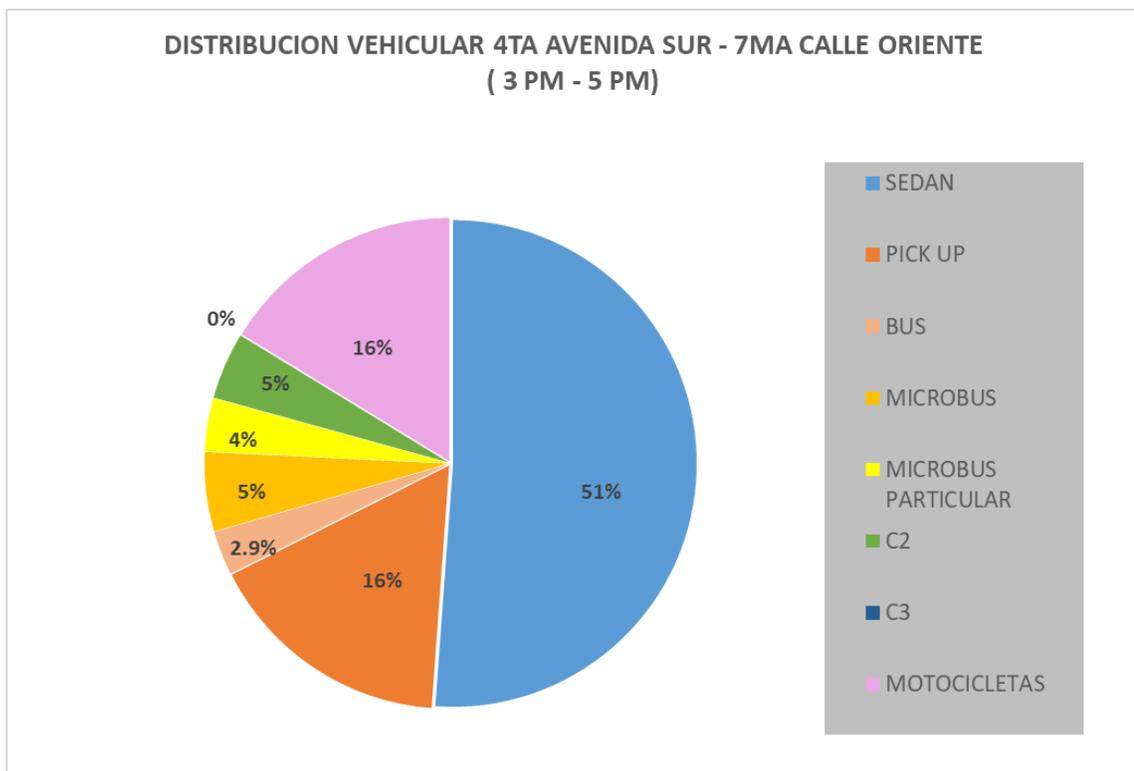
*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

- Distribución Vehicular para las horas de 3:00 p.m. a 5:00 p.m.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
SEDAN	1013	51%
PICK UP	325	16%
BUS	58	2.9%
MICROBUS	104	5%
MICROBUS PARTICULAR	70	4%
C2	88	4%
C3	0	0%
MOTOCICLETAS	322	16%
TOTAL	1980	100%

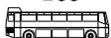
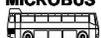


*Fuente: Elaboración propia.*



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 11:00 A.M. A 1:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>								
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						 4 AVENIDA NORTE		
Hora de Inicio : <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final : <u>1:00 P.M.</u>						 7 CALLE ORIENTE		
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	22	3	0	0	0	1	0	0	3	29	
11:15 A.M - 11:30 A.M	21	3	0	0	1	1	0	0	3	29	
11:30 A.M - 11:45 A.M	31	5	0	0	0	2	0	0	13	51	
11:45 A.M - 12:00 M.D	20	5	0	0	1	2	0	0	4	32	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>94</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>141</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	21	3	0	0	2	1	0	0	8	35	
12:15 P.M - 12:30 P.M	23	4	0	0	0	0	0	0	7	34	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	29	3	0	0	2	1	0	0	10	45	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	18	4	0	0	0	0	0	0	6	28	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>91</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>142</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>185</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	<b>283</b>	

Cuadro 42: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados: <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	15	9	0	0	0	1	0	0	5	30	
11:15 A.M - 11:30 A.M	17	3	1	0	0	0	0	0	4	25	
11:30 A.M - 11:45 A.M	14	6	0	0	1	0	0	0	6	27	
11:45 A.M - 12:00 M.D	9	5	1	0	0	0	0	0	2	17	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>55</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>99</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	17	6	0	0	0	0	0	0	9	32	
12:15 P.M - 12:30 P.M	10	11	1	0	0	0	0	0	3	25	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	13	4	0	0	0	2	0	0	4	23	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	15	2	1	0	1	3	0	0	8	30	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>55</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>110</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41</b>	<b>209</b>	

Cuadro 43: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>11:00 A.M.</u>			Hora Final : <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	50	26	9	9	5	7	0	0	20	126	
11:15 A.M - 11:30 A.M	38	21	8	9	6	4	0	0	22	108	
11:30 A.M - 11:45 A.M	46	22	6	9	4	4	0	0	17	108	
11:45 A.M - 12:00 M.D	56	16	4	9	6	8	0	0	18	117	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>190</b>	<b>85</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>77</b>	<b>459</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	45	28	4	9	6	2	0	0	19	113	
12:15 P.M - 12:30 P.M	34	30	8	9	4	6	0	0	20	111	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	46	10	6	9	1	5	0	0	22	99	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	59	21	8	9	7	3	0	0	13	120	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>184</b>	<b>89</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>443</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>374</b>	<b>174</b>	<b>53</b>	<b>72</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>151</b>	<b>902</b>	

Cuadro 44: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL				UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR					AFOROS VEHICULARES			
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>				Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>					ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>				Movimientos Aforados: <u>UNO</u>					↓ 4 AVENIDA NORTE			
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>				Hoja: <u>1 de 1</u>					← 7 CALLE ORIENTE			
Hora de Inicio: <u>11:00 A.M.</u>				Hora Final: <u>1:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL		
11:00 A.M - 11:15 A.M	3	1	0	0	0	3	0	0	0	7		
11:15 A.M - 11:30 A.M	5	2	0	0	0	2	0	0	2	11		
11:30 A.M - 11:45 A.M	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3		
11:45 A.M - 12:00 M.D	10	2	0	0	0	4	0	0	2	18		
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>39</b>		
12:00 M.D. - 12:15 P.M	6	3	0	0	0	0	0	0	1	10		
12:15 P.M - 12:30 P.M	11	1	0	0	0	1	0	0	3	16		
12:30 P.M. - 12:45 P.M	6	2	0	0	0	3	0	0	4	15		
12:45 P.M. - 1:00 P.M	3	2	0	0	1	1	0	0	1	8		
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>49</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>88</b>		

Cuadro 45: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados : <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>11:00 A.M.</u>		Hora Final : <u>1:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
11:00 A.M - 11:15 A.M	45	5	1	4	1	5	0	0	10	71	
11:15 A.M - 11:30 A.M	35	11	0	4	1	1	0	0	8	60	
11:30 A.M - 11:45 A.M	47	11	0	4	5	3	0	0	5	75	
11:45 A.M - 12:00 M.D	42	14	0	4	10	2	0	0	7	79	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>169</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>285</b>	
12:00 M.D. - 12:15 P.M	50	7	0	4	0	6	0	0	12	79	
12:15 P.M - 12:30 P.M	45	10	0	4	3	0	0	0	6	68	
12:30 P.M. - 12:45 P.M	41	8	0	4	2	0	0	0	8	63	
12:45 P.M. - 1:00 P.M	37	10	0	4	0	3	0	0	6	60	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>173</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>270</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>342</b>	<b>76</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>555</b>	

Cuadro 46: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (11:00 a.m. - 1:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

➤ AFOROS DE 3:00 P.M. A 5:00 P.M.

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							MOVIMIENTO	
		AFOROS VEHICULARES								
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>					ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO	
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>					↓ 4 AVENIDA NORTE			
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>					← 7 CALLE ORIENTE			
Hora de Inicio: <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final: <u>5:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL
3:00 P.M - 3:15 P.M	17	2	0	0	1	0	0	0	3	23
3:15 P.M - 3:30 P.M	17	6	0	0	0	1	0	0	9	33
3:30 P.M - 3:45 P.M	19	4	0	0	1	1	0	0	7	32
3:45 P.M - 4:00 P.M	24	5	0	0	0	2	0	0	10	41
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>77</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>129</b>
4:00 P.M - 4:15 P.M	22	1	0	0	0	0	0	0	10	33
4:15 P.M - 4:30 P.M	15	2	0	0	0	0	0	0	9	26
4:30 P.M - 4:45 P.M	18	2	0	0	0	0	0	0	9	29
4:45 P.M - 5:00 P.M	21	6	1	0	0	1	0	0	8	37
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>76</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>125</b>
<b>TOTAL</b>	<b>153</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>65</b>	<b>254</b>

Cuadro 47: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Este.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	14	6	2	0	0	2	0	0	4	28	
3:15 P.M - 3:30 P.M	19	5	0	0	2	2	0	0	7	35	
3:30 P.M - 3:45 P.M	15	6	1	0	1	1	0	0	2	26	
3:45 P.M - 4:00 P.M	15	3	0	0	1	3	0	0	4	26	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>63</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>115</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	13	6	1	0	0	3	0	0	4	27	
4:15 P.M - 4:30 P.M	20	6	1	0	1	2	0	0	5	35	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	19	4	0	0	0	2	0	0	2	27	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	10	5	0	0	0	0	0	0	3	18	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>62</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>107</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>222</b>	

Cuadro 48: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	48	24	5	9	2	4	1	0	20	113	
3:15 P.M - 3:30 P.M	60	18	7	9	3	10	0	0	21	128	
3:30 P.M - 3:45 P.M	47	13	6	9	2	5	0	0	24	106	
3:45 P.M - 4:00 P.M	38	29	6	0	6	1	0	0	15	95	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>193</b>	<b>84</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>442</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	39	20	6	5	3	6	0	0	21	100	
4:15 P.M - 4:30 P.M	36	23	6	9	3	3	0	0	21	101	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	41	17	8	9	4	1	0	0	18	98	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	39	16	4	9	2	3	0	0	21	94	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>155</b>	<b>76</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81</b>	<b>393</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>348</b>	<b>160</b>	<b>48</b>	<b>59</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>835</b>	

Cuadro 49: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Norte a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL			UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR						AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>			Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>						ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>			Movimientos Aforados : <u>UNO</u>						↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>			Hoja: <u>1 de 1</u>						← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>			Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>								
TIEMPO	SEDAN 	PICK UP 	BUS 	MICROBUS 	MICROBUS PARTICULAR 	C2 	C3 	C4 	MOTOCICLETAS 	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	5	3	0	0	0	0	0	0	1	9	
3:15 P.M - 3:30 P.M	9	3	0	0	3	0	0	0	1	16	
3:30 P.M - 3:45 P.M	6	3	0	0	1	2	0	0	1	13	
3:45 P.M - 4:00 P.M	7	3	0	0	0	2	0	0	3	15	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>53</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	5	1	0	0	1	0	0	0	1	8	
4:15 P.M - 4:30 P.M	10	1	0	0	0	1	0	0	1	13	
4:30 P.M - 4:45 P.M	10	2	0	0	1	1	0	0	1	15	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	4	4	0	0	2	1	0	0	0	11	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>29</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>47</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	

Cuadro 50: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Sur.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR							AFOROS VEHICULARES		
Fecha (D.M.A): <u>15-06-2018</u>		Estación de Aforo: <u>CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</u>							ORIENTACIÓN		MOVIMIENTO
Condición Climática: <u>Soleado</u>		Movimientos Aforados: <u>UNO</u>							↓ 4 AVENIDA NORTE		
Aforador: <u>GRUPO DE TESIS</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>							← 7 CALLE ORIENTE		
Hora de Inicio : <u>3:00 P.M.</u>		Hora Final : <u>5:00 P.M.</u>									
TIEMPO	SEDAN	PICK UP	BUS	MICROBUS	MICROBUS PARTICULAR	C2	C3	C4	MOTOCICLETAS	TOTAL	
3:00 P.M - 3:15 P.M	37	9	0	4	1	2	0	0	8	61	
3:15 P.M - 3:30 P.M	42	10	0	4	3	2	0	0	11	72	
3:30 P.M - 3:45 P.M	42	9	0	4	4	3	0	0	8	70	
3:45 P.M - 4:00 P.M	48	14	0	4	2	6	1	0	8	83	
<b>TOTAL 1 HORA</b>	<b>169</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>286</b>	
4:00 P.M. - 4:15 P.M	41	5	0	4	4	3	0	0	6	63	
4:15 P.M - 4:30 P.M	49	8	0	4	0	2	0	0	12	75	
4:30 P.M. - 4:45 P.M	45	7	0	4	2	2	0	0	6	66	
4:45 P.M. - 5:00 P.M	27	14	0	4	3	1	0	0	4	53	
<b>TOTAL 2 HORAS</b>	<b>162</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>257</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>331</b>	<b>76</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>543</b>	

Cuadro 51: Aforo Vehicular - Cuarta avenida sur intersección con séptima calle oriente (3:00 p.m. - 5:00 p.m.).  
Movimiento de Este a Oeste.

Fuente: Elaboración propia.



### 4.3 AFOROS PEATONALES

Los cuadros que se presentan a continuación, resumen el conteo peatonal realizado para la hora punta correspondiente a cada una de las intersecciones de estudio.

#### 4.3.1 Cuarta avenida norte con Octava calle oriente.

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,		AFORO PEATONAL	
INTERSECCIÓN:	4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE	MOVIMIENTO	ORIENTACIÓN
HORA PUNTA: 4:00 p.m. a 5:00 p.m.	50 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 8 CALLE ORIENTE
HORA PUNTA: 4:00 p.m. a 5:00 p.m.	28 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 8 CALLE ORIENTE
HORA PUNTA: 4:00 p.m. a 5:00 p.m.	14 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 8 CALLE ORIENTE
HORA PUNTA: 4:00 p.m. a 5:00 p.m.	42 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 8 CALLE ORIENTE

Fuente: Elaboración propia.



4.3.2 Cuarta avenida norte con Sexta calle oriente.

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,		AFORO PEATONAL	
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	192 PERSONAS		4 AV NORTE 6 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	64 PERSONAS		4 AV NORTE 6 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	48 PERSONAS		4 AV NORTE 6 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	116 PERSONAS		4 AV NORTE 6 CALLE ORIENTE

Fuente: Elaboración propia.



4.3.3 Cuarta avenida norte con Cuarta calle oriente.

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,		AFORO PEATONAL	
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 11:00 a.m. a 12:00 m.d.	832 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 4 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 11:00 a.m. a 12:00 m.d.	92 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 2 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 11:00 a.m. a 12:00 m.d.	84 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 2 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 11:00 a.m. a 12:00 m.d.	332 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE ← 2 CALLE ORIENTE

Fuente: Elaboración propia.



4.3.4 Cuarta avenida norte con Segunda calle oriente.

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,		AFORO PEATONAL	
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	388 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE → 2 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	204 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE → 2 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	504 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE → 2 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 12:00 m.d. a 1:00 p.m.	124 PERSONAS		↓ 4 AV NORTE → 2 CALLE ORIENTE

Fuente: Elaboración propia.



4.3.5 Cuarta avenida sur con Séptima calle oriente.

EVALUACIÓN DE CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,		AFORO PEATONAL	
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 3:00 p.m. a 4:00 p.m.	52 PERSONAS		↓ 4 AV SUR ← 7 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 3:00 p.m. a 4:00 p.m.	36 PERSONAS		↓ 4 AV SUR ← 7 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 3:00 p.m. a 4:00 p.m.	104 PERSONAS		↓ 4 AV SUR ← 7 CALLE ORIENTE
<b>INTERSECCIÓN:</b>	<b>4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>
HORA PUNTA: 3:00 p.m. a 4:00 p.m.	36 PERSONAS		↓ 4 AV SUR ← 7 CALLE ORIENTE

Fuente: Elaboración propia.



#### **4.4 APLICACIÓN METODOLÓGICA**

A continuación se presenta el procesamiento de datos para la evaluación del congestionamiento vehicular en intersecciones semaforizadas de un tramo de la cuarta avenida de la Ciudad de San Miguel, aplicando la metodología para el análisis de la circulación que se utiliza en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM).

El procesamiento de datos consiste en llenar con los pasos descritos en el capítulo 3, los formularios de Entrada, Ajuste de Volúmenes, Intensidad de Saturación, Análisis de la Capacidad y de Nivel de Servicio.

Con la solución de los formularios, se dispone a concluir con la evaluación si las siguientes intersecciones:

- Cuarta avenida norte intersección con Octava calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Sexta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Cuarta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Segunda calle oriente.
- Cuarta avenida sur intersección con Séptima calle oriente.

Tienen la capacidad necesaria para los volúmenes vehiculares obtenidos de los aforos y obtener el nivel de servicio al que actualmente están sometidas las vías convergentes en las intersecciones. Cabe destacar que la metodología se aplica a las intersecciones de forma individual y con sus datos respectivamente.



#### **4.4.1 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE – 8 CALLE ORIENTE.**

##### **4.4.1.1 FORMULARIO DE ENTRADA.**

###### **Sentido Oeste.**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{27 \text{ v/h}}{479 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 5.64$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max 15 \text{ min}}}$$

$$FHP = \frac{1,000 \text{ v/h}}{4(314 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.79$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{W}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{4.85}{1.2} - 3$$

$$Gp = 8.04 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{29 \text{ veh}}{158 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 18.35$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{19 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 31.66$$

$$Rc = \frac{18.35}{31.66}$$

$$Rc = 0.58$$

TIPO DE LLEGADA 2

(ver TABLA 4)



### Sentido Sur.

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{31 \text{ v/h}}{521 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 5.95$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max} 15 \text{ min}}$$

$$FHP = \frac{1000 \text{ v/h}}{4(314 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.79$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{w}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{4.49}{1.2} - 3$$

$$Gp = 7.74 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{69 \text{ veh}}{156 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 44.23$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{29 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 48.33$$

$$Rc = \frac{44.23}{48.33}$$

$$Rc = 0.91$$

TIPO DE LLEGADA 3

(ver TABLA 4)



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ENTRADA											
Intersección: <u>4 AVENIDA NORTE CON 8 CALLE ORIENTE</u>					Fecha: _____						
Analista: _____			Periodo analizado: <u>4:00 PM A 5:00 PM</u>			Proyecto N° _____					
Ciudad: <u>SAN MIGUEL</u>											
 NORTE											
A. IDENTIFICAR EN EL DIAGRAMA: 1. Volúmenes 2. Carriles, anchura de cada carril 3. Situación de los estacionamientos (EST) 4. Longitud carriles, almacenamiento para giros 5. Isletas (Físicas o pintadas) 6. Paradas de autobús											
CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA CIRCULACIÓN.											
ACCESO	Inclinación n. (%)	%VP	Carril Estación Adyacente		Autobús (NB)	FHP	Peatones Conflicto (pt/h)	Pulsador paso peatonal		TIPO DE LLEGADA	
			S o N	N				S o N	Min. Reglaje		
SE							28				
SO	0.77	5.64	N		13	0.79	14	N	8.04	2	
SN							42				
SS	- 0.13	5.95	N	15		0.79	50	N	7.74	3	
Inclinación: trampas - pendientes			NB: Autobuses con paradas			Min. Reglaje: Mínimo tiempo verde para cruce peatonal					
VP: Vehículos. más de 4 ruedas			FHP: Factor de hora punta			Tipo Llegada: Tipo 1-5					
Nm: Maniobras estacionam./hr.			Peatones: Peatón en conflicto/h								
PLAN DE FASES											
D I A G R A M A											
	Reglaje	G= 20 seg Y + R = 35 sg	G= 22 seg Y + R = 33 sg	G = Y + R =	G = Y + R =	G = Y + R =	G = Y + R =	G = Y + R =	G = Y + R =	G = Y + R =	
Predeterminada o Actuada											
Giros Protegidos			Giros Permitidos			Peatones		Duración del ciclo <u>55</u> sg.			

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



#### 4.4.1.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.

##### Sentido Oeste.

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{452 \text{ v/h}}{0.79}$$

$$I_p = 572 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la izquierda.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{27 \text{ v/h}}{0.79}$$

$$I_p = 34 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \sum I_p$$

$$I_g = 572 \text{ v/h} + 34 \text{ v/h}$$

$$I_g = 606 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

**$\Sigma I_p$**  = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 606 \text{ v/h} \times 1.05$$

$$I = 636 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MI.**

$$P_{MI} = \frac{I_p \text{ MI}}{I}$$

$$P_{MI} = \frac{34 \text{ v/h}}{636 \text{ v/h}}$$

$$P_{MI} = 0.1$$

**$P_{MI}$**  = proporción de movimiento izquierdo.

**$I_p \text{ MI}$**  = intensidad punta del movimiento izquierdo.

**I** = intensidad ajustada.



**Sentido Sur.**

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{326 \text{ v/h}}{0.79}$$

$$I_p = 413 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la derecha.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{195 \text{ v/h}}{0.79}$$

$$I_p = 247 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 413 \text{ v/h} + 247 \text{ v/h}$$

$$I_g = 660 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

**Σ I<sub>p</sub>** = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 660 \text{ v/h} \times 1.05$$

$$I = 693 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MD.**

$$P_{MD} = \frac{I_p \text{ MD}}{I}$$

$$P_{MD} = \frac{247 \text{ v/h}}{693 \text{ v/h}}$$

$$P_{MD} = 0.37$$

**P<sub>MD</sub>** = proporción de movimiento derecho.

**I<sub>p MD</sub>** = intensidad punta del movimiento derecho.

**I** = intensidad ajustada.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acceso	Movimiento	Volumen De Hora punta Mvt (v/h)	Factor De Hora punta FHP	Intensidad Punta Ip (v/h) 3+4	Grupo De carriles	Intensidad del grupo de carriles Ig (v/h)	Numero De Carriles N	Fecha de utilización de carriles U	Intensidad Ajustada (v/h) 7*9	Prop. de MD o MI P <sub>MD</sub> o P <sub>MI</sub>
SE	MIR									
	MD									
	MI	27	0.79	34						
SO	MIR	452	0.79	572		606	2	1.05	636	0.1 MI
	MD									
	MI									
SN	MIR									
	MD									
	MI									
SS	MIR	326	0.79	413		660	2	1.05	693	0.37 MD
	MD	195	0.79	247						

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.1.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.

##### Sentido Oeste.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MI}$$

$$s = (1800) (2) (0.93) (0.98) (1) (1) (0.98) (0.90) (1)$$

$$s = 2894 \text{ v/hv.}$$

##### Sentido Sur.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MD}$$

$$s = (1800) (2) (0.9) (0.98) (1) (1) (1) (0.90) (0.97)$$

$$s = 2,772 \text{ v/hv.}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN												
ACCESO	MOVIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE CARRILES	INTENSIDAD DE SATURACIÓN IDEAL	NÚMERO DE CARRILES N	FACTOR DE AJUSTE							INTENSIDAD DE SATURACIÓN AJUSTE S/HRV	
				ANCHURA DE CARRIL	VEHÍCULO PESADO	INCLINACIÓN	ESTACIÓN	BLOQUEO AUTOMÁTICO	TIPO DE ÁREA	GIRO DERECHA fmd		GIRO IZQUIERDA fmi
SE												
SO		1800	2	0.93	0.98	1	----	0.98	0.90	----	1	2894
SN												
SS		1800	2	0.90	0.98	1	----	1	0.90	0.97	----	2772

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.1.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD.

**Sentido Oeste.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{636 \text{ v/h}}{2894 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.22$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{19 \text{ seg}}{60 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.32$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (2894 \text{ v/hv}) (0.32)$$

$$c = 926 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{636 \text{ v/h}}{926 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.68$$



### **Sentido Sur.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{693 \text{ v/h}}{2,772 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.25$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{29 \text{ seg}}{60 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.48$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (2,772 \text{ v/hv}) (0.48)$$

$$c = 1331 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{693 \text{ v/h}}{1331 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.52$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
GRUPO DE CARRILES		Intensidad Ajustada I (v/h)	Intensidad Saturación Ajustada s (v/hv)	Relación Intensidades I/s	Relación Tiempo Verde g/C	Capacidad Grupo Carriles c (v/h)	Relación I/c X	Grupo Carriles Críticos I
Acceso	Movimiento de los grupos de carriles							
SE								
SO		636	2894	0.22	0.32	926	0.68	
SN								
SS		693	2772	0.25	0.48	1331	0.52	
Duración del ciclo C <u>55</u> sg		$\sum (I/s) = \underline{0.47}$						
Tiempo Periodo por Ciclo, L <u>6</u> sg		$X_c = \frac{\sum (I/s) \times C}{C-L} = \underline{0.53}$						

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



#### 4.4.1.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.

**Sentido Oeste.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (60 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.32))^2}{(1 - (0.32)(0.68))}$$

$$d_1 = 13.47 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

- $d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$

$$d_2 = 173(0.68)^2 [ (0.68 - 1) + \sqrt{(0.68 - 1)^2 + 16(\frac{0.68}{926})} ]$$

$$d_2 = 1.42 \text{ seg.}$$

- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) Fp$$

$$d = (13.47 \text{ seg} + 1.42 \text{ seg}) (1.35)$$

$$d = 20.1 \text{ seg.}$$

d = demora del grupo de carril.



$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (Ver TABLA 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$NS = C$  (ver TABLA 7)

### **Sentido Sur.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (60 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.48))^2}{(1 - (0.48)(0.52))}$$

$d_1 = 8.22 \text{ seg.}$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(0.52)^2 [ (0.52 - 1) + \sqrt{(0.52 - 1)^2 + 16(\frac{0.52}{1331})} ]$$

$d_2 = 0.3 \text{ seg.}$



- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) F_p$$

$$d = (8.22 \text{ seg} + 0.3 \text{ seg}) (1)$$

$$d = 8.52 \text{ seg.}$$

d = demora del grupo de carril.

$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (ver TABLA 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$$NS = B \text{ (ver TABLA 7)}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO													
GRUPO DE CARRILES	PRIMER TÉRMINO DE LA DEMORA				SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA				DEMORA TOTAL Y NS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Acceso	Mov. de Grupos Carril	Relac. X	Relac. Verde g/C	Durac. Ciclo C (sg)	Demora d <sub>1</sub> (sg/v)	Capacidad. Grupos Carril C (v/h)	Demora d <sub>2</sub> (sg/v)	Factor de Progresión f <sub>p</sub>	Demora Grupo Carril (sg/v)	NS Grupo Carril	Demora Acceso (sg/v)	NS Acceso.	
SE													
SO		0.68	0.32	60	13.47	926	1.42	1.35	20.1	C	20.10	C	
SN													
SS		0.52	0.48	60	8.22	1331	0.3	1	8.52	B	8.52	B	

DEMORA DE LA INTERSECCIÓN 14.06 SG/V NS DE LA INTERSECCIÓN B

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



## CONCLUSIÓN:

De la evaluación correspondiente al análisis de la intersección de la Cuarta avenida norte con octava calle oriente, se obtiene lo siguiente:

Según los valores obtenidos del formulario de Niveles de Servicio y comparándolos con los valores de la tabla 7, se procede a confirmar que la intersección en conjunto opera en el nivel de servicio C, funcionando los accesos individualmente entre el nivel de servicio B y el nivel de servicio C. Como resultado a este nivel de servicio, corresponde que el acceso en sentido oeste es el que tiene la mayor relación I/C (0.68) y la mayor demora de 20.10 seg/veh (este valor de demora está en el nivel de servicio C).



## **4.4.2 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE - 6 CALLE ORIENTE.**

### **4.4.2.1 FORMULARIO DE ENTRADA.**

#### **Sentido Este.**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{19 \text{ v/h}}{416 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 4.56$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{Q}{4 q_{\max 15 \text{ min}}}$$

$$FHP = \frac{784 \text{ v/h}}{4(208 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.94$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{W}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{3.87}{1.2} - 3$$

$$Gp = 7.23 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{42 \text{ veh}}{107 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 39.25$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{41 \text{ seg}}{84 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 48.81$$

$$Rc = \frac{39.25}{48.81}$$

$$Rc = 0.80$$

TIPO DE LLEGADA 2

(Ver TABLA 4)



### Sentido Sur.

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{20 \text{ v/h}}{368 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 5.43$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{Q}{4 q_{\max} 15 \text{ min}}$$

$$FHP = \frac{784 \text{ v/h}}{4(208 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.94$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{w}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{3.88}{1.2} - 3$$

$$Gp = 7.23 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{34 \text{ veh}}{101 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 33.66$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{31 \text{ seg}}{66 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 46.96$$

$$Rc = \frac{33.66}{46.96}$$

$$Rc = 0.72$$

TIPO DE LLEGADA 2

(Ver TABLA 4)



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ENTRADA										
Intersección: <u>4 AVENIDA NORTE Y SEXTA CALLE ORIENTE</u>					Fecha: _____					
Analista: _____			Periodo analizado: <u>12:00 M.D. A 1:00 P.M.</u>			Proyecto N° _____				
Ciudad: <u>SAN MIGUEL</u>										
 NORTE										
<b>A. IDENTIFICAR EN EL DIAGRAMA:</b> 1. Volúmenes 2. Carriles, anchura de cada carril 3. Situación de los estacionamientos (EST) 4. Longitud carriles, almacenamiento para giros 5. Isletas (Físicas o pintadas) 6. Paradas de autobús)										
CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA CIRCULACIÓN.										
ACCESO	Inclinació n. (%)	%VP	Carril Estación Adyacente		Autobús (NB)	FHP	Peatones Conflicto (pt/h)	Pulsador paso peatonal		TIPO DE LLEGADA
			S o N	N				S o N	Min. Reglaje	
SE	- 1.51	4.56	S	10		0.94	64		7.23	2
SO						0.94	48		7.23	
SN						0.94	116		7.23	
SS	0.71	5.43	S	15	3	0.94	192		7.23	2
Inclinación: trampas - pendientes			NB: Autobuses con paradas			Min. Reglaje: Mínimo tiempo verde				
VP: Vehículos. más de 4 ruedas			FHP: Factor de hora punta			para cruce peatonal				
Nm: Maniobras estacionam./hr.			Peatones: Peatón en conflicto/h			Tipo Llegada: Tipo 1-5				
PLAN DE FASES										
D I A G R A M A										
	Reglaje	G= 21 seg Y+R= 35 sg	G= 23 seg Y+R= 33 sg	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =
Predeterminada o Actuada										
Giros Protegidos			Giros Permitidos			Peatones			Duración del ciclo <u>56</u> sg.	

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.2.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.

##### Sentido Este.

- **Intensidad punta.**

##### Movimiento recto.

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{307 \text{ v/h}}{0.94}$$

$$I_p = 327 \text{ v/h.}$$

##### Movimiento a la derecha.

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{109 \text{ v/h}}{0.94}$$

$$I_p = 116 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \sum I_p$$

$$I_g = 327 \text{ v/h} + 116 \text{ v/h}$$

$$I_g = 443 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 443 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 443 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MD.**

$$P_{MD} = \frac{I_p \text{ MD}}{I}$$

$$P_{MD} = \frac{116 \text{ v/h}}{443 \text{ v/h}}$$

$$P_{MD} = 0.26$$

$P_{MD}$  = proporción de movimiento derecho.

$I_p \text{ MD}$  = intensidad punta del movimiento derecho.

$I$  = intensidad ajustada.



**Sentido Sur.**

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{301 \text{ v/h}}{0.94}$$

$$I_p = 320 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la izquierda.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{67 \text{ v/h}}{0.94}$$

$$I_p = 71 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 320 \text{ v/h} + 71 \text{ v/h}$$

$$I_g = 391 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

**Σ I<sub>p</sub>** = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 391 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 391 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MI.**

$$P_{MI} = \frac{I_p \text{ MI}}{I}$$

$$P_{MI} = \frac{71 \text{ v/h}}{391 \text{ v/h}}$$

$$P_{MI} = 0.18.$$

**P<sub>MI</sub>** = proporción de movimiento izquierdo.

**I<sub>p</sub> MI** = intensidad punta del movimiento izquierdo.

**I** = intensidad ajustada.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acceso	Movimiento	Volumen De Hora punta Mvt (v/h)	Factor De Hora punta FHP	Intensidad Punta Ip (v/h) 3 + 4	Grupo De carriles	Intensidad del grupo de carriles lg (v/h)	Numero De Carriles N	Fecha de utilización de carriles U	Intensidad Ajustada (v/h) 7 * 9	Prop. de MD o MI P <sub>MD</sub> o P <sub>MI</sub>
SE	MR	307	0.94	327		443	1	1	443	0.26 MD
	MD	109	0.94	116						
SO	MI									
	MR									
SN	MD									
	MI									
SS	MR	67	0.94	71		391	1	1	391	0.18 MI
	MD	301	0.94	320						
	MI									
	MR									

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.2.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.

##### Sentido Este.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MD}$$

$$s = (1800) (1) (0.87) (0.98) (1) (0.85) (1) (0.90) (0.97)$$

$$s = 1,139 \text{ v/hv.}$$

##### Sentido Sur.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MI}$$

$$s = (1800) (1) (0.87) (0.98) (1) (0.823) (1) (0.90) (1)$$

$$s = 1,137 \text{ v/hv.}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN												
ACCESO	MOVIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE CARRILES	INTENSIDAD DE SATURACIÓN IDEAL	NÚMERO DE CARRILES N	FACTOR DE AJUSTE							INTENSIDAD DE SATURACIÓN AJUSTE S V/HV	
				ANCHURA DE CARRIL	VEHÍCULO PESADO	INCLINACIÓN	ESTACIÓN	BLOQUEO AUTOMÁTICO	TIPO DE ÁREA	GIRO DERECHA fmd		GIRO IZQUIERDA fmi
SE		1800	1	0.87	0.98	1	0.85	1	0.90	0.97		1139
SO												
SN												
SS		1800	1	0.87	0.98	1	0.823	1	0.90		1	1137

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.2.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD.

##### Sentido Este.

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{443 \text{ v/h}}{1139 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.39$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{23 \text{ seg}}{56 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.41$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (1,139 \text{ v/hv}) (0.41)$$

$$c = 467 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{443 \text{ v/h}}{467 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.94$$



### **Sentido Sur.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{391 \text{ v/h}}{1137 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.34$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{21 \text{ seg}}{56 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.37$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (1,137 \text{ v/hv}) (0.37)$$

$$c = 421 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{391 \text{ v/h}}{421 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.92$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
GRUPO DE CARRILES		Intensidad Ajustada $I$ (v/h)	Intensidad Saturación Ajustada $s$ (v/hw)	Relación Intensidades $I/s$	Relación Tiempo Verde $g/C$	Capacidad Grupo Carriles $c$ (v/h)	Relación $I/c$ $X$	Grupo Carriles Críticos $I$
Acceso	Movimiento de los grupos de carriles							
SE		443	1139	0.39	0.41	467	0.94	
SO								
SN								
SS		391	1137	0.34	0.37	421	0.92	
Duración del ciclo $C$ <u>56</u> sg		$\sum (I/s) =$ <u>0.73</u>						
Tiempo Periodo por Ciclo, $L$ <u>6</u> sg		$x_c = \frac{\sum I \times c}{C-L} =$ <u>0.8176</u>						

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



#### 4.4.2.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.

**Sentido Este.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (56 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.41))^2}{(1 - (0.41)(0.94))}$$

$$d_1 = 12.05 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(0.94)^2 [ (0.94 - 1) + \sqrt{(0.94 - 1)^2 + 16(\frac{0.94}{467})} ]$$

$$d_2 = 19.75 \text{ seg}$$

**.Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) Fp$$

$$d = (12.05 \text{ seg} + 19.75 \text{ seg}) (1.35)$$

$$d = 42.93 \text{ seg}$$

d = demora del grupo de carril.



$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (ver tabla 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$NS = E$  (ver TABLA 7)

**Sentido Sur.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (56 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.37))^2}{(1 - (0.37)(0.92))}$$

$d_1 = 12.80$  seg.

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(0.92)^2 [ (0.92 - 1) + \sqrt{(0.92 - 1)^2 + 16(\frac{0.92}{421})} ]$$

$d_2 = 18.07$  seg.



- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) F_p$$

$$d = (12.80 \text{ seg} + 18.07 \text{ seg}) (1.35)$$

$$d = 41.67 \text{ seg}$$

$d$  = demora del grupo de carril.

$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (ver tabla 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$$NS = E \text{ (ver TABLA 7)}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO												
GRUPO DE CARRILES		PRIMER TÉRMINO DE LA DEMORA				SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA				DEMORA TOTAL Y NS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Acceso	Mov. de Grupos Carril	Relac. X	Relac. Verde g/C	Durac. Ciclo C (sg)	Demora d <sub>1</sub> (sg/v)	Capacidad Grupos Carril C (v/h)	Demora d <sub>2</sub> (sg/v)	Factor de Progresión f <sub>s</sub>	Demora Grupo Carril (sg/v)	NS Grupo Carril	Demora Acceso (sg/v)	NS Acceso.
SE		0.94	0.41	56	12.05	467	19.75	1.35	42.93	E	42.93	E
SO												
SN												
SS		0.92	0.37	56	12.80	421	18.07	1.35	41.67	E	41.67	E

DEMORA DE LA INTERSECCIÓN 42.33 SG/V NS DE LA INTERSECCIÓN E

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



### CONCLUSIÓN:

De la evaluación correspondiente al análisis de la intersección de la Cuarta avenida norte con sexta calle oriente, se obtiene lo siguiente:

Según los valores obtenidos del formulario de Niveles de Servicio y comparándolos con los valores de la tabla 7, se procede a confirmar que la intersección en conjunto opera en el nivel de servicio E, funcionando ambos accesos en el nivel de servicio E. el acceso en sentido Este es el que tiene la mayor relación I/C (0.94) y la mayor demora 42.93 seg/veh. (Este valor de demora está en el nivel de servicio E).



### 4.4.3 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE – 4 CALLE ORIENTE.

#### 4.4.3.1 FORMULARIO DE ENTRADA.

##### Sentido Oeste.

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{55 \text{ v/h}}{594 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 9.26$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 \text{ qmax } 15 \text{ min}}$$

$$FHP = \frac{1,012 \text{ v/h}}{4(312 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.81$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{W}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{5.8}{1.2} - 3$$

$$Gp = 8.83 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{53 \text{ veh}}{170 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 31.17$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{22 \text{ seg}}{55 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 40$$

$$Rc = \frac{31.17}{40}$$

$$Rc = 0.78$$

TIPO DE LLEGADA 2

(ver TABLA 4)



**Sentido Sur.**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{36 \text{ v/h}}{418 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 8.61$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max} 15 \text{ min}}$$

$$FHP = \frac{1012 \text{ v/h}}{4(312 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.81$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{w}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{4.68}{1.2} - 3$$

$$Gp = 7.9 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{46 \text{ veh}}{114 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 40.35$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{20 \text{ seg}}{55 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 36.36$$

$$Rc = \frac{40.35}{36.36}$$

$$Rc = 1.11$$

TIPO DE LLEGADA 3

(ver TABLA 4)



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ENTRADA										
Intersección: <u>4 AVENIDA NORTE Y 4 CALLE ORIENTE</u>					Fecha: _____					
Analista: _____			Periodo analizado: <u>11:00 A.M. A 12:00 M.D.</u>			Proyecto N° _____				
Ciudad: <u>SAN MIGUEL</u>										
 NORTE		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">418</div> TOTAL SS 90 ← → 328		N 4 AVENIDA 		490 ↑ ↓ 104 TOTAL SD		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">594</div> 4 CALLE E 		
A. IDENTIFICAR EN EL DIAGRAMA: 1. Volúmenes 2. Carriles, anchura de cada carril 3. Situación de los estacionamientos (EST) 4. Longitud carriles, almacenamiento para giros 5. Isletas (Físicas o pintadas) 6. Paradas de autobús		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">TOTAL SE</div> 		S		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">TOTAL SN</div> 				
CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA CIRCULACIÓN.										
ACCESO	Inclinación n. (%)	%VP	Carril Estación Adyacente		Autobús (NB)	FHP	Peatones Conflicto (pt/h)	Pulsador paso peatonal		TIPO DE LLEGADA
			S o N	N				S o N	Min. Reglaje	
SE							84			
SO	1.73	9.26	N		44	0.81	92	N		2
SN							332			
SS	0.71	8.6	S	15	0	0.81	832	N		3
Inclinación: trampas - pendientes			NB: Autobuses con paradas			Min. Reglaje: Mínimo tiempo verde para cruce peatonal				
VP: Vehículos. más de 4 ruedas			FHP: Factor de hora punta			Tipo Llegada: Tipo 1-5				
Nm: Maniobras estacionam./hr.			Peatones: Peatón en conflicto/h							
PLAN DE FASES										
D I A G R A M A										
Reglaje	G= 20 S Y+R= 35 S	G= 22 S Y+R= 33 S	G=	G=	G=	G=	G=	G=	G=	
Predeterminada o Actuada										
Giros Protegidos			Giros Permitidos			Peatones		Duración del ciclo <u>55</u> sg.		

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.3.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.

##### Sentido Oeste.

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{490 \text{ v/h}}{0.81}$$

$$I_p = 605 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la izquierda.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{104 \text{ v/h}}{0.81}$$

$$I_p = 128 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 605 \text{ v/h} + 128 \text{ v/h}$$

$$I_g = 733 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

**$\Sigma I_p$**  = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 733 \text{ v/h} \times 1.05$$

$$I = 770 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MI.**

$$P_{MI} = \frac{I_p \text{ MI}}{I}$$

$$P_{MI} = \frac{128 \text{ v/h}}{770 \text{ v/h}}$$

$$P_{MI} = 0.17$$

**$P_{MI}$**  = proporción de movimiento izquierdo.

**$I_p \text{ MI}$**  = intensidad punta del movimiento izquierdo.

**I** = intensidad ajustada.



**Sentido Sur.**

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{328 \text{ v/h}}{0.81}$$

$$I_p = 405 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la derecha.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{90 \text{ v/h}}{0.81}$$

$$I_p = 111 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 405 \text{ v/h} + 111 \text{ v/h}$$

$$I_g = 516 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

$\Sigma I_p$  = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 516 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 516 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MD.**

$$P_{MD} = \frac{I_p \text{ MD}}{I}$$

$$P_{MD} = \frac{111 \text{ v/h}}{516 \text{ v/h}}$$

$$P_{MD} = 0.21$$

**P<sub>MD</sub>** = proporción de movimiento derecho.

**I<sub>p MD</sub>** = intensidad punta del movimiento derecho.

**I** = intensidad ajustada.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acceso	Movimiento	Volumen De Hora punta Mvt (v/h)	Factor De Hora punta FHP	Intensidad Punta Ip (v/h) 3+4	Grupo De carriles	Intensidad del grupo de carriles Ig (v/h)	Numero De Carriles N	Fecha de utilización de carriles U	Intensidad Ajustada I (v/h) 7*9	Prop. de MD o MI P <sub>MD</sub> o P <sub>MI</sub>
SE	MR									
	MD									
	MI	104	0.81	128						
SO	MR	490	0.81	605		733	2	1.05	770	0.17 MI
	MD									
SN	MI									
	MR									
	MD									
SS	MI									
	MR	328	0.81	405		516	1	1	516	0.21 MI
	MD	90	0.81	111						

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.3.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.

##### Sentido Oeste.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MI}$$

$$s = (1800) (2) (1) (0.96) (1) (1) (0.92) (0.90) (1)$$

$$s = 2861 \text{ v/hv.}$$

##### Sentido Sur.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MD}$$

$$s = (1800) (1) (0.93) (0.96) (1) (0.8) (1) (0.90) (0.92)$$

$$s = 1,065 \text{ v/hv.}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN																				
ACCESO	MOVIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE CARRILES	INTENSIDAD DE SATURACIÓN IDEAL	NÚMERO DE CARRILES N	FACTOR DE AJUSTE							INTENSIDAD DE SATURACIÓN AJUSTE S V/HV									
				ANCHURA DE CARRIL	VEHÍCULO PESADO	INCLINACIÓN	ESTACIÓN	BLOQUEO AUTOMÁTICO	TIPO DE ÁREA	GIRO DERECHA fmd		GIRO IZQUIERDA fmi								
SE																				
SO		1800	2	1	0.96	1	1	0.92	0.9	----	1	2861								
SN																				
SS		1800	1	0.93	0.96	1	0.8	1	0.9	0.92	----	1065								

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.3.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD.

**Sentido Oeste.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{770 \text{ v/h}}{2861 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.27$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{22 \text{ seg}}{55 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.4$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (2861 \text{ v/hv}) (0.4)$$

$$c = 1144 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{770 \text{ v/h}}{1144 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.67$$



### **Sentido Sur.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{516 \text{ v/h}}{1,065 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.48$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{20 \text{ seg}}{55 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.36$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (1,065 \text{ v/hv}) (0.36)$$

$$c = 383 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{516 \text{ v/h}}{383 \text{ v/h}}$$

$$X = 1.3$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
GRUPO DE CARRILES		Intensidad Ajustada I (v/h)	Intensidad Saturación Ajustada s (v/hv)	Relación Intensidades I/s	Relación Tiempo Verde g/C	Capacidad Grupo Carriles c (v/h)	Relación I/c X	Grupo Carriles Críticos I
Acceso	Movimiento de los grupos de carriles							
SE								
SO		770	2861	0.27	0.4	1144	0.67	
SN								
SS		516	1065	0.48	0.36	383	1.3	
Duración del ciclo C <u>55</u> sg					$\sum (I/s) =$ <u>0.75</u>			
Tiempo Periodo por Ciclo, L <u>6</u> sg					$X_c = \frac{\sum(I/s) \times C}{C-L} =$ <u>0.84</u>			

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.3.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.

**Sentido Oeste.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - \frac{g}{c})^2}{(1 - \frac{g}{c})(X)}$$

$$d_1 = 0.38 (55 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.4))^2}{(1 - (0.4)(0.67))}$$

$$d_1 = 10.31 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

- $d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$

$$d_2 = 173(0.67)^2 [ (0.67 - 1) + \sqrt{(0.67 - 1)^2 + 16(\frac{0.67}{1144})} ]$$

$$d_2 = 1.08 \text{ seg.}$$

- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) Fp$$

$$d = (10.31 \text{ seg} + 1.08 \text{ seg}) (1)$$

$$d = 15.38 \text{ seg.}$$

d = demora del grupo de carril.



$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (Ver TABLA 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$NS = C$  (ver TABLA 7)

### **Sentido Sur.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (55 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.36))^2}{(1 - (0.36)(1.3))}$$

$$d_1 = 16.09 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(1.3)^2 [ (1.3 - 1) + \sqrt{(1.3 - 1)^2 + 16(\frac{1.3}{383})} ]$$

$$d_2 = 198.8 \text{ seg.}$$



- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) F_p$$

$$d = (16.09 \text{ seg} + 198.8 \text{ seg}) (1)$$

$$d = 214.89 \text{ seg.}$$

$d$  = demora del grupo de carril.

$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (ver TABLA 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$$NS = F \text{ (ver TABLA 7)}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO												
GRUPO DE CARRILES		PRIMER TÉRMINO DE LA DEMORA				SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA				DEMORA TOTAL Y NS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Acceso	Mov. de Grupos Carril	Relac. X	Relac. Verde g/C	Durac. Ciclo C (sg)	Demora $d_1$ (sg/v)	Capacidad. Grupos Carril C (v/h)	Demora $d_2$ (sg/v)	Factor de Progresión $f_p$	Demora Grupo Carril (sg/v)	NS Grupo Carril	Demora Acceso (sg/v)	NS Acceso.
SE												
SO		0.67	0.40	55	10.37	1144	1.05	1.35	15.34	C	15.34	C
SN												
SS		1.3	0.36	55	16.09	383	118.8	1	193.4	F	193.4	F

DEMORA DE LA INTERSECCIÓN 86.70 SG/V      NS DE LA INTERSECCIÓN F

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



## CONCLUSIÓN:

De la evaluación correspondiente al análisis de la intersección de la Cuarta avenida norte con cuarta calle oriente, se obtiene lo siguiente:

Según los valores obtenidos del formulario de Niveles de Servicio y comparándolos con los valores de la tabla 7, se procede a confirmar que la intersección en conjunto opera en el nivel de servicio F, funcionando los accesos individualmente entre el nivel de servicio C y el nivel de servicio F. El acceso en sentido Sur es el que tiene la mayor relación I/C (1.3) también tiene la mayor demora de 193.40 seg/veh. (Este valor de demora está muy por encima del límite del nivel de servicio F por lo tanto sugiere que el acceso sentido sur no está en capacidad de las demandas previstas).



#### **4.4.4 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA NORTE – 2 CALLE ORIENTE.**

##### **4.4.4.1 FORMULARIO DE ENTRADA.**

###### **Sentido Este**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{46 \text{ v/h}}{339 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 13.56$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max 15 \text{ min}}}$$

$$FHP = \frac{807 \text{ v/h}}{4(219 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.92$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{W}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{5.25}{1.2} - 3$$

$$Gp = 8.37 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{57 \text{ veh}}{97 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 58.76$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{44 \text{ seg}}{85 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 51.76$$

$$Rc = \frac{58.76}{51.76}$$

$$Rc = 1.14$$

TIPO DE LLEGADA 3

(Ver TABLA 4)



**Sentido Sur.**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{25 \text{ v/h}}{468 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 5.34$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max} 15 \text{ min}}$$

$$FHP = \frac{807 \text{ v/h}}{4(219 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.92$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{w}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{4.30}{1.2} - 3$$

$$Gp = 7.58 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{32 \text{ veh}}{125 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 25.6$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{30 \text{ seg}}{85 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 35.29$$

$$Rc = \frac{25.6}{35.29}$$

$$Rc = 0.73$$

TIPO DE LLEGADA 2

(Ver TABLA 4)



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ENTRADA										
Intersección: <u>4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE</u>					Fecha: _____					
Analista: _____			Periodo analizado: <u>12:00 M.D. A 1:00 P.M.</u>			Proyecto N° _____				
Ciudad: <u>SAN MIGUEL</u>										
 NORTE										
<b>A. IDENTIFICAR EN EL DIAGRAMA:</b> 1. Volúmenes 2. Carriles, anchura de cada carril 3. Situación de los estacionamientos (EST) 4. Longitud carriles, almacenamiento para giros 5. Isletas (Físicas o pintadas) 6. Paradas de autobús										
CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA CIRCULACIÓN.										
ACCESO	Inclinación n. (%)	%VP	Carril Estación Adyacente		Autobús (NB)	FHP	Peatones Conflicto (pt/h)	Pulsador paso peatonal		TIPO DE LLEGADA
			S o N	N				S o N	Min. Reglaje	
SE	-1.35	13.56	S		42	0.92	204	N	8.37	3
SO							504	N	8.37	
SN							124	N	7.58	
SS	-0.77	5.34	S	10	1	0.92	388	N	7.58	2
Inclinación: trampas - pendientes			NB: Autobuses con paradas			Min. Reglaje: Mínimo tiempo verde				
VP: Vehículos. más de 4 ruedas			FHP: Factor de hora punta			para cruce peatonal				
Nm: Maniobras estacionam./hr.			Peatones: Peatón en conflicto/h			Tipo Llegada: Tipo 1-5				
PLAN DE FASES										
D I A G R A M A										
Reglaje	G= 30 SEG Y+R= 55 S.	G= 43 SEG. Y+R= 41 S.	G=	G=	G=	G=	G=	G=	G=	
Predeterminada o Actuada										
Giros Protegidos			Giros Permitidos			Peatones		Duración del ciclo <u>83</u> sg.		

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.4.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.

##### Sentido Este.

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{143 \text{ v/h}}{0.92}$$

$$I_p = 155 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la derecha.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{196 \text{ v/h}}{0.92}$$

$$I_p = 213 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 155 \text{ v/h} + 213 \text{ v/h}$$

$$I_g = 368 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

**$\Sigma I_p$**  = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 368 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 368 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MD.**

$$P_{MD} = \frac{I_p \text{ MD}}{I}$$

$$P_{MD} = \frac{213 \text{ v/h}}{368 \text{ v/h}}$$

$$P_{MD} = 0.57$$

**P<sub>MD</sub>** = proporción de movimiento derecho.

**I<sub>p MD</sub>** = intensidad punta del movimiento derecho.

**I** = intensidad ajustada.



### Sentido Sur.

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{400 \text{ v/h}}{0.92}$$

$$I_p = 435 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la izquierda.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{68 \text{ v/h}}{0.92}$$

$$I_p = 74 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 435 \text{ v/h} + 74 \text{ v/h}$$

$$I_g = 509 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

$\Sigma I_p$  = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 509 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 509 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MI.**

$$P_{MI} = \frac{I_p \text{ MI}}{I}$$

$$P_{MI} = \frac{74 \text{ v/h}}{509 \text{ v/h}}$$

$$P_{MI} = 0.14$$

**P<sub>MI</sub>** = proporción de movimiento izquierdo.

**I<sub>p</sub> MI** = intensidad punta del movimiento izquierdo.

**I** = intensidad ajustada.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acceso	Movimiento	Volumen De Hora punta Mvt (v/h)	Factor De Hora punta FHP	Intensidad Punta Ip (v/h) 3+4	Grupo De carriles	Intensidad del grupo de carriles Ig (v/h)	Numero De Carriles N	Fecha de utilización de carriles U	Intensidad Ajustada I (v/h) 7*9	Prop. de MD o MI P <sub>MD</sub> o P <sub>MI</sub>
SE	MIR	143	0.92	155		368	1	1	368	0.57 MD
	MD	196	0.92	213						
SO	MI									
	MR									
	MD									
SN	MI									
	MR									
	MD									
SS	MI	68	0.92	74						
	MR	400	0.92	435		509	1	1	509	0.14 MI
	MD									

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.4.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.

##### Sentido Este.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MD}$$

$$s = (1800) (1) (0.93) (0.95) (1.01) (0.90) (0.83) (0.90) (0.92)$$

$$s = 993 \text{ v/hv.}$$

##### Sentido Sur.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MI}$$

$$s = (1800) (1) (0.90) (0.98) (1) (0.85) (1) (0.90) (1)$$

$$s = 1,214 \text{ v/hv.}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN												
ACCESO	MOVIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE CARRILES	INTENSIDAD DE SATURACIÓN IDEAL	NÚMERO DE CARRILES N	FACTOR DE AJUSTE							TIPO DE ÁREA	INTENSIDAD DE SATURACIÓN AJUSTE S V/HV
				ANCHURA DE CARRIL	VEHÍCULO PESADO	INCLINACIÓN	ESTACIÓN	BLOQUEO AUTOMÁTICO	GIRO DERECHA fmd	GIRO IZQUIERDA fmi		
SE		1800	1	0.93	0.95	1.01	0.90	0.83	0.90	0.92		993
SO												
SN												
SS		1800	1	0.90	0.98	1	0.85	1	0.90	1		1214

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



#### 4.4.4.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD.

**Sentido Este.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{368 \text{ v/h}}{993 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.37$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{44 \text{ seg}}{85 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.51$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (993 \text{ v/hv}) (0.51)$$

$$c = 506 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{368 \text{ v/h}}{506 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.72$$



### **Sentido Sur.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{509 \text{ v/h}}{1,214 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.41$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{30 \text{ seg}}{85 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.35$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (1,214 \text{ v/hv}) (0.35)$$

$$c = 425 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{509 \text{ v/h}}{425 \text{ v/h}}$$

$$X = 1.19$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
GRUPO DE CARRILES		Intensidad Ajustada I (v/h)	Intensidad Saturación Ajustada s (v/hv)	Relación Intensidades I/s	Relación Tiempo Verde g/C	Capacidad Grupo Carriles c (v/h)	Relación I/c X	Grupo Carriles Críticos I
Acceso	Movimiento de los grupos de carriles							
SE		368	993	0.37	0.51	506	0.72	
SO								
SN								
SS		509	1214	0.41	0.35	425	1.19	
Duración del ciclo C <u>83</u> sg		$\sum (I/s) = \underline{0.78}$						
Tiempo Periodo por Ciclo, L <u>6</u> sg		$X_c = \frac{\sum I x C}{C-L} = \underline{0.84}$						

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.4.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.

**Sentido Este.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (85 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.51))^2}{(1 - (0.51)(0.72))}$$

$$d_1 = 12.25 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(0.72)^2 [ (0.72 - 1) + \sqrt{(0.72 - 1)^2 + 16(\frac{0.72}{506})} ]$$

$$d_2 = 2.6 \text{ seg.}$$

- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) Fp$$

$$d = (12.25 \text{ seg} + 2.6 \text{ seg}) (1)$$

$$d = 14.85 \text{ seg.}$$

$d$  = demora del grupo de carril.



$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (Ver TABLA 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$NS = B$  (ver TABLA 7)

### **Sentido Sur.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (85 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.35))^2}{(1 - (0.35)(1.19))}$$

$d_1 = 23.5 \text{ seg.}$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(1.19)^2 [ (1.19 - 1) + \sqrt{(1.19 - 1)^2 + 16(\frac{1.19}{425})} ]$$

$d_2 = 112.7 \text{ seg.}$



- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) F_p$$

$$d = (23.5 \text{ seg} + 112.7 \text{ seg}) (1.18)$$

$$d = 160.72 \text{ seg.}$$

d = demora del grupo de carril.

$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (Ver TABLA 6)

- **Nivel de servicio de grupo de carril.**

$$NS = F \text{ (ver TABLA 7)}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO												
GRUPO DE CARRILES		PRIMER TÉRMINO DE LA DEMORA				SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA				DEMORA TOTAL Y NS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Acceso	Mov. de Grupos Carril	Relac. X	Relac. Verde g/C	Durac. Ciclo C (sg)	Demora $d_1$ (sg/v)	Capacidad. Grupos Carril C (v/h)	Demora $d_2$ (sg/v)	Factor de Progresión $f_p$	Demora Grupo Carril (sg/v)	NS Grupo Carril	Demora Acceso (sg/v)	NS Acceso.
SE		0.72	0.51	84	12.1	506	2.6	1	14.7	B	14.7	B
SO												
SN												
SS		1.19	0.35	85	23.5	425	112.7	1.18	160.72	F	160.72	F

DEMORA DE LA INTERSECCIÓN 99 \_\_\_\_\_ SG/V      NS DE LA INTERSECCIÓN \_\_\_\_\_ F

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



### CONCLUSIÓN:

De la evaluación correspondiente al análisis de la intersección de la Cuarta avenida norte con segunda calle oriente, se obtiene lo siguiente:

Según los valores obtenidos del formulario de Niveles de Servicio y comparándolos con los valores de la tabla 7, se procede a confirmar que la intersección en conjunto opera en el nivel de servicio F, funcionando los accesos individualmente entre el nivel de servicio B y el nivel de servicio F. El acceso en sentido Sur es el que tiene la mayor relación I/C (1.19) y tiene la mayor demora de 160.72 seg/veh. (Este valor de demora está muy por encima del límite del nivel de servicio F por lo tanto sugiere que el acceso sentido sur no está en capacidad de las demandas previstas).



#### **4.4.5 FORMULARIOS PARA 4 AVENIDA SUR – 7 CALLE ORIENTE.**

##### **4.4.5.1 FORMULARIO DE ENTRADA.**

**Sentido Sur.**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{60 \text{ v/h}}{686 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 8.74$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max 15 \text{ min}}}$$

$$FHP = \frac{1025 \text{ v/h}}{4(284 \frac{v}{h})}$$

$$FHP = 0.90$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{W}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{6.88}{1.2} - 3$$

$$Gp = 9.73 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{66 \text{ veh}}{162 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 40.74$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{40 \text{ seg}}{78 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 51.28$$

$$Rc = \frac{40.74}{51.28}$$

$$Rc = 0.79$$

TIPO DE LLEGADA 2

(Ver TABLA 4)



**Sentido Oeste.**

- **Porcentaje de vehículos pesados.**

$$\% VP = \frac{\sum VP}{Q} \times 100$$

$$\% VP = \frac{18 \text{ v/h}}{339 \text{ v/h}} \times 100$$

$$\% VP = 5.0$$

- **Factor de hora punta (FHP).**

$$FHP = \frac{\sum Q}{4 q_{\max} 15 \text{ min}}$$

$$FHP = \frac{1025 \text{ v/h}}{4(284 \frac{\text{v}}{\text{h}})}$$

$$FHP = 0.90$$

- **Min. Reglaje**

$$Gp = 7 + \frac{w}{1.2} - Y$$

$$Gp = 7 + \frac{4.68}{1.2} - 3$$

$$Gp = 7.90 \text{ seg}$$

- **Tipo de llegada.**

$$Rc = \frac{PVV}{PVT}$$

$$PVV = \frac{39 \text{ veh}}{98 \text{ veh}} \times 100$$

$$PVV = 39.79$$

$$PVT = \frac{G}{C} \times 100$$

$$PVT = \frac{25 \text{ seg}}{76 \text{ seg}} \times 100$$

$$PVT = 32.89$$

$$Rc = \frac{39.79}{32.89}$$

$$Rc = 1.2$$

TIPO DE LLEGADA 4

(Ver TABLA 4)



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ENTRADA										
Intersección: <u>4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE</u>					Fecha: _____					
Analista: _____			Periodo analizado: <u>3:00 P.M. A 4:00 P.M.</u>			Proyecto N° _____				
Ciudad: <u>SAN MIGUEL</u>										
 NORTE										
<b>A. IDENTIFICAR EN EL DIAGRAMA:</b> 1. Volúmenes 2. Carriles, anchura de cada carril 3. Situación de los estacionamientos (EST) 4. Longitud carriles, almacenamiento para giros 5. Isletas (Físicas o pintadas) 6. Paradas de autobús										
CONDICIONES GEOMÉTRICAS Y DE LA CIRCULACIÓN.										
ACCESO	Inclinació n. (%)	%VP	Carril Estación Adyacente		Autobús (NB)	FHP	Peatones Conflicto (pt/h)	Pulsador paso peatonal		TIPO DE LLEGADA
			S o N	N				S o N	Min. Reglaje	
SE		----	S	----	----	0.90	52	N	7.90	----
SO	+ (2.38)	5	N	----	0	0.90	36	N	7.90	4
SN		----	N	----	----	0.90	36	N	9.73	----
SS	+ (0.20)	8.7	S	15	27	0.90	104	N	9.73	2
Inclinación: trampas - pendientes			NB: Autobuses con paradas			Min. Reglaje: Mínimo tiempo verde				
VP: Vehículos. más de 4 ruedas			FHP: Factor de hora punta			para cruce peatonal				
Nm: Maniobras estacionam./hr.			Peatones: Peatón en conflicto/h			Tipo Llegada: Tipo 1-5				
PLAN DE FASES										
D I A G R A M A										
	Reglaje	G= 40 seg. Y+R= 37 seg.	G= 26 seg. Y+R= 51 seg.	G=	G=	G=	G=	G=	G=	G=
Predeterminada o Actuada	P	P								
Giros Protegidos		Giros Permitidos			Peatones			Duración del ciclo <u>77</u> sg.		

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



#### 4.4.5.2 FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES.

**Sentido Sur.**

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{442 \text{ v/h}}{0.90}$$

$$I_p = 491 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la derecha.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{115 \text{ v/h}}{0.94}$$

$$I_p = 128 \text{ v/h.}$$

**Movimiento a la izquierda.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{129 \text{ v/h}}{0.94}$$

$$I_p = 143 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \Sigma I_p$$

$$I_g = 143 \text{ v/h} + 491 \text{ v/h} + 128 \text{ v/h}$$

$$I_g = 762 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 762 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 762 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MD.**

$$P_{MD} = \frac{I_p \text{ MD}}{I}$$

$$P_{MD} = \frac{128 \text{ v/h}}{762 \text{ v/h}}$$

$$P_{MD} = 0.17 \text{ MD}$$



- **Proporción de MI.**

$$P_{MD} = \frac{I_p \text{ MI}}{I}$$

$$P_{MD} = \frac{143 \text{ v/h}}{762 \text{ v/h}}$$

$$P_{MD} = 0.19 \text{ MI}$$

**P<sub>MD</sub>** = proporción de movimiento derecho.

**P<sub>MI</sub>** = proporción de movimiento izquierdo.

**I<sub>p MD</sub>** = intensidad punta del movimiento derecho.

**I<sub>p MI</sub>** = intensidad punta del movimiento izquierdo.

**I** = intensidad ajustada.

**Sentido Oeste.**

- **Intensidad punta.**

**Movimiento recto.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{286 \text{ v/h}}{0.9}$$

$$I_p = 318 \text{ v/h.}$$



**Movimiento a la izquierda.**

$$I_p = \frac{Q}{FHP}$$

$$I_p = \frac{53 \text{ v/h}}{0.9}$$

$$I_p = 59 \text{ v/h.}$$

- **Intensidad del grupo de carriles.**

$$I_g = \sum I_p$$

$$I_g = 59 \text{ v/h} + 318 \text{ v/h}$$

$$I_g = 377 \text{ v/h.}$$

**I<sub>g</sub>** = intensidad del grupo de carriles.

**$\sum I_p$**  = sumatoria de las intensidades punta.

- **Intensidad ajustada.**

$$I = I_g \times U$$

$$I = 377 \text{ v/h} \times 1$$

$$I = 377 \text{ v/h}$$

- **Proporción de MI.**

$$P_{MI} = \frac{I_p \text{ MI}}{I}$$

$$P_{MI} = \frac{59 \text{ v/h}}{377 \text{ v/h}}$$

$$P_{MI} = 0.15.$$

**P<sub>MI</sub>** = proporción de movimiento izquierdo.

**I<sub>p</sub> MI** = intensidad punta del movimiento izquierdo.

**I** = intensidad ajustada.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**FORMULARIO DE AJUSTE DE VOLÚMENES**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Acceso	Movimiento	Volumen De Hora punta Mvt (v/h)	Factor De Hora punta FHP	Intensidad Punta Ip (v/h) 3 + 4	Grupo De carriles	Intensidad del grupo de carriles Ig (v/h)	Numero De Carriles N	Fecha de utilización de carriles U	Intensidad Ajustada (v/h) 7 * 9	Prop. de MD o MI P <sub>MD</sub> o P <sub>MI</sub>
SE	MI	-----		-----		-----	-----			-----
	MR	-----		-----		-----	-----			-----
	MD	-----		-----		-----	-----			-----
SO	MI	53	0.90	59		-----	-----			-----
	MR	286	0.90	318		377	1	1	377	0.15 MI
	MD	-----		-----		-----	-----			-----
SN	MI	-----		-----		-----	-----			-----
	MR	-----		-----		-----	-----			-----
	MD	-----		-----		-----	-----			-----
SS	MI	129	0.90	143		-----	-----	1		-----
	MR	442	0.90	491		762	1	1	762	0.19 MI 0.17 MD
	MD	115	0.90	128		-----	-----	1		-----

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9



#### 4.4.5.3 FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN.

##### Sentido Sur.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MD}$$

$$s = (1800) (1) (1.1) (0.96) (1) (0.85) (0.92) (0.90) (1)$$

$$s = 1,338 \text{ v/hv.}$$

##### Sentido Oeste.

- **Intensidad de saturación ajustada.**

$$s = s_0 N f_A f_{VP} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MI}$$

$$s = (1800) (1) (0.93) (0.98) (0.99) (1) (1) (0.90) (1)$$

$$s = 1,462 \text{ v/hv.}$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE INTENSIDAD DE SATURACIÓN													
ACCESO	MOVIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE CARRILES	INTENSIDAD DE SATURACIÓN IDEAL	NÚMERO DE CARRILES N	FACTOR DE AJUSTE							INTENSIDAD DE SATURACIÓN AJUSTE S V/HV		
				ANCHURA DE CARRIL	VEHÍCULO PESADO	INCLINACIÓN	ESTACIÓN	BLOQUEO AUTOMÁTICO	TIPO DE ÁREA	GIRO DERECHA fmd		GIRO IZQUIERDA fmi	
SE													
SO		1800	1	0.93	0.98	0.99	1	1		0.9	-----	1	1462
SN													
SS		1800	1	1.1	0.96	1	0.85	0.92		0.90	1	1	1338

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.5.4 FORMULARIO DE ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD.

**Sentido Sur.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{762 \text{ v/h}}{1338 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.57$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{40 \text{ seg}}{77 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.52$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (1,338 \text{ v/hv}) (0.52)$$

$$c = 696 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{762 \text{ v/h}}{696 \text{ v/h}}$$

$$X = 1.1$$



### **Sentido Oeste.**

- **Relación de intensidades.**

$$I/s = \frac{I}{S}$$

$$I/s = \frac{377 \text{ v/h}}{1462 \text{ v/hv}}$$

$$I/s = 0.26$$

- **Relación tiempo verde.**

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{g}{C}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = \frac{26 \text{ seg}}{77 \text{ seg}}$$

$$\text{Relación tiempo verde} = 0.32$$

- **Capacidad del grupo de carriles.**

$$c = s \times g/C$$

$$c = (1,462 \text{ v/hv}) (0.32)$$

$$c = 468 \text{ v/h.}$$

- **Relación intensidad-capacidad.**

$$X = \frac{I}{c}$$

$$X = \frac{377 \text{ v/h}}{468 \text{ v/h}}$$

$$X = 0.81$$



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD								
GRUPO DE CARRILES		Intensidad Ajustada I (v/h)	Intensidad Saturación Ajustada s (v/hv)	Relación Intensidades I/s	Relación Tiempo Verde g/C	Capacidad Grupo Carriles c (v/h)	Relación I/c X	Grupo Carriles Críticos I
Acceso	Movimiento de los grupos de carriles							
SE								
SO		377	1462	0.26	0.32	468	0.81	
SN								
SS		762	1338	0.57	0.52	696	1.1	
Duración del ciclo C <u>77</u> sg		$\sum (I/s) = \underline{0.83}$						
Tiempo Periodo por Ciclo, L <u>6</u> sg		$X_c = \frac{\sum(I/s) \times C}{C-L} = \underline{0.90}$						

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



#### 4.4.5.5 FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO.

**Sentido Sur.**

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - (\frac{g}{c}))^2}{(1 - (\frac{g}{c})(X))}$$

$$d_1 = 0.38 (77 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.52))^2}{(1 - (0.52)(1.1))}$$

$$d_1 = 15.75 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16(\frac{X}{c})} ]$$

$$d_2 = 173(1.1)^2 [ (1.1 - 1) + \sqrt{(1.1 - 1)^2 + 16(\frac{1.1}{696})} ]$$

$$d_2 = 60.25 \text{ seg.}$$

- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) Fp = (15.75 + 60.25) (1.18) = 89.68 \text{ seg}$$

$d$  = demora del grupo de carril.

$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.



$F_p$  = factor de progresión. (ver tabla 6)

### Sentido Oeste.

- **Demora  $d_1$**

$$d_1 = 0.38 C \frac{(1 - \frac{g}{c})^2}{(1 - \frac{g}{c})(X)}$$

$$d_1 = 0.38 (77 \text{ seg}) \frac{(1 - (0.32))^2}{(1 - (0.32)(0.81))}$$

$$d_1 = 18.26 \text{ seg.}$$

- **Demora  $d_2$ .**

$$d_2 = 173X^2 [ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16 \left(\frac{X}{c}\right)} ]$$

$$d_2 = 173(1.1)^2 [ (1.1 - 1) + \sqrt{(1.1 - 1)^2 + 16 \left(\frac{1.1}{696}\right)} ]$$

$$d_2 = 60.25 \text{ seg.}$$

- **Demora grupo de carriles.**

$$d = (d_1 + d_2) F_p = (18.26 + 60.25) (0.82) = 64.37 \text{ seg}$$

$d$  = demora del grupo de carril.

$d_1$  = primer término de demora uniforme.

$d_2$  = segundo término de demora incremental.

$F_p$  = factor de progresión. (ver tabla 6)



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

FORMULARIO DE NIVEL DE SERVICIO												
GRUPO DE CARRILES		PRIMER TÉRMINO DE LA DEMORA			SEGUNDO TÉRMINO DE LA DEMORA			DEMORA TOTAL Y NS				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Acceso	Mov. de Grupos Carril	Relac. X	Relac. Verde g/C	Durac. Ciclo C (sg)	Demora d <sub>1</sub> (sg/v)	Capacidad. C (v/h)	Demora d <sub>2</sub> (sg/v)	Factor de Progresión f <sub>p</sub>	Demora Grupo Carril (sg/v)	NS Grupo Carril	Demora Acceso (sg/v)	NS Acceso.
SE												
SO		0.81	0.32	77	18.26	468	7.1	0.82	20.79	C	20.79	C
SN												
SS		1.1	0.52	77	15.75	696	60.25	1.18	89.68	F	89.68	F

DEMORA DE LA INTERSECCIÓN 66 SG/V      NS DE LA INTERSECCIÓN F

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capitulo 9



## CONCLUSIÓN:

De la evaluación correspondiente al análisis de la intersección de la Cuarta avenida sur con séptima calle oriente, se obtiene lo siguiente:

Según los valores obtenidos del formulario de Niveles de Servicio y comparándolos con los valores de la tabla 7, se procede a confirmar que la intersección en conjunto opera en el nivel de servicio F, funcionando los accesos individualmente entre el nivel de servicio C y el nivel de servicio F. El acceso en sentido Sur es el que tiene la mayor relación I/C (1.1) y tiene la mayor demora de 89.68 seg/veh. (Este valor de demora está muy por encima del límite del nivel de servicio F por lo tanto sugiere que el acceso sentido sur no está en capacidad de las demandas previstas).



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

El siguiente cuadro muestra los datos obtenidos del cálculo de las demoras y nivel de servicio de la situación actual presente en las intersecciones analizadas.

INTERSECCIÓN	ACCESO	DEMORA (SEG)	NIVEL DE SERVICIO
Cuarta Avenida Norte - Octava Calle Oriente	Al Sur	8.52	<b>B</b>
	Al Oeste	20.10	<b>C</b>
Cuarta Avenida Norte - Sexta Calle Oriente	Al Sur	18.35	<b>C</b>
	Al Este	24.18	<b>C</b>
Cuarta Avenida Norte - Cuarta Calle Oriente	Al Sur	193.4	<b>F</b>
	Al Oeste	15.34	<b>C</b>
Cuarta Avenida Norte - Segunda Calle Oriente	Al Sur	160.72	<b>F</b>
	Al Este	14.7	<b>B</b>
Cuarta Avenida Sur - Séptima Calle Oriente	Al Sur	89.68	<b>F</b>
	Al Oeste	20.79	<b>C</b>

*Cuadro 52: Resumen de Demora y Nivel de servicio actual en las intersecciones analizadas.*

Fuente: elaboración propia



## 4.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Luego de haber aplicado la metodología del Análisis de la Circulación del Manual de Capacidad de Carreteras para obtener la capacidad y el nivel de servicio de las intersecciones, fue necesario hacer un planteamiento con situaciones ideales que mejoraran las condiciones actuales en las vías de estudio.

Los datos que se presentan a continuación, fueron obtenidos de nuevos cálculos con situaciones ideales para las intersecciones resolviendo nuevamente los formularios descritos en el capítulo 4. Con la finalidad de presentar alternativas de posibles soluciones al congestionamiento vehicular generado a lo largo de la cuarta avenida. Las observaciones se han descrito para cada intersección de estudio.

Dentro de las alternativas de solución están el uso de los dos carriles en las intersecciones, eliminando el carril derecho que sirve actualmente de estacionamiento y la reasignación de fases en los ciclos de los semáforos.

Las alternativas buscan ayudar al conductor a mejorar el tiempo de viaje ya que es de vital importancia contar con vialidades suficientes y eficientemente para garantizar velocidades adecuadas y la movilidad de las personas a través principalmente del transporte público de pasajeros. Esto garantiza una mejor calidad del aire y por tanto mejor calidad de vida.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<b>INTERSECCIÓN: CUARTA AVENIDA NORTE CON OCTAVA CALLE ORIENTE</b>							
Intersección por sentido					Intersección en conjunto		OBSERVACIÓN
Sentido	Relación I/c	Condición	Demora (seg)	Nivel de servicio	Demora (seg)	Nivel de servicio	
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>							
Al Sur	0.52	Flujo estable	8.52	B	14.06	B	Condiciones actuales de la intersección. Los niveles de demora son aceptables para toda la intersección, ya que está dentro de la gama de 5.01 a 15 segundos por vehículo; dando lugar a una buena progresión.
Al Oeste	0.68	Flujo estable	20.10	C			

*Cuadro 53: Alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección Cuarta avenida norte con Octava calle Oriente.*

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<b>INTERSECCIÓN: CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE</b>							
Intersección por sentido					Intersección en conjunto		OBSERVACIONES
Sentido	Relación I/c	Condición	Demora (seg)	Nivel de servicio	Demora (seg)	Nivel de servicio	
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>							
Al Este	0.79	Flujo estable	24.18	C	21.45	C	Condiciones actuales de la intersección. Los niveles de demora son poco aceptables para toda la intersección, ya que en este nivel es posible que necesite una revisión en las condiciones actuales de la intersección.
Al Sur	0.73	Flujo estable	18.35	C			
<b>ALTERNATIVA 1: ELIMINAR ESTACIONAMIENTO PARA USO DE AMBOS CARRILES.</b>							
Al Este	0.35	Flujo estable	13.62	B	12.51	B	Se consideró usar los dos carriles, tanto en la 4ta Avenida norte, como en la 6ta Calle oriente; eliminando el carril utilizado para estacionamiento; se logró que la demora en la intersección bajara al nivel de servicio B y por lo tanto esta operará en mejores condiciones y mejor tiempo de viaje.
Al Sur	0.32	Flujo estable	11.26	B			
<b>ALTERNATIVA 2: REASIGNACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO.</b>							
Al Este	0.79	Flujo próximo a inestable	25.55	D	27.96	D	Se consideró realizar un cambio en la duración del ciclo del semáforo en el sentido Norte-Sur y en el sentido Oeste-Este; en ambos sentidos el flujo se aproximó a inestable.
Al Sur	0.81	Flujo próximo a inestable	30.70	D			

*Cuadro 54: Alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección Cuarta avenida norte con Sexta calle Oriente.*

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<b>INTERSECCIÓN: CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE</b>							
Intersección por sentido					Intersección en conjunto		OBSERVACIONES
Sentido	Relación I/c	Condición	Demora (seg)	Nivel de servicio	Demora (seg)	Nivel de servicio	
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>							
Al Oeste	0.67	Flujo estable	15.34	C	86.70	F	Condiciones actuales de la intersección. Los niveles de demora se consideran inaceptables ya que esta demora supera los 60 segundos por vehículo, provocando una sobresaturación sobre la 4ta Avenida norte.
Al sur	1.3	Flujo forzado	193.4	F			
<b>ALTERNATIVA 1: ELIMINAR ESTACIONAMIENTO PARA USO DE AMBOS CARRILES.</b>							
Al Oeste	0.67	Flujo estable	15.34	C	13.67	B	Se consideró usar los dos carriles, en la 4ta Avenida norte; eliminando el carril utilizado para estacionamiento; se logró que la demora en la intersección bajara al nivel de servicio B y por lo tanto esta operará en mejores condiciones y mejor tiempo de viaje.
Al Sur	0.56	Flujo estable	11.29	B			
<b>ALTERNATIVA 2: REASIGNACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO.</b>							
Al Oeste	0.84	Flujo próximo a inestable	26.47	D	22.07	C	Se consideró realizar un cambio en la duración del ciclo del semáforo en el sentido Norte-Sur y en el sentido Este-Oeste, con lo cual se logró reducir la demora en el sentido Norte-Sur, ya que este sentido se encontraba sobresaturado, con flujo forzado, aunque el sentido Este-Oeste cambio a Flujo próximo a inestable.
Al Sur	0.83	Flujo estable	15.52	C			

*Cuadro 55: Alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección Cuarta avenida norte con Cuarta calle Oriente.*

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<b>INTERSECCIÓN: CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE</b>							
Intersección por sentido					Intersección en conjunto		OBSERVACIONES
Sentido	Relación I/c	Condición	Demora (seg)	Nivel de servicio	Demora (seg)	Nivel de servicio	
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>							
Al Este	0.72	Flujo estable	14.7	B	99	F	Condiciones actuales de la intersección. Los niveles de demora se consideran inaceptables ya que esta demora supera los 60 segundos por vehículo, provocando una sobresaturación sobre la 4ta Avenida norte.
Al Sur	1.19	Flujo forzado	160.72	F			
<b>ALTERNATIVA 1: ELIMINAR ESTACIONAMIENTO PARA USO DE AMBOS CARRILES.</b>							
Al Este	0.72	Flujo estable	14.7	B	19.72	C	Se consideró usar los dos carriles, en la 4ta Avenida norte; eliminando el carril utilizado para estacionamiento; se logró que la demora en la intersección bajara al nivel de servicio C y por lo tanto el flujo se estabilizó; la intersección operará en mejores condiciones y mejor tiempo de viaje.
Al Sur	0.53	Flujo estable	23.19	C			
<b>ALTERNATIVA 2: REASIGNACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO.</b>							
Al Este	0.84	Flujo próximo a inestable	28.16	D	29.22	D	Se consideró realizar un cambio en la duración del ciclo del semáforo en el sentido Norte-Sur y en el sentido Oeste-este, con lo cual se logró reducir la demora en el sentido Norte-Sur, ya que este sentido se encontraba sobresaturado, con flujo forzado.
Al Sur	0.85	Flujo próximo a inestable	30	D			

Cuadro 56: Alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección Cuarta avenida norte con Segunda calle Oriente.

Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

<b>INTERSECCIÓN: CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE</b>							
Intersección por sentido					Intersección en conjunto		OBSERVACIONES
Sentido	Relación I/c	Condición	Demora (seg)	Nivel de servicio	Demora (seg)	Nivel de servicio	
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>							
Al Oeste	0.81	Flujo estable	20.79	C	66	F	Condiciones actuales de la intersección. Los niveles de demora se consideran inaceptables ya que esta demora supera los 60 segundos por vehículo, provocando una sobresaturación sobre la 4ta Avenida sur.
Al Sur	1.1	Flujo forzado	89.68	F			
<b>ALTERNATIVA 1: ELIMINAR ESTACIONAMIENTO PARA USO DE AMBOS CARRILES.</b>							
Al Oeste	0.81	Flujo estable	20.79	C	15.13	C	Se consideró usar los dos carriles, en la 4ta Avenida norte; eliminando el carril utilizado para estacionamiento; se logró que la demora en la intersección bajara al nivel de servicio C y por lo tanto esta operará en mejores condiciones y mejor tiempo de viaje, ya que el flujo se estabilizó en toda la intersección.
Al Sur	0.49	Flujo estable	12.47	B			
<b>ALTERNATIVA 2: REASIGNACIÓN DEL CICLO SEMAFÓRICO.</b>							
Al Oeste	0.89	Flujo próximo a inestable	30.29	D	24.2	C	Se consideró realizar un cambio en la duración del ciclo del semáforo en el sentido Norte-Sur y en el sentido Este-Oeste, con lo cual se logró reducir la demora en el sentido Norte-Sur, ya que este sentido se encontraba sobresaturado.
Al Sur	0.88	Flujo estable	21.19	C			

Cuadro 57: Alternativas de solución para el congestionamiento vehicular en la intersección Cuarta avenida Sur con Séptima calle Oriente.

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.5.1 NUEVAS FASES DE LOS SEMÁFOROS

De la evaluación se obtuvo que la intersección cuarta avenida norte y octava calle oriente se encuentra en condiciones eficientes para la demanda vehicular que circula en la zona de estudio, por lo tanto no es necesario modificar el ciclo semafórico actual.

Las nuevas fases semafóricas fueron calculadas a través de las ecuaciones proporcionadas por el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM). Dentro de las cuales están las siguientes:

$$C = \frac{L X_c}{(X_c - \sum(I/S))}$$

Donde:

C: Duración del ciclo semafórico (seg.)

L: Tiempo perdido por ciclo (seg.)

X<sub>c</sub>: Relación Crítica I/c del grupo de carriles de la intersección.

I/S: Sumatoria de la Relación de intensidades (del Formulario Análisis de Capacidad)

Estimación del tiempo en verde:

$$g = \left(\frac{I}{S}\right) \left(\frac{C}{X_c}\right)$$

g: Tiempo de duración en verde

I/S: Relación de intensidades (del Formulario Análisis de Capacidad)



C: Duración del ciclo semafórico (seg.)

Xc: Relación Crítica I/c del grupo de carriles de la intersección.

#### 4.5.1.1 CUARTA AVENIDA NORTE CON SEXTA CALLE ORIENTE

Proponiendo un Xc de 0.78

$$C = \frac{(6)(0.78)}{(0.78 - \sum(0.73))}$$

$$C = 94 \text{ segundos.}$$

Estimación del tiempo en verde:

*Para Cuarta Avenida Norte*

$$g = (0.34) \left( \frac{94}{0.78} \right)$$

$$g = 40 \text{ segundos}$$

*Para Sexta Calle Oriente*

$$g = (0.39) \left( \frac{94}{0.78} \right)$$

$$g = 47 \text{ segundos}$$

El tiempo actual era de 84 segundos, y la nueva duración del ciclo es 94 segundos. Por tanto se reduce la demora en la intersección y se aumenta el nivel de servicio.



#### 4.5.1.2 CUARTA AVENIDA NORTE CON CUARTA CALLE ORIENTE

Proponiendo un  $X_c$  de 0.82

$$C = \frac{(6)(0.82)}{(0.82 - \sum(0.75))}$$

$$C = 70 \text{ segundos.}$$

Estimación del tiempo en verde:

*Para Cuarta Avenida Norte*

$$g = (0.48) \left( \frac{70}{0.82} \right)$$

$$g = 41 \text{ segundos}$$

*Para Cuarta Calle Oriente*

$$g = (0.27) \left( \frac{70}{0.82} \right)$$

$$g = 23 \text{ segundos}$$

El tiempo actual era de 55 segundos, y la nueva duración del ciclo es 70 segundos. Por tanto se reduce la demora en la intersección y se aumenta el nivel de servicio.



#### 4.5.1.3 CUARTA AVENIDA NORTE CON SEGUNDA CALLE ORIENTE

Proponiendo un  $X_c$  de 0.83

$$C = \frac{(6)(0.83)}{(0.83 - \sum(0.78))}$$

$$C = 99 \text{ segundos.}$$

Estimación del tiempo en verde:

*Para Cuarta Avenida Norte*

$$g = (0.41) \left( \frac{99}{0.83} \right)$$

$$g = 49 \text{ segundos}$$

*Para Segunda Calle Oriente*

$$g = (0.37) \left( \frac{99}{0.83} \right)$$

$$g = 44 \text{ segundos}$$

El tiempo actual era de 83 segundos, y la nueva duración del ciclo es 99 segundos. Por tanto se reduce la demora en la intersección y se aumenta el nivel de servicio.



#### 4.5.1.4 CUARTA AVENIDA SUR CON SÉPTIMA CALLE ORIENTE

Proponiendo un  $X_c$  de 0.88

$$C = \frac{(6)(0.88)}{(0.88 - \sum(0.82))}$$

$$C = 88 \text{ segundos.}$$

Estimación del tiempo en verde:

*Para Cuarta Avenida Sur*

$$g = (0.57) \left( \frac{88}{0.88} \right)$$

$$g = 57 \text{ segundos}$$

*Para Séptima Calle Oriente*

$$g = (0.26) \left( \frac{88}{0.88} \right)$$

$$g = 26 \text{ segundos}$$

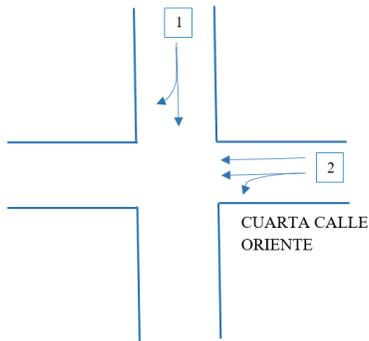
El tiempo actual era de 77 segundos, y la nueva duración del ciclo es 88 segundos. Por tanto se reduce la demora en la intersección y se aumenta el nivel de servicio.

A continuación se muestran los diagramas de fases de los nuevos ciclos semafóricos:



## EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

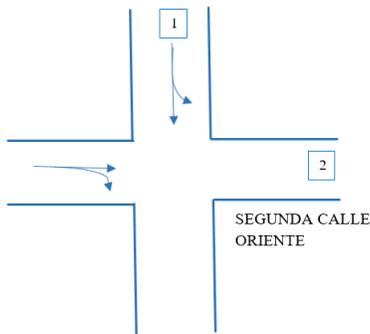
CUARTA AVENIDA NORTE



MOVIMIENTOS Y ACCESOS



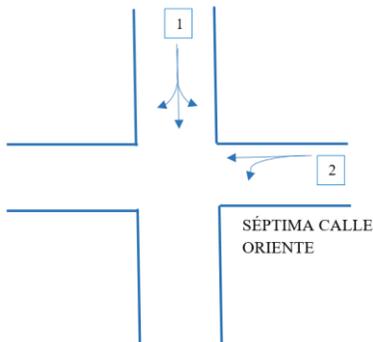
CUARTA AVENIDA NORTE



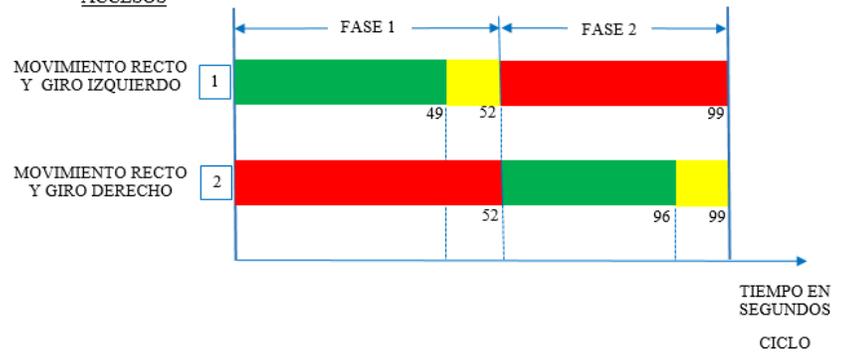
MOVIMIENTOS Y ACCESOS



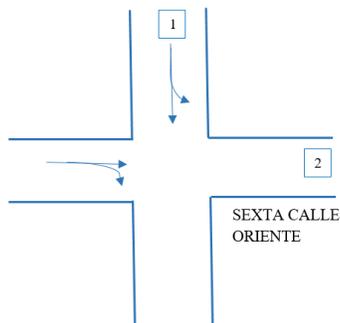
CUARTA AVENIDA SUR



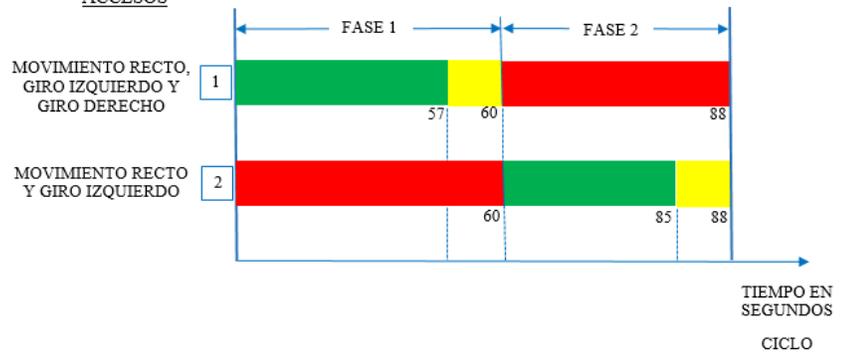
MOVIMIENTOS Y ACCESOS



CUARTA AVENIDA NORTE



MOVIMIENTOS Y ACCESOS





El siguiente cuadro muestra las nuevas fases semafóricas calculadas anteriormente. El método que se utilizó es a prueba y error. Se propuso un  $X_c$  menor que 1, ya que entre más se acerque al valor a 1 significa la intersección se encuentra saturada, y para este caso, se aumentó el ciclo de fases del semáforo actual, con lo que logro mejorar el nivel de servicio de las intersecciones.

4 AVENIDA NORTE CON 6 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	40	94
	Ámbar	3	
	Rojo	51	
6 Calle Oriente	Verde	47	94
	Ámbar	3	
	Rojo	44	
4 AVENIDA NORTE CON 4 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	41	70
	Ámbar	3	
	Rojo	26	
4 Calle Oriente	Verde	23	70
	Ámbar	3	
	Rojo	44	
4 AVENIDA NORTE CON 2 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Norte	Verde	49	99
	Ámbar	3	
	Rojo	47	
2 Calle Oriente	Verde	44	99
	Ámbar	3	
	Rojo	52	



4 AVENIDA SUR CON 7 CALLE ORIENTE			
SEMÁFORO	FASE	TIEMPO (Seg.)	CICLO (Seg.)
4 Avenida Sur	Verde	57	88
	Ámbar	3	
	Rojo	28	
7 Calle Oriente	Verde	26	88
	Ámbar	3	
	Rojo	59	

*Cuadro 58: Fases de los semáforos en las intersecciones*

*Fuente: Elaboración propia.*

## 4.5.2 INCLUSIÓN DE SEÑALIZACIÓN

### 4.5.2.1 PROPUESTAS DE RESTRICCIÓN

#### 4.5.2.1.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL: ALTO

La señal de “ALTO” se usará en los casos en que la ley o reglamento de tránsito así lo exige, para indicar al conductor que se debe detener por completo antes de entrar a una calle o carretera principal, rampa, acceso, cruce ferroviario o acera peatonal que cuenta con prioridad de paso. En las intersecciones controladas mediante un semáforo se debe colocar una señal de “ALTO” sobre las vías que se consideren de menor jerarquía, con el fin de que esta señal sea acatada cuando el semáforo esté fuera de operación por cualquier causa, actuando así como regulación de respaldo. Los vehículos regulados por una señal de “CEDA” tienen prioridad de paso sobre los regulados por una señal de “ALTO”. Además, los peatones que se encuentren en la calzada también tienen prioridad de paso sobre los vehículos detenidos por una señal de “ALTO”.



## COLOCACIÓN DE SEÑAL: ALTO

La señal de "ALTO" tendrá forma de octágono regular, con el ribete y el mensaje en letras blancas sobre fondo rojo, con un ancho mínimo de 60 cm, en cuyo caso la leyenda "ALTO" tendrá letras de 20 cm de altura de la serie estándar C. La dimensión mínima es aplicable en calles locales de bajo volumen y en caminos secundarios de baja velocidad de operación. El tamaño estándar es de 76 x 76 cm. En las vías rápidas y los sitios donde se requiera mayor énfasis o visibilidad, se recomienda un tamaño mayor.



*Figura 37: Señal de ALTO.*

***Fuente:*** *Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.*

Por lo tanto se propone que dicha señal vertical tipo "ALTO" serán colocadas al lado derecho del sentido de la vía, a una distancia no menor de 2 metros del punto de intersección de la calle, salvo a que existan obstáculos, serán colocadas donde las condiciones lo permitan.



#### 4.5.2.1.2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL PARA RESTRICCIÓN DE ESTACIONAMIENTOS PÚBLICOS.

Se usan para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinados movimientos. La prohibición se representa mediante un círculo blanco con orla roja cruzado por una diagonal también roja, descendente desde la izquierda, la cual forma un ángulo de 45° con la horizontal.

Cuando una prohibición afecta sólo a un tipo de vehículo, se debe agregar una leyenda que lo identifique claramente. Tratándose de prohibiciones a la circulación que abarquen a uno o más tipos de vehículos, o a vehículos y peatones, las correspondientes señales pueden presentarse agrupadas en una misma placa de color de fondo blanco.

Esta señal se usa para indicar la prohibición de estacionar a partir del lugar donde ella se encuentra. La prohibición puede ser limitada a determinados horarios, tipos de vehículo y tramos de vía, debiendo agregarse la leyenda respectiva. Para los efectos de precisar tramos de vía no se debe emplear flechas. (Ver figura 37).



*Figura 38: Señal Restrictiva Prohibido Estacionar.*

**Fuente:** Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.



### **COLOCACIÓN DE SEÑAL: PROHIBIDO ESTACIONAR.**

A continuación se presentan los parámetros que se deben cumplir para la colocación correcta de la señal vertical “PROHIBIDO ESTACIONAR”, basándose en la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y su respectivo artículo siguiente:

**Art. 53.-** El régimen de circulación, paradas, y estacionamientos en vías urbanas y rurales será definido y autorizado por el Viceministerio de Transporte. Debiendo adoptar en coordinación con la División de Tránsito Terrestre de la Policía Nacional Civil local, las medidas necesarias para evitar el entorpecimiento del tráfico.

Anteriormente se mostró que la entidad competente para la implementación de la señal vertical “PROHIBIDO ESTACIONAR”, es el Viceministerio de Transporte (VMT), con la coordinación de División de Tránsito Terrestre de la Policía Nacional Civil del municipio de San Miguel, departamento de San Miguel.

Se propone que la señal vertical “PROHIBIDO ESTACIONAR”, será colocada a la mitad de la distancia longitudinal del tramo de calle o avenida, serán colocadas al lado derecho del sentido de la vía; salvo a que existan obstáculos, serán colocadas donde las condiciones lo permitan.

#### **4.5.2.1.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL PARA RESTRICCIÓN DE GIROS DE IZQUIERDA Y DERECHA.**

Se dividen en señales de advertencia y/o peligro, de restricción y prohibición e indican órdenes, limitaciones o prohibiciones impuestas por leyes y ordenanzas. Su cumplimiento



es obligatorio e inexcusable. Sirven para limitar, obligar o prohibir determinadas situaciones en el tránsito y también para instruir al conductor sobre cómo proceder en uno u otro caso, en el lugar en que estén ubicadas. Las señales de reglamentación tienen un fondo de color blanco y franja roja. Cuando están atravesadas por una banda diagonal, PROHÍBEN. Cuando no, OBLIGAN o RESTRINGEN.

A continuación se muestran las señales propuestas:

**NO VIRAR A LA IZQUIERDA:** esta señal prohíbe determinadamente a los conductores girar a la izquierda.



*Figura 39: Restricción de Giros a la Izquierda.*

*Fuente: Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.*

**NO VIRAR A LA DERECHA:** esta señal prohíbe determinadamente a los conductores girar a la derecha.



*Figura 40: Restricción de Giros a la Derecha.*

*Fuente: Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.*

### **COLOCACIÓN DE SEÑAL: RESTRICCIÓN DE GIROS DE IZQUIERDA Y DERECHA**

A continuación se presentan los parámetros que se deben cumplir para la colocación correcta de las señales verticales de restricción de giros de izquierda y derecha, basándose en Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para El Control Del Tránsito (SIECA):

Colocación Estandarizada en la práctica no siempre se puede conseguir una colocación estandarizada de las señales, sin embargo, la regla general es colocar las señales al lado derecho de la vía, donde los conductores ya se han acostumbrado a buscarlas. En vías rápidas, autopistas y plazas de cobro de peajes muy ancha (6 o más carriles), o donde es deseable algún tipo de control en el uso de carriles, o donde no hay espacio lateral disponible, a menudo es necesario utilizar señales elevadas. También se pueden colocar



señales reglamentarias elevadas, usualmente colgadas a la par de un semáforo, cuando exista una regulación que deba ser visible desde todos los carriles o la señal se relacione con la operación del semáforo, para la prohibición de giros en una intersección, o para restringir el giro a la derecha durante la luz roja.

Cabe destacar que no existen estándares para la ubicación exacta de dichas señales verticales de restricciones de giros, ya que siempre in situ se busca el mayor confort de los usuarios, donde se les facilite la visualización de dicha señal.

Por lo tanto se propone que dichas señales de restricción de giros de izquierda y derecha, serán colocadas al lado derecho del sentido de la vía, a una distancia no menor de 5 metros de la señal vertical tipo “ALTO”, salvo a que no exista este tipo de señal, serán colocadas a una distancia de 2 metros de la intersección de la calle ó donde las condiciones lo permitan.

#### **4.5.2.2 PROPUESTA DE DEMARCACIÓN DE PAVIMENTO**

##### **4.5.2.2.1 LÍNEAS DE GIRO Y FLECHAS DIRECCIONALES**

Algunas veces se usan demarcaciones para controlar y guiar a los vehículos que tengan que hacer giros en intersecciones. Si las demarcaciones de giro son usadas, deben indicarse de tal manera que no confundan innecesariamente el tránsito que siga directo o que haga otros giros. Estas demarcaciones deben hacerse en blanco.

Con base en esto se debe tener en cuenta lo siguiente:



1. Se denominan "flechas" las marcas de dicha configuración, efectuadas sobre el pavimento en cada uno de los carriles y cuyo sentido de circulación indicado será obligatorio para los conductores de vehículos que transiten por ellos.
  - a) La flecha recta indicará la obligatoriedad de continuar su línea de marcha.
  - b) La flecha curva indicará la obligatoriedad de girar en el sentido expresado.
  - c) La flecha recta y curva indicará la opción del conductor para seguir su línea de marcha o bien girar en el sentido indicado.
2. Las flechas serán de color blanco.

### **COLOCACIÓN DE SEÑAL: LÍNEAS DE GIRO Y FLECHAS DIRECCIONALES**

Los parámetros que se deben cumplir para la colocación correcta de demarcación sobre el pavimento son:

**Art. 90.-** La planificación y diseño de la señalización vial, la demarcación sobre el pavimento, y todos los demás dispositivos para el control del tránsito en las vías terrestres; será competencia del Viceministerio de transporte; pudiendo coordinarse su ejecución y conservación con instituciones públicas, municipales y privadas.

Por lo tanto se propone que dicha señal horizontal tipo "Cruces", serán colocadas sobre el pavimento a una distancia no menor de 5 metros a partir del punto de intersección de la calle, salvo a que existan obstáculos, serán colocadas donde las condiciones lo permitan.

(Ver Figura 41).

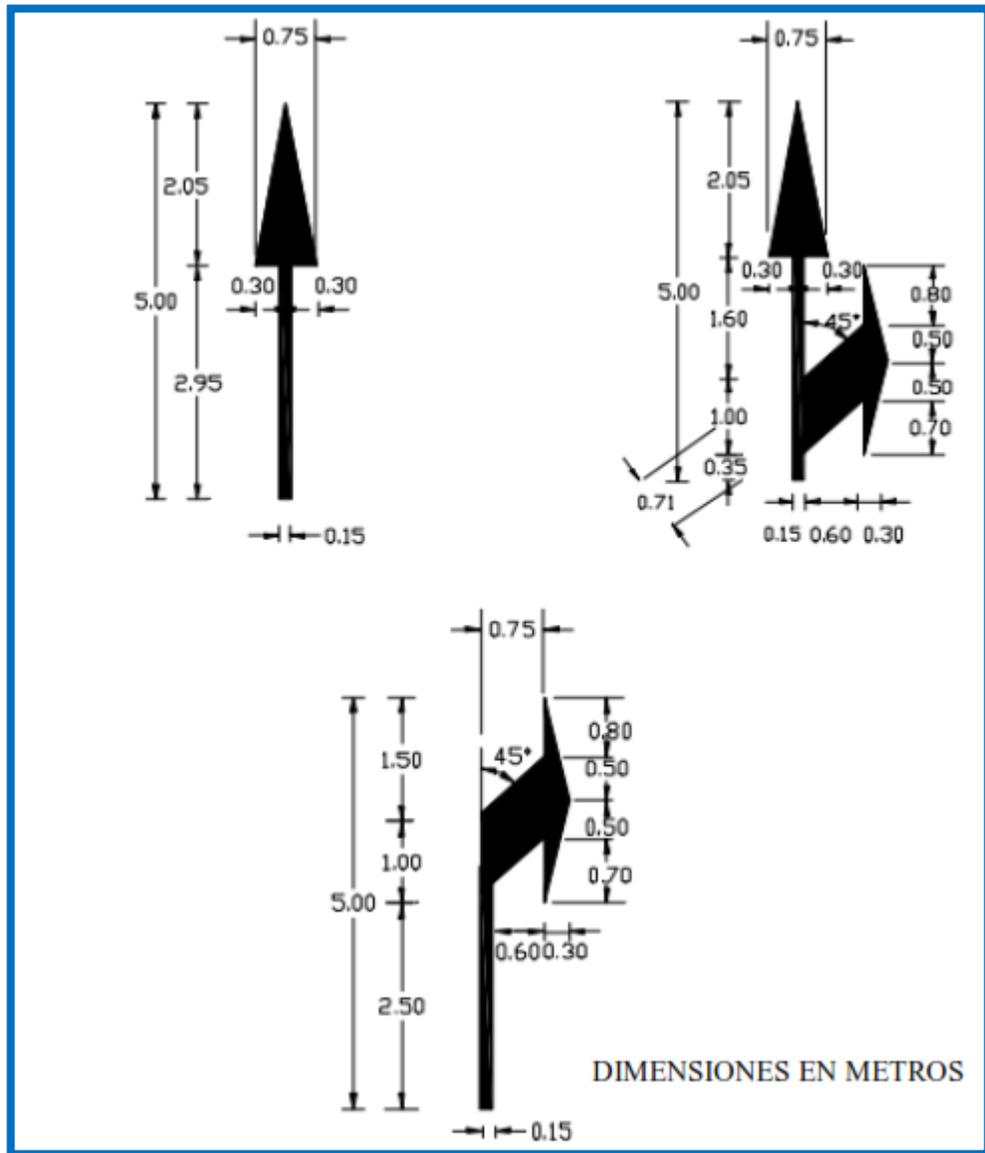


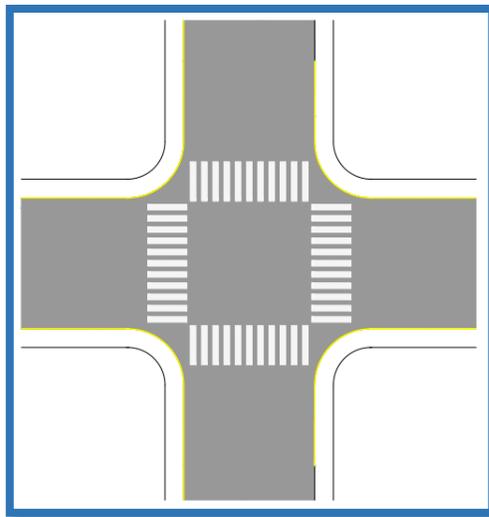
Figura 41: Líneas de Giro y Flechas Direccionales.

**Fuente:** Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.



#### 4.5.2.2.2 SEÑALIZACIÓN PEATONAL (LÍNEAS DE PASOS PEATONALES)

Se utilizan en las intersecciones donde puedan presentarse conflictos entre los movimientos de vehículos y peatones. Su definición dependerá del tipo de intersección, rural o urbana, el volumen de peatones, las características del cruce, la presencia o no de señales luminosas, etc. (Ver figura 40).



*Figura 42: Paso peatonal tipo “Cebra”.*

**Fuente:** *Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.*

#### **COLOCACIÓN DE SEÑAL: LÍNEAS DE PASOS PEATONALES**

A continuación se presentan los parámetros que se deben cumplir para la colocación correcta de las señales horizontales “Paso peatonal tipo Cebra”, basándose en Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para El Control Del Tránsito (SIECA):



El ancho de las líneas y la separación entre ellas serán como mínimo 40 cm y como máximo 60 cm.

El ancho del paso peatonal comúnmente se rige por el ancho de las aceras que conecta. En ningún caso el ancho debe ser menor de 1.8 m.

Por lo tanto se propone que dicha señal horizontal de paso peatonal tipo “Zebra” serán colocadas sobre el pavimento a partir del punto de intersección de la curva, salvo a que existan obstáculos, serán colocadas donde las condiciones lo permitan.

#### **4.5.2.3 PROPUESTA DE SEMAFORIZACIÓN**

##### **4.5.2.3.1 SEMÁFOROS DE TIEMPOS FIJOS O PREDETERMINADOS**

Un semáforo de tiempo fijo o predeterminado es un dispositivo para el control del tránsito que regula la circulación haciendo detener y proseguir el tránsito de acuerdo a una programación de tiempo determinado o a una serie de programaciones establecidas. Las características de operación de los semáforos de tiempo fijo o predeterminado, tales como, duración del ciclo, intervalo, secuencia, desfase, etc., pueden ser cambiadas de acuerdo a un programa determinado.

Los semáforos de control de tiempo fijo o predeterminado se adaptan mejor a las intersecciones en donde los patrones del tránsito son relativamente estables y constantes, o en donde las variaciones del tránsito que se registran pueden tener cabida mediante una programación pre-sincronizada sin causar demoras o congestión no razonables. El control pre-sincronizado es particularmente adaptable a intersecciones donde se desee coordinar la operación de semáforos con instalaciones existentes o planificadas en intersecciones



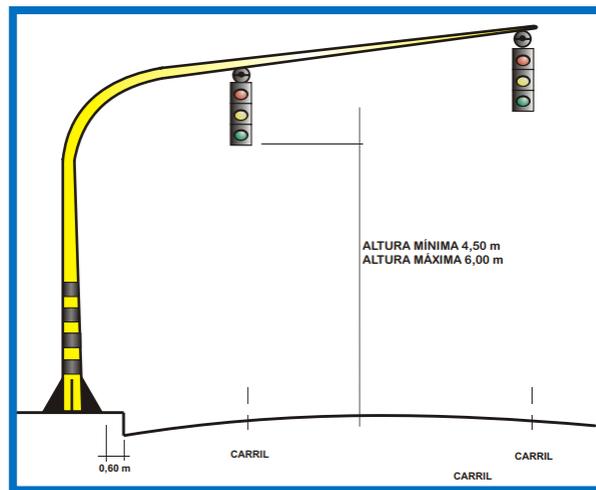
cercanas en la misma calle o calles adyacentes o en intersecciones cuya capacidad vehicular esté en el límite.

### **COLOCACIÓN DE SEÑAL: DISPOSITIVO DE CONTROL VEHICULAR (SEMÁFORO).**

A continuación se presentan los parámetros que se deben cumplir para la colocación correcta del semáforo de tiempo fijo.

El poste del cual se sujetara el semáforo no tiene un perímetro definido siempre y cuando se ajuste a las necesidades presentadas en la intersección. No debe existir ningún letrero que obstruya su visibilidad. Es importante que el poste se ubique a 60 centímetros medidos desde el bordillo o línea de acera.

Puede ubicarse a una altura mínima de 4.50 metros y a una máxima de 6 metros.



*Figura 43: Semáforo de tiempo fijo colocado en poste.*

**Fuente:** *Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.*



Es importante alinear el semáforo a la mitad del carriles o carriles que controlará. Para que cuando se realicen los movimientos sean de mayor comprensión para el automovilista. (Ver figura 42).

Deben llevarse registros de mantenimiento detallado y analizarse a intervalos regularmente.

Todo el equipo de los semáforos debe ser pintado por lo menos cada año (o con más frecuencia, si ello fuere necesario) y limpiado cada seis meses para evitar la corrosión, mantener los elementos ópticos en buenas condiciones de luminosidad y mantener la buena apariencia de los mismos. Los postes y ménsulas deberán pintarse en color amarillo o blanco, con franjas negras y repintarse cada año como mínimo, o con mayor frecuencia si es necesario. Las partes internas de las viseras que se usan alrededor de las lentes, al igual que el semáforo, deberán pintarse en negro mate para reducir la reflexión de la luz.

#### **4.5.2.4 PROPUESTA DE SEÑALES INFORMATIVAS**

##### **4.5.2.4.1 SEÑALES VERTICALES DE INFORMACIÓN DE DESTINO**

Las señales informativas de destino se usarán para indicar a los usuarios el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido. Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado.



Las señales de destino indican al conductor el nombre y distancia a las poblaciones que se encuentran a lo largo del camino. Las flechas indican la dirección para llegar a dichas poblaciones.

### **COLOCACIÓN DE SEÑAL: INFORMATIVA DE DESTINO**

Las señales informativas para vías convencionales serán de fondo blanco, con símbolo, leyenda y borde interno en negro, dejando el borde externo blanco. Las señales de información de destino serán tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocadas con su mayor dimensión horizontal. (Ver figura 43)



*Figura 44: Señal vertical informativa de destino.*

**Fuente:** *Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (SIECA), diciembre 2000.*

Estas señales se colocarán en y antes de las intersecciones y en puntos situados a lo largo de la carretera de manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar debido y confirmar la correcta selección del destino. La posición de estas señales dependerá fundamentalmente

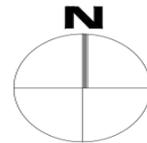


de la velocidad, alineamiento, visibilidad y las condiciones de la vía y se ubicarán de acuerdo a los resultados que suministren los estudios realizados en cada sitio.

Cabe mencionar que no existen estándares para la ubicación exacta de dichas señales verticales de “Destino”, ya que siempre in situ se busca la mayor comodidad y que los usuarios, puedan identificar su destino con anticipación.

Por lo tanto se propone que dicha señal vertical de “DESTINO” serán colocadas al lado derecho del sentido de la vía, a una distancia de separación no menor de 10 metros de la señal vertical tipo “ALTO”, salvo a que no exista este tipo de señal, serán colocadas a una distancia no menor de 2 metros ó donde las condiciones lo permitan.

En las siguientes figuras se muestran la situación ideal con la respectiva señalización descrita anteriormente, que es considerada la adecuada para preservar la vida, seguridad y una mejor comprensión de las señales para los peatones y conductores en las vías analizadas. Se ha propuesto la ubicación de estas señales en las intersecciones.

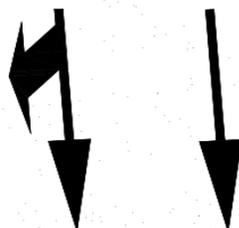


# CUARTA AVENIDA NORTE- OCTAVA CALLE ORIENTE

SIN ESCALA



4 AV. NORTE



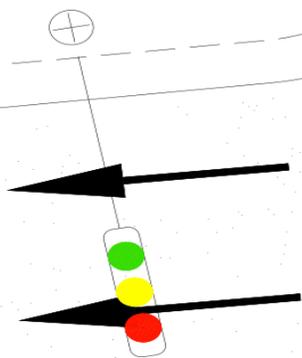
5 metros

5 metros



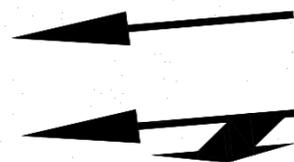
2 metros

La señal de ALTO se coloca a 2 metros de la tangente de la curva.



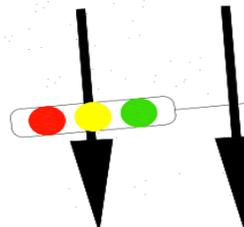
1.80 mts

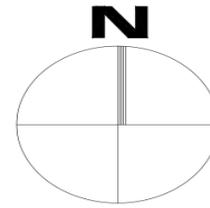
8 CALLE ORIENTE



PASO PEATONAL  
El ancho de líneas y  
separación entre ellas  
es de 0.40 metros.

1.80 mts





### CUARTA AVENIDA NORTE- SEXTA CALLE ORIENTE

SIN ESCALA

4 AV. NORTE



5 metros



5 metros



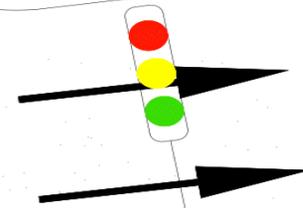
2 metros

La señal de ALTO se coloca a 2 metros de la tangente de la curva.

6 CALLE ORIENTE



1.80 mts

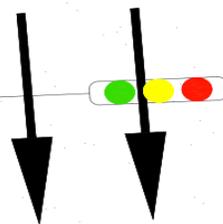


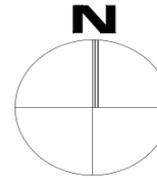
1.80 mts



PASO PEATONAL  
El ancho de líneas y separación entre ellas es de 0.40 metros.

1.80 mts





### CUARTA AVENIDA NORTE- CUARTA CALLE ORIENTE



SIN ESCALA

4 AV. NORTE

5 metros



La señal de ALTO se coloca a 2 metros de la tangente de la curva.

5 metros



2 metros

5 metros



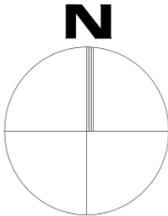
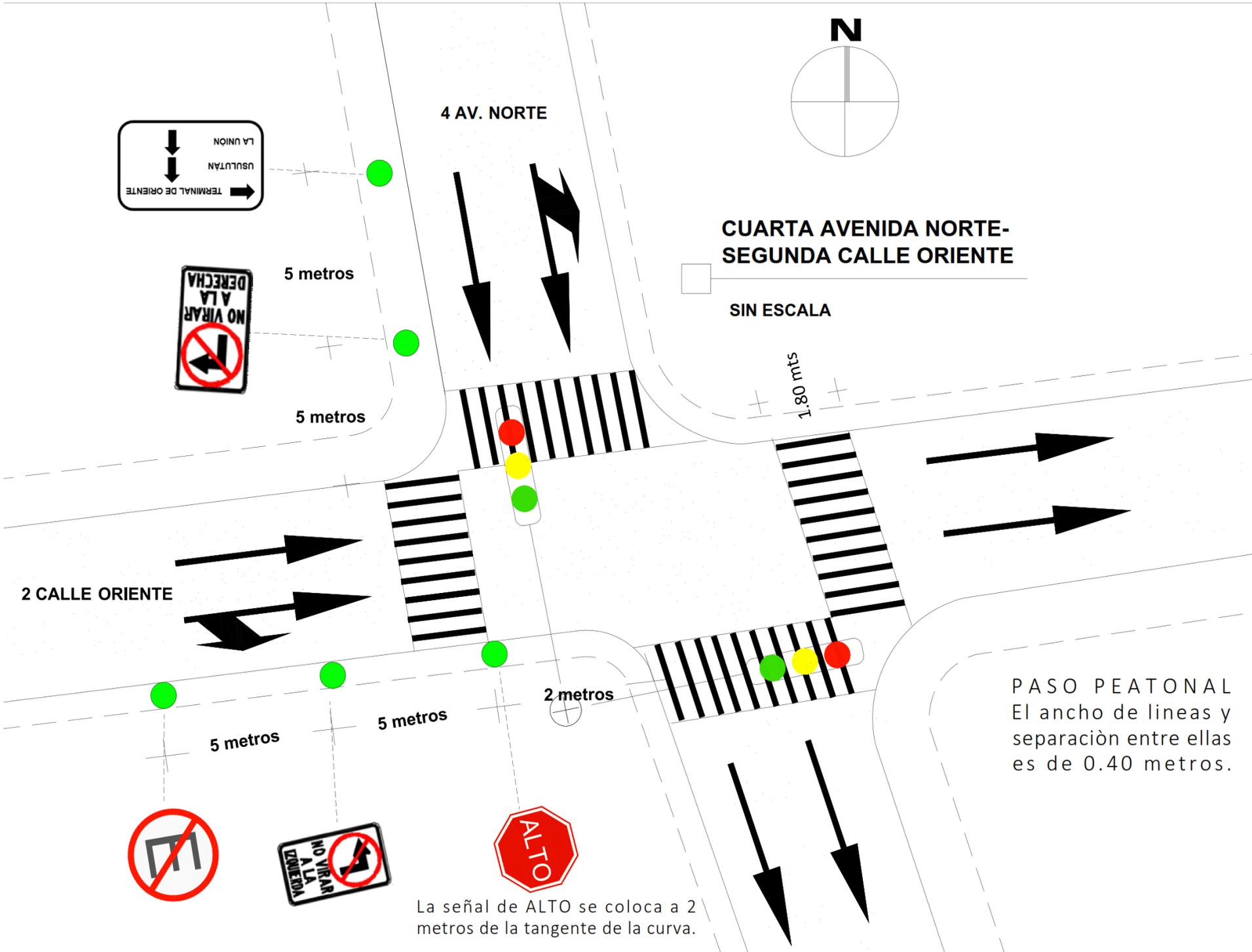
4 CALLE ORIENTE



1,80 mts

PASO PEATONAL  
El ancho de líneas y separación entre ellas es de 0.40 metros.





**CUARTA AVENIDA NORTE-  
SEGUNDA CALLE ORIENTE**

SIN ESCALA

1.80 mts

PASO PEATONAL  
El ancho de líneas y  
separación entre ellas  
es de 0.40 metros.



5 metros

5 metros

2 CALLE ORIENTE

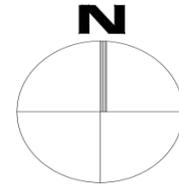
5 metros

5 metros

2 metros



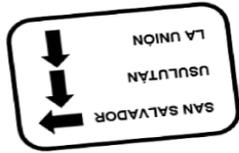
La señal de ALTO se coloca a 2 metros de la tangente de la curva.



### CUARTA AVENIDA SUR- SÉPTIMA CALLE ORIENTE

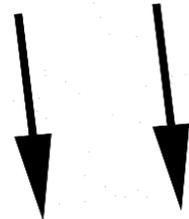


SIN ESCALA



5 metros

4 AV.SUR



5 metros

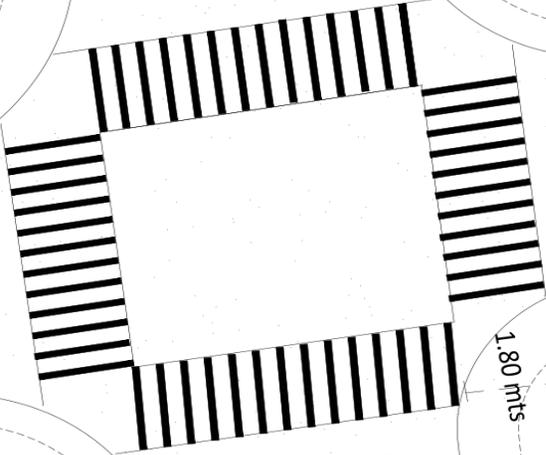


La señal de ALTO se coloca a 2 metros de la tangente de la curva.

2 metros

5 metros

7 CALLE ORIENTE



1.80 mts

PASO PEATONAL  
El ancho de líneas y separación entre ellas es de 0.40 metros.





#### 4.6 COMPARACIÓN DE SITUACIONES ACTUALES E IDEALES SEGÚN HCM

INTERSECCIÓN	ACCESO	SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN IDEAL		
		ANCHO DE CARRIL (m)	TIPO DE LLEGADA	NIVEL DE SERVICIO	ANCHO DE CARRIL (m)	TIPO DE LLEGADA	NIVEL DE SERVICIO
4 av. Norte con 8 calle Oriente	4 av. Norte	3.00	3	B	3.60	5	A
	8 calle Oriente	3.075	2	C			
4 av. Norte con 6 calle Oriente	4 av. Norte	2.60	2	C			
	6 calle Oriente	2.60	2	C			
4 av. Norte con 4 calle Oriente	4 av. Norte	3.12	3	F			
	4 calle Oriente	3.85	2	C			
4 av. Norte con 2 calle Oriente	4 av. Norte	2.88	2	F			
	2 calle Oriente	3.50	3	B			
4 av. Sur con 7 calle Oriente	4 av. Sur	4.60	2	F			
	7 calle Oriente	3.10	4	C			

*Cuadro 59: Comparación de la Situación Actual de las intersecciones con la Situación Ideal según el HCM.*

Fuente: Elaboración propia.



### CONCLUSIÓN DEL CUADRO ANTERIOR:

Según el Manual de Capacidad de Carreteras el ancho estándar de carril es de 3.60 metros, esto depende si no existen restricciones que permitan llegar a esta medida. El tipo de llegada ideal es Tipo 5, ya que esta condición se define como la llegada de una columna densa al comienzo de la fase verde; esta condición de columna es la más favorable. El nivel de servicio A describe las operaciones cuando existe muy poca demora, es decir inferior a 5 segundos por vehículo. Esto ocurre cuando el avance es extremadamente favorable y la mayoría de los vehículos llegan durante la fase de verde.



# **CAPÍTULO 5:**

## **CONCLUSIONES Y**

## **RECOMENDACIONES**



## 5.1 CONCLUSIONES

El desarrollo de la evaluación presentada, permite demostrar la utilización de la metodología fundamentada en el Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000.

El estudio de esta tesis se basa en la evaluación de la Capacidad vial y el Nivel de Servicio de intersecciones semaforizadas en el área urbana de la ciudad de San Miguel, específicamente en 5 que se mencionan a continuación:

- Cuarta avenida norte intersección con Octava calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Sexta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Cuarta calle oriente.
- Cuarta avenida norte intersección con Segunda calle oriente.
- Cuarta avenida sur intersección con Séptima calle oriente.

La metodología que se utilizó durante el proceso de la evaluación, es una herramienta importante que ayuda a entender el comportamiento de las intersecciones semaforizadas a nivel.

El conocimiento de éste análisis tiene gran importancia debido a que es aplicable a cualquier intersección de este tipo y cuyos parámetros son indicativos del funcionamiento de una intersección semaforizada, pues son datos tomados de campo con situaciones reales y distintos para cada una.



Todas las variables que intervienen en la obtención de la capacidad y el nivel de servicio a partir de la metodología del HCM 2000 se encuentran clara y objetivamente definidas por mediciones de campo o por datos asignados por el Manual de Capacidad de Carreteras. Cabe mencionar que se utilizó el valor de flujo de saturación como lo indica la metodología del HCM (1800 veh/hora verde/carril).

El estudio de la capacidad, grado de saturación, y el tiempo de demora, son valores necesarios para identificar el nivel de servicio de tal forma que los resultados indiquen las condiciones reales actuantes de operación en las intersecciones semaforizadas.

De la evaluación del congestionamiento vehicular aplicando la metodología del análisis de la capacidad del HCM, se concluye lo siguiente:

1. La intersección de la Cuarta Avenida Norte con Octava Calle Oriente, presenta actualmente un nivel de servicio B; se aprecia que con estos niveles de servicio no se genera congestión vehicular, por lo cual la intersección opera con una demora media, presentando una buena progresión.
2. La intersección Cuarta Avenida Norte con Sexta Calle Oriente posee un nivel de servicio C; presentando saturación (intensidad de vehículos es casi igual a la capacidad de la intersección); en este nivel las demoras se encuentran en rangos aceptables.
3. Se ha demostrado que las intersecciones estudiadas (Cuarta Avenida Norte con Cuarta Calle Oriente; Cuarta Avenida Norte con Segunda Calle Oriente; Cuarta Avenida Sur con Séptima Calle Oriente); operan en condiciones de saturación,



especialmente en las horas punta, cuya demora supera los 60 segundos por vehículo, presentando un nivel de servicio F. Esta condición se presenta cuando la intensidad de vehículos es mucho mayor que la capacidad de la intersección. Este nivel se considera inaceptable.

El análisis varía según las características geométricas y el volumen vehicular que circula por cada una de las intersecciones, estos datos son necesarios para realizar la evaluación y dar un resultado lo más cercano a la realidad posible. El resultado del análisis de una intersección bajo esta metodología generó indicadores como la relación volumen sobre la capacidad de la avenida y las calles de estudio, lo que permite conocer la demanda a la que los grupos de carriles funcionan actualmente.



## 5.2 RECOMENDACIONES

1. La evaluación del congestionamiento vehicular en la cuarta avenida de la Ciudad de San Miguel, se hizo basándose en la metodología descrita en el Manual de Capacidad de Carreteras para el área del Análisis de la Circulación, ya que este provee un análisis total de la capacidad y nivel de servicio. Y es el método más completo, puesto que puede ser usado para evaluar alternativas de demandas de tráfico, diseño geométrico, planes de semaforización, que ayuden a corregir el comportamiento de las intersecciones semaforizadas.
2. Se recomienda que las entidades encargadas de la administración del transporte urbano consideren los resultados de esta evaluación de la operación del sistema de tránsito con el cual se obtuvo la capacidad vial urbana actual y los niveles de servicio en cada una de las intersecciones, y analicen las propuestas que se proporcionaron para el mejoramiento del congestionamiento vehicular en intersecciones semaforizadas sobre la cuarta avenida.
3. Se recomienda efectuar otros estudios de investigación destinados a ajustar, mejorar y/o encontrar otros factores que se ajusten al tipo de área en específico, a los tiempos de servicio de carga y descarga de pasajeros en paradas de buses y los flujos peatonales por sentidos, de manera que sean concordantes con la realidad de las intersecciones, características de tránsito e infraestructura vial, para lograr mayores precisiones en los resultados del análisis.



4. Durante la evaluación se ha demostrado que con estos niveles de servicio obtenidos en las intersecciones (Cuarta Avenida Norte con Sexta Calle Oriente; Cuarta Avenida Norte con Cuarta Calle Oriente; Cuarta Avenida Norte con Segunda Calle Oriente; Cuarta Avenida Sur con Séptima Calle Oriente) se genera congestión vehicular, por tanto es recomendable reprogramar el ciclo del semáforo, pues se reduce la demora total en la intersección.
5. De acuerdo a los resultados obtenidos, la solución más óptima para el tramo de la vía es la colocación de señalización que indique la prohibición de estacionamiento en el carril derecho de la vía y así utilizar los dos carriles para la movilidad de los vehículos mejorando con esto los niveles de servicio.
6. También es importante mejorar la demarcación y la señalización así como las medidas de control y de regulación.
7. Se recomienda incluir en las intersecciones, señalización peatonal para preservar la seguridad de los peatones.



### 5.3 BIBLIOGRAFÍA

- I. Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2000, Special Report N°209 del Transportation Research Board, National Academy of Sciences, de los Estados Unidos de Norteamérica.) – Asociación Técnica de Carreteras, Comité español de la A.I.P.C.R.
- II. Rafael Cal y Mayor Reyes Spindola y James Cárdenas Grisales, (2007), Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones, Ediciones Alfa omega, S. A. de C. V. México D. F.
- III. Ramírez Vélez, Gonzalo A., (2004) “Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas”. Trabajo de graduación para optar al grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería de Transporte. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- IV. Baeza Martínez, Angélica, (2012) “Metodología para el análisis de capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de acuerdo al manual de capacidad HCM 2000: Caso cerro del agua/ingeniería”. Trabajo de graduación para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.
- V. Alfaro Romero, Amílcar Enoc, (2011) “Propuesta para la solución del congestionamiento vehicular en la intersección de la avenida Roosevelt y la carretera ruta militar, San Miguel”. Trabajo de Graduación para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad de El Salvador, San Miguel.



- VI. Campos Martínez, Walter Alexis, (2015) “Evaluación del tráfico vehicular con enfoque de gestión de Riesgo en la carretera panamericana CA-1 en el tramo Comprendido entre la intersección de la avenida José Simeón Cañas Sur, hasta la intersección con la 30 avenida sur, en la Ciudad de San Miguel”. Trabajo de Graduación para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad de El Salvador, San Miguel.
- VII. Cárcamo Perla, Walter Antonio, (2017) “Propuesta de ordenamiento vial y elaboración de mapa turístico de la zona urbana del Municipio de Osicala, Departamento de Morazán”. Trabajo de Graduación para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad de El Salvador, San Miguel.
- VIII. Consorcio PADCO-ESCO, (1997) Plan de Transporte Urbano, Plan Maestro de desarrollo Urbano de la ciudad de San Miguel (PLAMADUR), San Miguel.
- IX. Vice-Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, (2018), Plan de Desarrollo Territorial de la Subregión de San Miguel, San Miguel.



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

# ANEXOS



# TABLAS



Tabla 4: Variación aproximados de  $R_c$ .

TIPO DE LLEGADA	VARIACIÓN DE LA RELACIÓN DE COLUMNA $R_c$
1	0,00 a 0,50
2	0,51 a 0,85
3	0,86 a 1,15
4	1,16 a 1,50
5	$\geq 1,51$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 322).

Tabla 5: Factores de utilización de carril.

FACTORES DE UTILIZACIÓN DE CARRIL	
Nº DE CARRILES CON MOVIMIENTO EN RECTO EN EL GRUPO (EXCLUYENDO LOS CARRILES UTILIZADOS POR LOS VEHÍCULOS QUE GIRAN A LA IZQUIERDA)	FACTOR DE UTILIZACIÓN DE CARRIL (U)
1	1.00
2	1.05
3	1.10

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 325).



Tabla 6: Factor de Ajuste Progresión.

TABLA FACTOR DE AJUSTE PROGRESIÓN, FP							
TIPO DE SEMÁFORO	TIPOS DE GRUPOS DE CARRILES	RELACIÓN $I/c$ $X$	TIPO DE LLEGADA <sup>a</sup>				
			1	2	3	4	5
Predeterminado	MR., MD	$\leq 0,6$	1,85	1,35	1,00	0,72	0,53
		0,8	1,50	1,22	1,00	0,82	0,67
		1,0	1,40	1,18	1,00	0,90	0,82
Accionado	MR, MD	$\leq 0,6$	1,54	1,08	0,85	0,62	0,40
		0,8	1,25	0,98	0,85	0,71	0,50
		1,0	1,16	0,94	0,85	0,78	0,61
Semiaccionado	Calle principal	$\leq 0,6$	1,85	1,35	1,00	0,72	0,42
	MR, MD <sup>b</sup>	0,8	1,50	1,22	1,00	0,82	0,53
		1,0	1,40	1,18	1,00	0,90	0,65
Semiaccionado	Calle secundaria	$\leq 0,6$	1,48	1,18	1,00	0,86	0,70
	MR, MD <sup>b</sup>	0,8	1,20	1,07	1,00	0,98	0,89
		1,0	1,12	1,04	1,00	1,00	1,00
	Todos MI <sup>c</sup>	Todos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 337).



Tabla 7: Criterios de Niveles de Servicios para intersecciones reguladas por semáforos.

NIVELES DE SERVICIO	DEMORA POR PARADA POR VEHÍCULO (SG)
A	$\leq 5,0$
B	5,1 a 15,0
C	15,1 a 25,0
D	25,1 a 40,0
E	40,1 a 60,0
F	$> 60$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 316).

Tabla 8: Factor de ajuste por anchura de carril.

FACTOR DE AJUSTE POR ANCHURA DE CARRIL	
ANCHURA DE CARRIL (m)	FACTOR DE AJUSTE (fa)
2.40	0.87
2.70	0.90
3.00	0.93
3.30	0.97
3.60	1.00
3.90	1.03
4.20	1.07
4.50	1.100
4.80	Pase a 2 carriles

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 327).



Tabla 9: Factor de ajuste por vehículo pesado.

FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADO	
PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS (% VP)	FACTOR DE AJUSTE (fvp)
0	1.00
2	0.99
4	0.98
6	0.97
8	0.96
10	0.95
15	0.93
20	0.91
25	0.89
30	0.87

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 327).

Tabla 10: Factor de ajuste por inclinación de rasante.

FACTOR DE AJUSTE POR INCLINACIÓN DE LA RASANTE		
RASANTE	INCLINACIÓN (%)	FACTOR DE AJUSTE (fi)
BAJADA	-6	1.03
	-4	1.02
	-2	1.01
A NIVEL	0	1.00
SUBIDA	+2	0.99
	+4	0.98
	+6	0.97

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 327).



Tabla 11: Factor de ajuste por estacionamiento.

FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTO ( $f_e$ )						
N° DE CARRILES EN EL GRUPO	SIN ESTACIONAMIENTO	N° DE MANIOBRAS DE ESTACIONAMIENTO POR HORA ( $N_m$ )				
		0	10	20	30	40
1	1.00	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70
2	1.00	0.95	0.92	0.89	0.87	0.85
3	1.00	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 327).

Tabla 12: Factor de ajuste por bloqueos en paradas de autobuses.

FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEO EN PARADAS DE AUTOBUSES ( $f_{bb}$ )					
N° DE CARRILES EN EL GRUPO	N° DE AUTOBUSES QUE PARAN POR HORA (NB)				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 327).



*Tabla 13: Factor de ajuste por tipo de área.*

FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE ÁREA	
TIPO DE ZONA	FACTOR ( fa)
CENTRO URBANO	0.90
OTRAS ZONAS	1.00

*Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 327).*



Tabla 14: Factor de ajuste por giro a la derecha.

FACTOR DE AJUSTE POR GIROS A LA DERECHA								
CASO	TIPO DE GRUPO DE CARRILES	FACTOR DE GIRO A LA DERECHA ( $F_{MD}$ )						
1	Carril MD exclusivo: Fase para MD protegido.	0.85						
2	Carril MD exclusivo: Fase para MD permitida.	$F_{MD} = 0.85 - (pt. / 2.100): pt. \leq 1.700$						
		$F_{MD} = 0.05: pt. > 1.700$						
		N° de peatones conflictivos (pt)	0	50 (Bajo)	100	200 (Mod)	300	400 (Alto)
	Factor	0.85	0.83	0.80	0.75	0.71	0.66	0.61



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

		N° de peatones conflictos (pt.)	600	800	1.000	1.200	1.400	1.60 0	$\geq$ 1.700
		Factor	0.56	0.47	0.37	0.28	0.18	0.05	0.05
3	Carril MD exclusivo: Fases para movimiento protegido y permitido.	$F_{MD} = 0.85 - (1 - PMD) (pt. /2.100)$							
		$F_{MD} = 0.05$ (mínimo)							
		N° de peatones conflictivos (pt)	Proporción de MD que utilizará la fase protegida						
			0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	
		0	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
		50 (bajo)	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.85
		100	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.85
		200 (mod)	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.85
		300	0.71	0.74	0.76	0.79	0.82	0.85	0.85
		400 (alto)	0.66	0.70	0.74	0.77	0.81	0.85	0.85
600	0.56	0.62	0.68	0.74	0.79	0.85	0.85		



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

		800	0.47	0.55	0.62	0.70	0.77	0.85
		1.000	0.37	0.47	0.56	0.66	0.75	0.85
		1.400	0.18	0.32	0.45	0.58	0.72	0.85
		≥ 1.700	0.05	0.20	0.36	0.53	0.69	0.85
4	Dos carriles uso exclusivo MD: fase Protegida.	$F_{MD} = 1.0 - 0.15 \text{ PMD}$						
		Prop. De MD en el carril PMD	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
		Factor	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
5	Carril para MD compartido: Fase Permitida.	$F_{MD} = 1.0 - \text{PMD} [0.15 + (\text{pt.} / 2.100)]$						
		$F_{MD} = 0.05$ (mínimo)						
		N° de peatones conflictivos (pt)	Prop. De MD en el grupo de carriles, PMD					
			0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
		0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
50	1.00	0.97	0.93	0.90	0.86	0.83		



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

		100	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80	
		200	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	
		400	1.00	0.93	0.86	0.80	0.73	0.66	
		600	1.00	0.91	0.83	0.74	0.65	0.56	
		800	1.00	0.89	0.79	0.68	0.58	0.47	
		1.000	1.00	0.87	0.75	0.62	0.50	0.37	
		1.400	1.00	0.84	0.67	0.51	0.35	0.18	
		1.700	1.00	0.81	0.62	0.42	0.23	0.05	
		$F_{MD} = 1.0 - PMD [0.15 + (pt. / 2.100) (1 - PMD) ]$							
		$F_{MD} = 0.05$ (mínimo)							
6	Carril para MD compartido: Fases protegida y permitida.	Prop. De MD que utilizan fase protegida PMD	N° de peat. Conf. (pt)	Prop. De MD en el gripo de carriles					
				0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

		0.00	Todos	Igual que en el caso 5					
	0.20		0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
			50	1.00	0.97	0.93	0.90	0.86	0.83
			200	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.77
			400	1.00	0.94	0.88	0.82	0.76	0.70
			600	1.00	0.92	0.85	0.77	0.70	0.62
			1.000	1.00	0.89	0.79	0.68	0.58	0.47
			1.400	1.00	0.86	0.73	0.59	0.45	0.32
			≥ 1.700	1.00	0.81	0.62	0.42	0.23	0.20
	0.40		0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
			50	1.00	0.97	0.94	0.91	0.87	0.84
			200	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83	0.79
			400	1.00	0.95	0.89	0.84	0.79	0.74
			600	1.00	0.94	0.87	0.81	0.74	0.68



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

			1.000	1.00	0.91	0.83	0.74	0.65	0.56	
			1.400	1.00	0.89	0.78	0.67	0.56	0.45	
			≥ 1.700	1.00	0.87	0.75	0.62	0.49	0.36	
		0.60		0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
				50	1.00	0.97	0.94	0.90	0.87	0.84
				200	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.81
				400	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.77
				600	1.00	0.94	0.89	0.84	0.79	0.74
				1.000	1.00	0.93	0.86	0.80	0.73	0.66
				1.400	1.00	0.92	0.83	0.75	0.67	0.58
				≥ 1.700	1.00	0.91	0.81	0.72	0.62	0.53
		0.80		0	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
				50	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85
				200	1.00	0.97	0.93	0.90	0.86	0.83



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

			400	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.81
			600	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83	0.79
			1.000	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
			1.400	1.00	0.94	0.89	0.83	0.77	0.72
			≥ 1.700	1.00	0.94	0.88	0.81	0.75	0.69
		1.00	Todos	Igual que en el caso 4					
7	Acceso Unicarril	$F_{MD} = 0.90 - PMD [0.135 + (pt. / 2.100) ]$							
		$F_{MD} = 0.05$ (mínimo)							
		N° de peatones conflictivos (pt)	Prop. De MD en el carril único (PMD)						
			0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	
		0	1.00	0.87	0.85	0.82	0.70	0.77	
		50 (bajo)	1.00	0.87	0.84	0.81	0.77	0.74	
		100	1.00	0.86	0.83	0.79	0.76	0.72	
200 (mod)	1.00	0.86	0.81	0.77	0.72	0.68			



EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

		300	1.00	0.85	0.79	0.74	0.69	0.64
		400 (alto)	1.00	0.84	0.78	0.72	0.65	0.59
		600	1.00	0.82	0.74	0.66	0.59	0.51
		800	1.00	0.80	0.71	0.61	0.52	0.42
		1.000	1.00	0.79	0.67	0.56	0.45	0.34
		1.200	1.00	0.77	0.64	0.51	0.38	0.25
		1.400	1.00	0.75	0.61	0.46	0.31	0.16
		≥ 1.700	1.00	0.73	0.55	0.38	0.21	0.05
8	Dos Carriles uso exclusivo MD: Fase Protegida.	0.75						

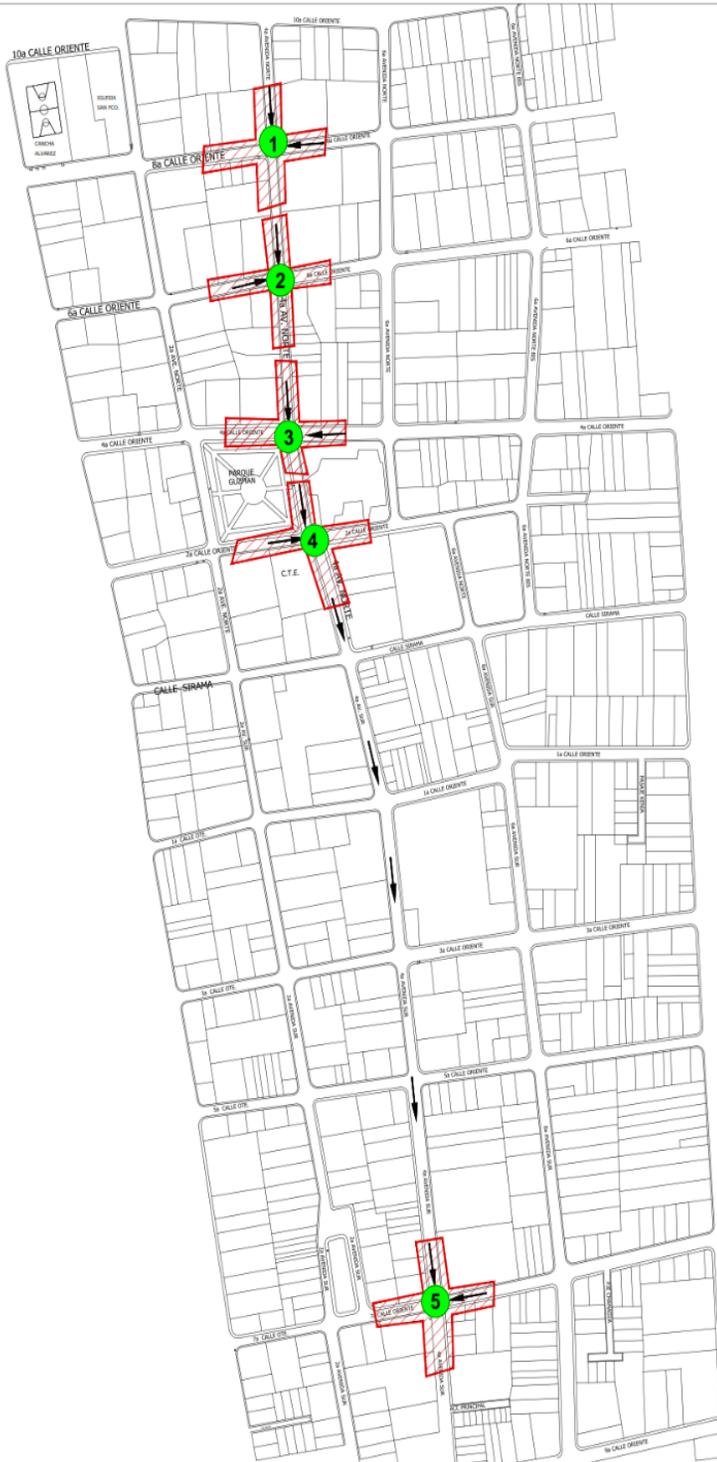
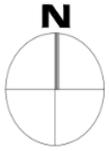
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 328).



Tabla 15: Factor de ajuste por giro a la izquierda.

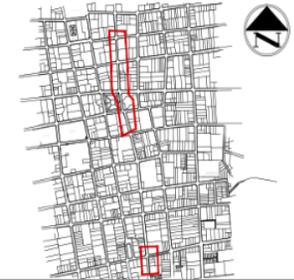
FACTOR DE AJUSTE POR GIROS A LA IZQUIERDA								
CASO	TIPO DE GRUPO DE CARRILES	FACTOR DE GIRO A LA DERECHA ( $F_{MD}$ )						
1	Carril MI exclusivo: Fase protegida.	0.95						
2	Carril MI exclusivo: Fase protegida y permitida.	0.95						
3	Carril compartido MI: Fase protegida.	$F_{MI} = 1.0 / (1.0 + 0.05 PMI)$						
		Prop. De MI en carril PMI	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
		Factor	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM) – Capítulo 9 (pág. 330).



## CUADRO DE INTERSECCIONES

NUMERO	NOMBRE DE INTERSECCION
1	CUARTA AVENIDA NORTE-OCTAVA CALLE ORIENTE
2	CUARTA AVENIDA NORTE-SEXTA CALLE ORIENTE
3	CUARTA AVENIDA NORTE-CUARTA CALLE ORIENTE
4	CUARTA AVENIDA NORTE-SEGUNDA CALLE ORIENTE
5	CUARTA AVENIDA SUR-SEPTIMA CALLE ORIENTE



ESQUEMA DE UBICACIÓN SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:

INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

PRESENTAN:

- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
- DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
- PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
- REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:

PLANTA DE UBICACIÓN DE INTERSECCIONES ESTUDIADAS

AREA :

-

FECHA:

OCTUBRE DE 2018

ESCALA:

SEÑALADA

LEVANTO:

DIBUJO :

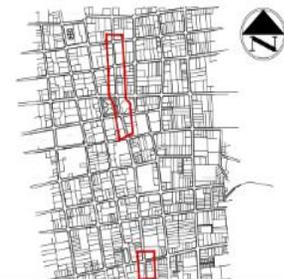
REVISO:

HOJA:

1/10



PLANTA DE USO DE SUELO  
SIN ESCALA



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO  
VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN  
MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:  
INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE.,  
ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a  
AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE.,  
SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

PRESENTAN:  
● ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE  
● DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY  
● PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA  
● REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:  
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA  
ORIENTAL

CONTENIDO:  
DISTRIBUCIÓN DE USOS DE SUELOS

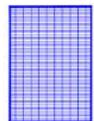
AREA :  
-

FECHA :  
OCTUBRE DE 2018

ESCALA :  
SEÑALADA

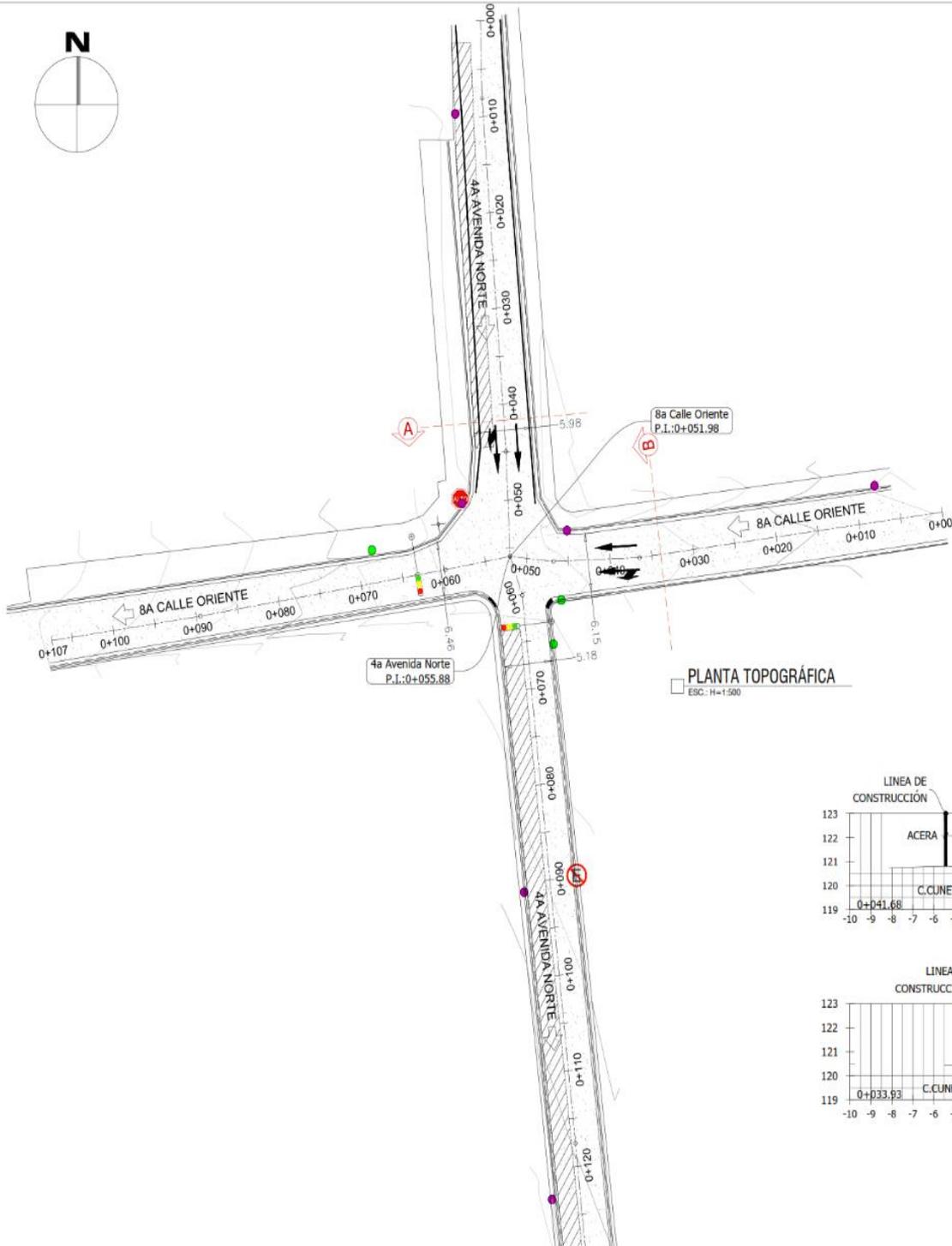
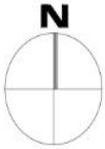
LEVANTO:  
DIBUJO :  
REVISO:

HOJA:  
2/10

	USO DE SUELO COMERCIAL
	USO DE SUELO INSTITUCIONAL
	USO DE SUELO RECREATIVO
	USO DE SUELO SOCIAL

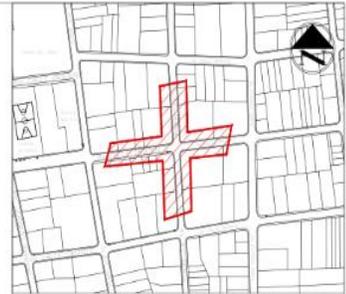
### CUADRO DE INTERSECCIONES

NUMERO	NOMBRE DE INTERSECCION
1	CUARTA AVENIDA NORTE-OCTAVA CALLE ORIENTE
2	CUARTA AVENIDA NORTE-SEXTA CALLE ORIENTE
3	CUARTA AVENIDA NORTE-CUARTA CALLE ORIENTE
4	CUARTA AVENIDA NORTE-SEGUNDA CALLE ORIENTE
5	CUARTA AVENIDA SUR-SEPTIMA CALLE ORIENTE



### CUADRO DE SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CAJA AGUA POTABLE	
CAJA ENERGÍA ELÉCTRICA	
TRAGANTE	
POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	
POSTE CON LUMINARIA	
POSTE CAMARA VIGILANCIA	
SEMÁFORO	
SEMÁFORO DOBLE	
SEÑAL DE NOMENCLATURA VIAL	
SEÑAL DE NO ESTACIONARSE	
SEÑAL DE ALTO	
PARADA DE BUSES	
NO BLOQUEAR INTERSECCION	
NOMENCLATURA VIAL HORIZONTAL	
ZONAS USADAS COMO PARQUEO	



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:  
INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

- PRESENTAN:
- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
  - DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
  - PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
  - REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:  
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:  
PLANTA TOPOGRÁFICA Y DETALLES DE SECCIÓN EXISTENTE

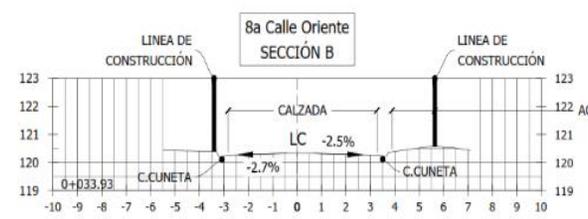
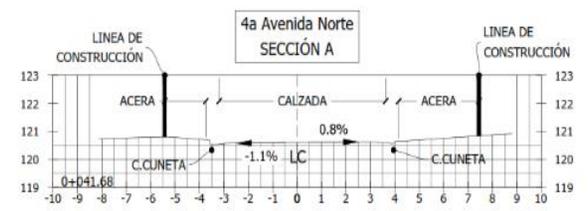
AREA :  
-

FECHA :  
OCTUBRE DE 2018

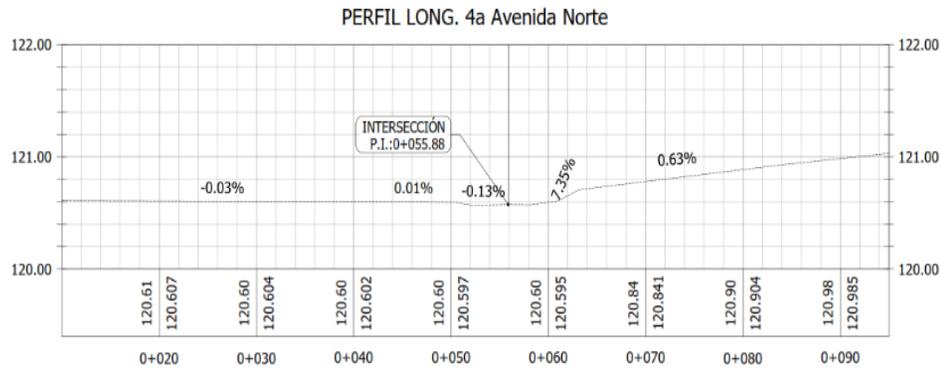
ESCALA :  
SEÑALADA

LEVANTO :  
DIBUJO :  
REVISO :

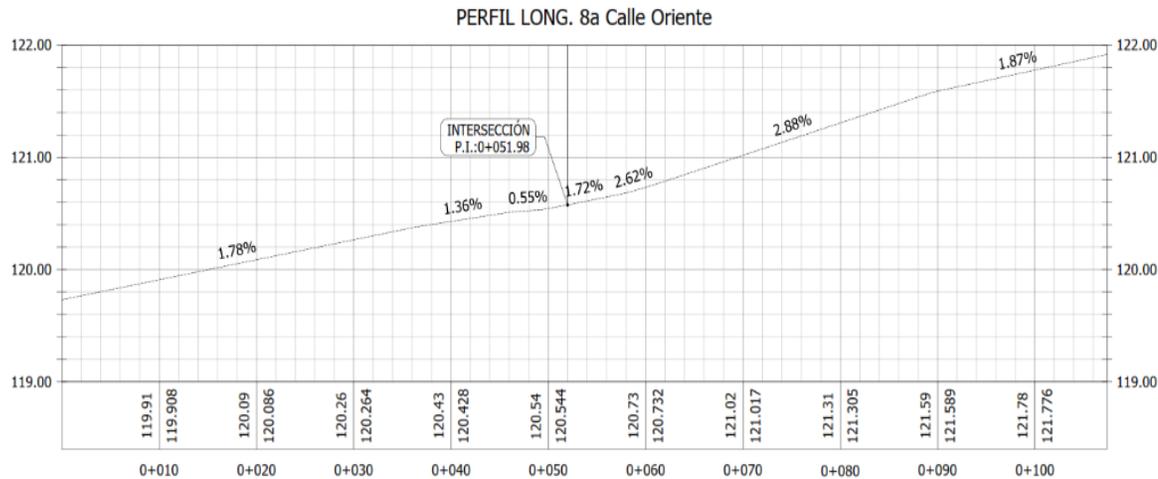
HOJA:  
3/10



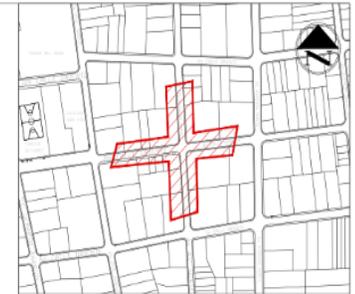
SECCIONES TRANSVERSALES  
ESC: H=1:200, V=1:200



PERFIL LONGITUDINAL 4A AV. NTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50



PERFIL LONGITUDINAL 8A C. OTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

**PROYECTO:**  
 "EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

**DIRECCION:**  
 INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

- PRESENTAN:**
- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
  - DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
  - PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
  - REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

**PROPIETARIO:**



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

**CONTENIDO:**  
 PERFILES LONGITUDINALES DE LA VÍA EXISTENTE

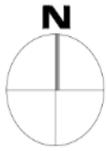
**AREA:**  
 -

**FECHA:**  
 OCTUBRE DE 2018

**ESCALA:**  
 SEÑALADA

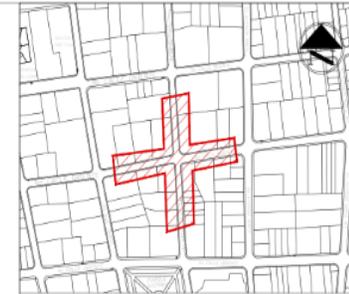
**LEVANTO:**  
**DIBUJO:**  
**REVISO:**

**HOJA:**  
 4/10



## CUADRO DE SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CAJA AGUA POTABLE	
CAJA ENERGÍA ELÉCTRICA	
TRAGANTE	
POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	
POSTE CON LUMINARIA	
POSTE CAMARA VIGILANCIA	
SEMÁFORO	
SEMÁFORO DOBLE	
SEÑAL DE NOMENCLATURA VIAL	
SEÑAL DE NO ESTACIONARSE	
SEÑAL DE ALTO	
PARADA DE BUSES	
NO BLOQUEAR INTERSECCION	
NOMENCLATURA VIAL HORIZONTAL	
ZONAS USADAS COMO PARQUEO	



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO  
VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL  
ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN  
MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:

INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE.,  
ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a  
AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE.,  
SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

PRESENTAN:

- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
- DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
- PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
- REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA  
ORIENTAL

CONTENIDO:

PLANTA TOPOGRÁFICA Y DETALLES  
DE SECCIONES EXISTENTES

AREA :

-

FECHA :

OCTUBRE DE 2018

ESCALA :

SEÑALADA

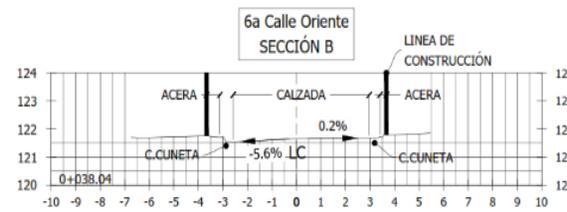
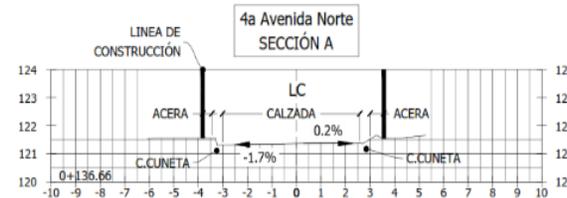
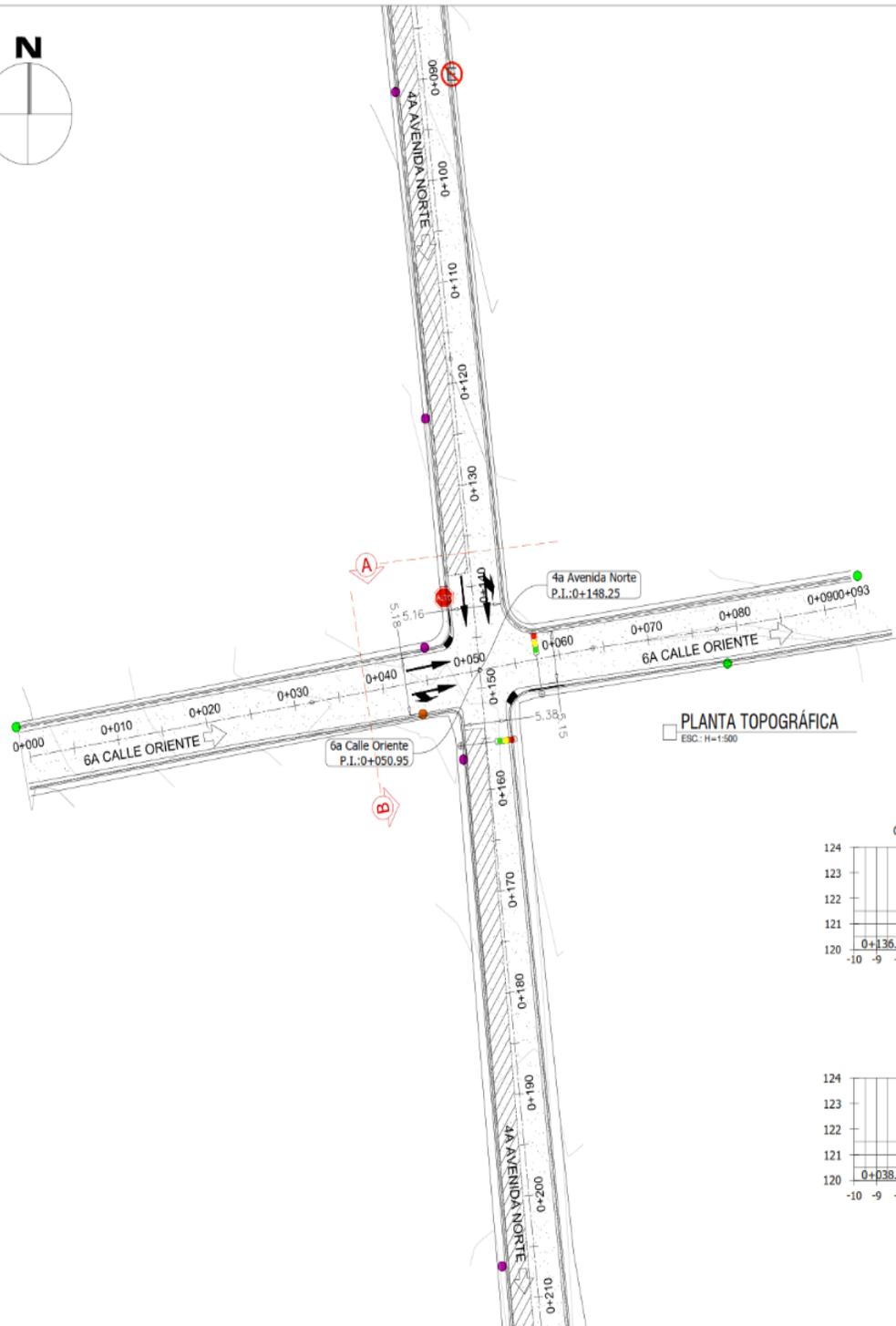
LEVANTO:

DIBUJO :

REVISO:

HOJA:

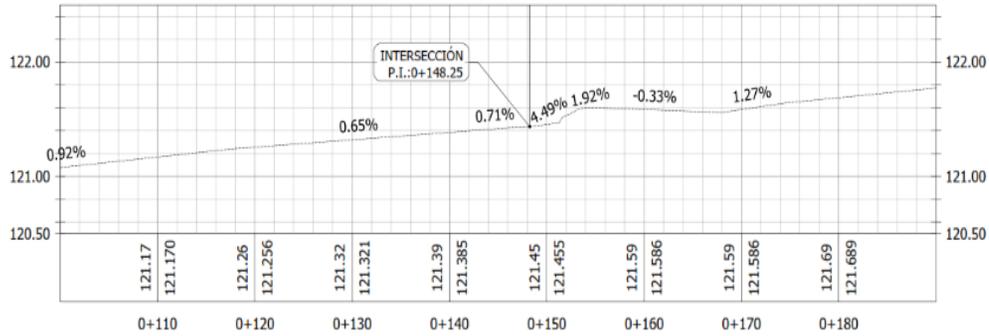
5/10



SECCIONES TRANSVERSALES

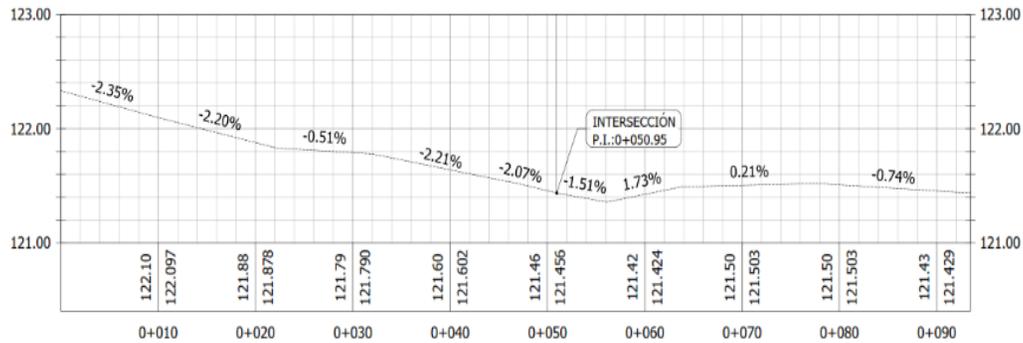
ESC.: H=1:200, V=1:200

PERFIL LONG. 4a Avenida Norte

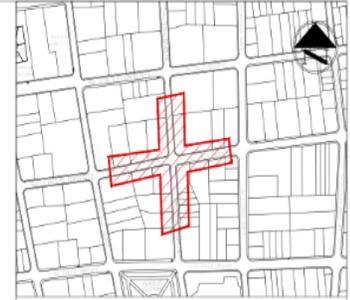


PERFIL LONGITUDINAL 4A AV. NTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50

PERFIL LONG. 6a Calle Oriente



PERFIL LONGITUDINAL 6A C. OTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:  
INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

- PRESENTAN:
- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
  - DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
  - PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
  - REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:  

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:  
PERFILES LONGITUDINALES DE VÍA EXISTENTE

AREA:  
-

FECHA:  
OCTUBRE DE 2018

ESCALA:  
SEÑALADA

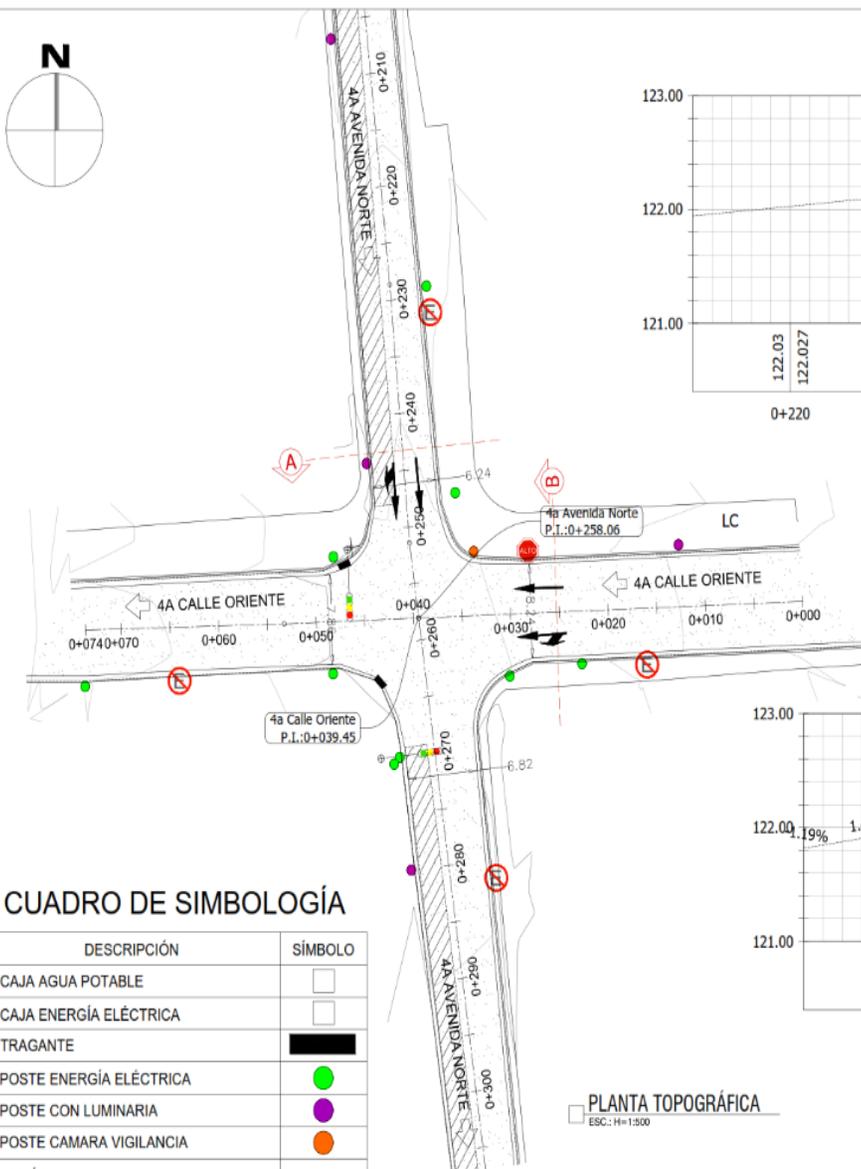
LEVANTO:  
DIBUJO:  
REVISO:

HOJA:  
6/10



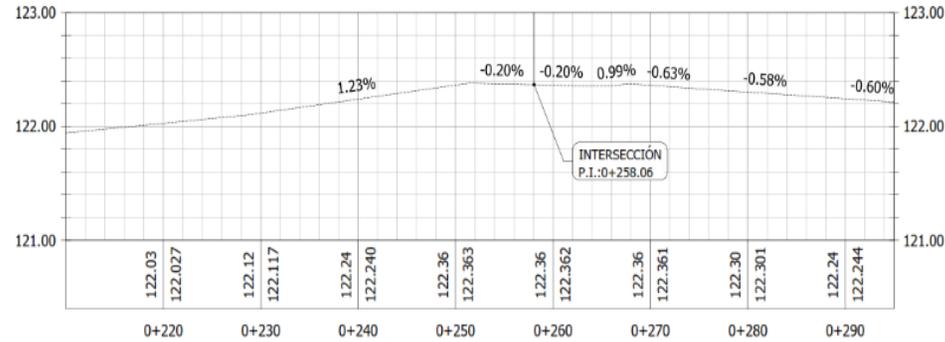
### CUADRO DE SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CAJA AGUA POTABLE	
CAJA ENERGÍA ELÉCTRICA	
TRAGANTE	
POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	
POSTE CON LUMINARIA	
POSTE CAMARA VIGILANCIA	
SEMÁFORO	
SEMÁFORO DOBLE	
SEÑAL DE NOMENCLATURA VIAL	
SEÑAL DE NO ESTACIONARSE	
SEÑAL DE ALTO	
PARADA DE BUSES	
NO BLOQUEAR INTERSECCION	
NOMENCLATURA VIAL HORIZONTAL	
ZONAS USADAS COMO PARQUEO	



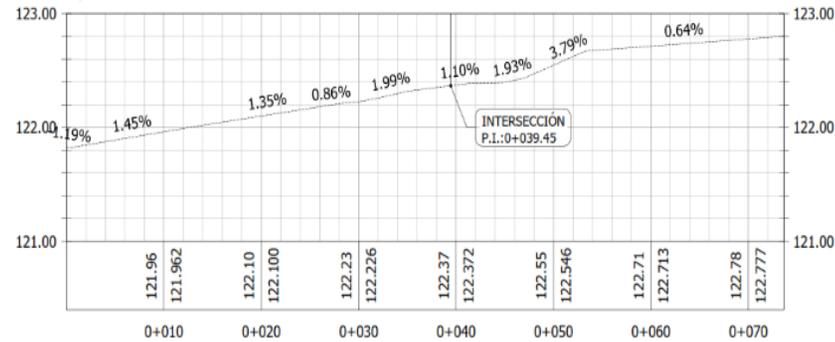
PLANTA TOPOGRÁFICA  
ESC.: H=1:500

### PERFIL LONG. 4a Avenida Norte

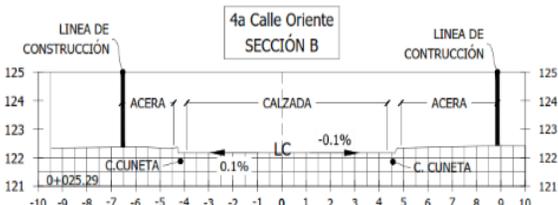
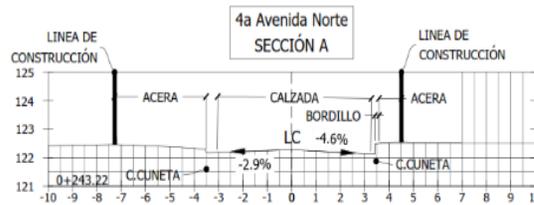


PERFIL LONGITUDINAL 4A AV. NTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50

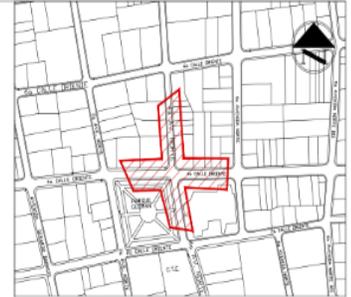
### PERFIL LONG. 4a Calle Oriente



PERFIL LONGITUDINAL 4A C. OTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50



SECCIONES TRANSVERSALES  
ESC.: H=1:200, V=1:200



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:

INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

PRESENTAN:

- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
- DEL CID CRUZ, ELMER MANFREYD
- PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
- REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:

PLANTA TOPOGRÁFICA, SECCIONES Y PERFILES DE INTERSECCIÓN EXISTENTE

AREA :

FECHA :

OCTUBRE DE 2018

ESCALA :

SEÑALADA

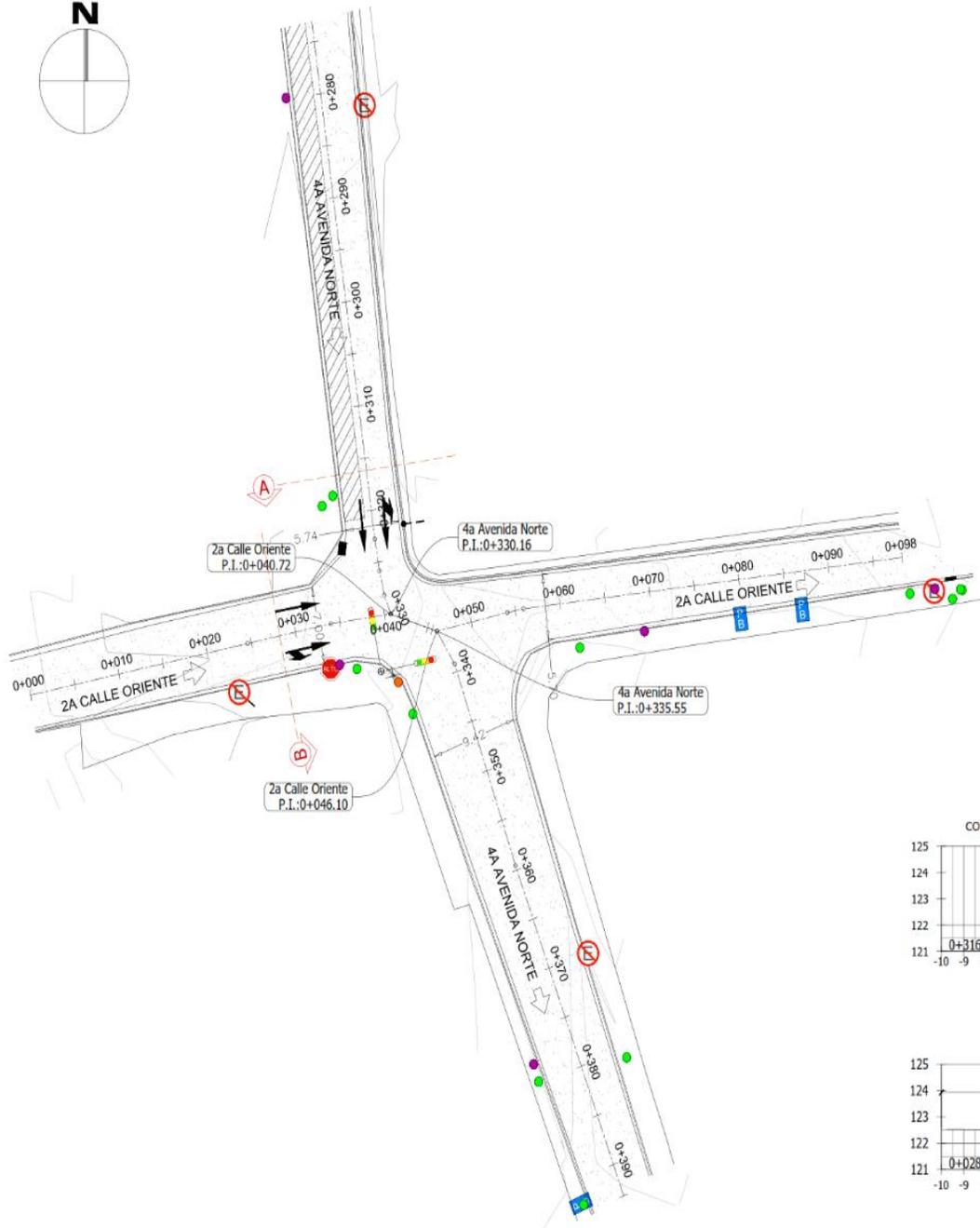
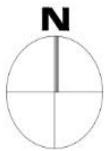
LEVANTO:

DIBUJO :

REVISO:

HOJA:

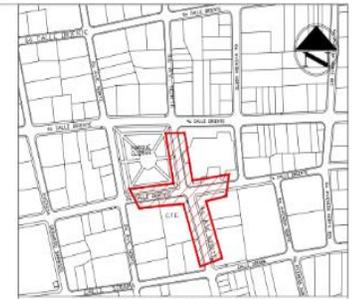
7/10



PLANTA TOPOGRÁFICA  
ESC. H=1:500

### CUADRO DE SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CAJA AGUA POTABLE	
CAJA ENERGÍA ELÉCTRICA	
TRAGANTE	
POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	
POSTE CON LUMINARIA	
POSTE CAMARA VIGILANCIA	
SEMÁFORO	
SEMÁFORO DOBLE	
SEÑAL DE NOMENCLATURA VIAL	
SEÑAL DE NO ESTACIONARSE	
SEÑAL DE ALTO	
PARADA DE BUSES	
NO BLOQUEAR INTERSECCION	
NOMENCLATURA VIAL HORIZONTAL	
ZONAS USADAS COMO PARQUEO	



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:

INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

PRESENTAN:

- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
- DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
- PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
- REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:

PLANTA TOPOGRÁFICA Y DETALLES DE SECCIONES EXISTENTE

AREA:

FECHA:

OCTUBRE DE 2018

ESCALA:

SEÑALADA

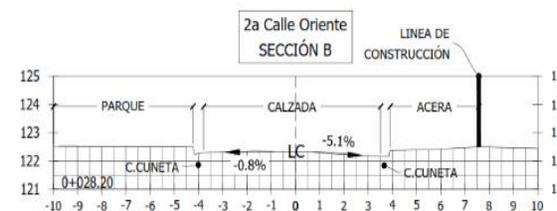
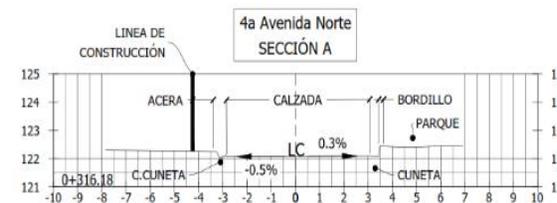
LEVANTO:

DIBUJO:

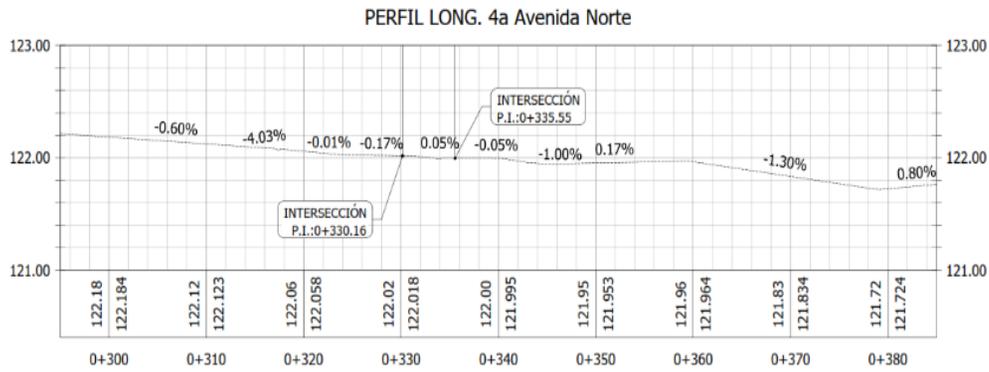
REVISO:

HOJA:

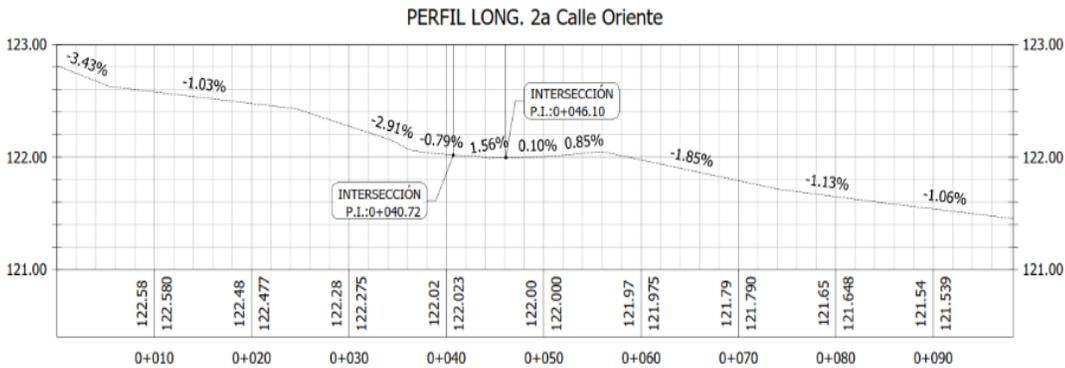
8/10



SECCIONES TRANSVERSALES  
ESC. H=1:200, V=1:200



PERFIL LONGITUDINAL 4A AV. NTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50



PERFIL LONGITUDINAL 2A C. OTE.  
ESC.: H=1:500, V=1:50



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:  
INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

- PRESENTAN:
- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
  - DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
  - PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
  - REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:  

 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:  
PERFILES LONGITUDINALES DE VÍA EXISTENTE

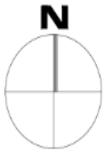
AREA :  
-

FECHA:  
OCTUBRE DE 2018

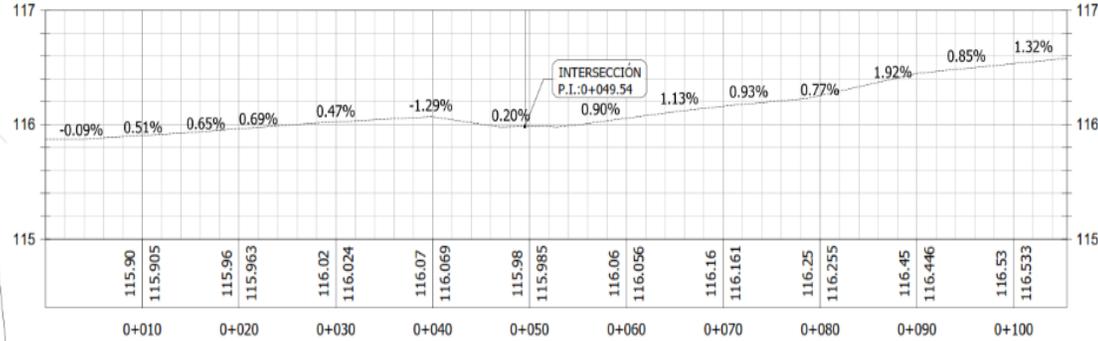
ESCALA:  
SEÑALADA

LEVANTO:  
DIBUJO:  
REVISO:

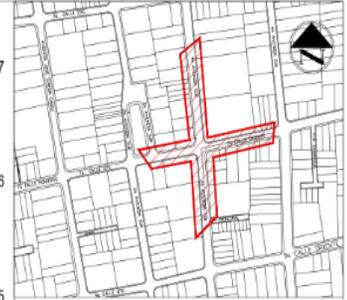
HOJA:  
9/10



PERFIL LONG. 4a Avenida Sur



PERFIL LONGITUDINAL  
ESC.: H=1:500, V=1:50



ESQUEMA DE UBICACIÓN  
SIN ESCALA

PROYECTO:  
"EVALUACIÓN DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, SAN MIGUEL"

DIRECCION:  
INTERSECCIONES DE 4a AVENIDA NTE., ENTRE 8a Y 2a CALLE OTE., Y DE 4a AVENIDA SUR CON 7a CALLE OTE., SAN MIGUEL, DEPTO. DE SAN MIGUEL

- PRESENTAN:
- ALVAREZ CHICAS, ILIANA IVETTE
  - DEL CID CRUZ, ELMER MANFREDY
  - PORTILLO PERAZA, TERESA ALEJANDRA
  - REYES CRUZ, JOSELINE DEL CARMEN

PROPIETARIO:  
 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

CONTENIDO:  
PLANTA TOPOGRÁFICA, SECCIONES Y PERFILES DE INTERSECCION EXISTENTE

AREA :  
-

FECHA:  
OCTUBRE DE 2018

ESCALA:  
SEÑALADA

LEVANTO:  
DIBUJO:  
REVISO:

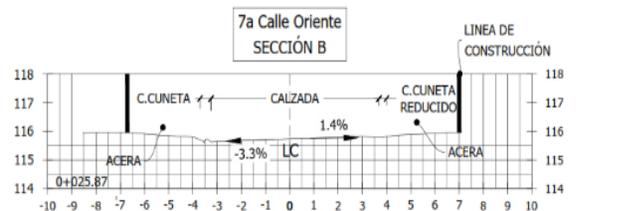
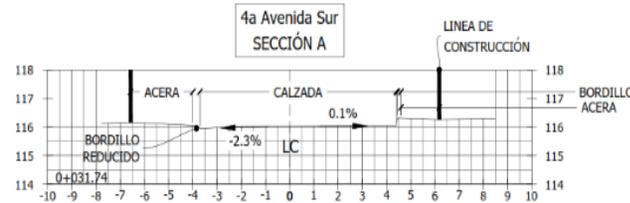
HOJA:  
10/10

CUADRO DE SIMBOLOGÍA

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
CAJA AGUA POTABLE	
CAJA ENERGÍA ELÉCTRICA	
TRAGANTE	
POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	
POSTE CON LUMINARIA	
POSTE CAMARA VIGILANCIA	
SEMÁFORO	
SEMÁFORO DOBLE	
SEÑAL DE NOMENCLATURA VIAL	
SEÑAL DE NO ESTACIONARSE	
SEÑAL DE ALTO	
PARADA DE BUSES	
NO BLOQUEAR INTERSECCION	
NOMENCLATURA VIAL HORIZONTAL	
ZONAS USADAS COMO PARQUEO	

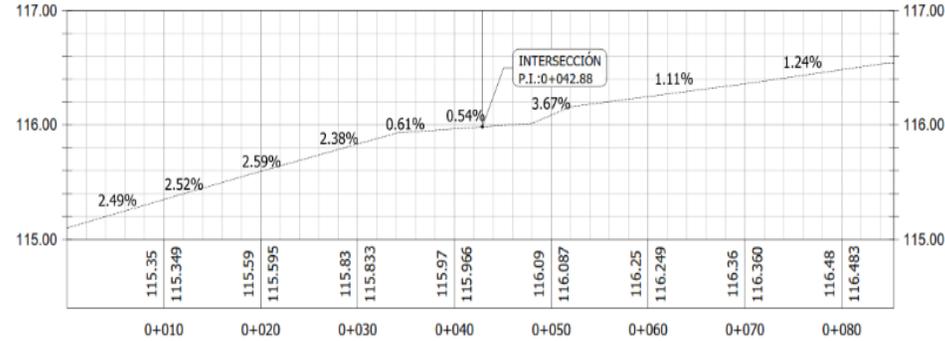


PLANTA TOPOGRÁFICA  
ESC.: H=1:500



SECCIONES TRANSVERSALES  
ESC.: H=1:200, V=1:200

PERFIL LONG. 7a Calle Oriente



PERFIL LONGITUDINAL  
ESC.: H=1:500, V=1:50