



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL AV. VELASCO ASTETE –ALTURA DEL AEROPUERTO, CALLE LOS ROSALES, CALLE GARDENIAS, AV. EVITAMIENTO, URB. AGUA BUENA APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010 Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN EN EL AÑO 2018.

Presentado por:

Palomino Flores, Melanie Sinthya

Arriaga Valdiglesias, Américo

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos

CUSCO – PERÚ

2019



Dedicatoria

Dedico esta investigación a mis padres María Flores, Oscar Palomino y a mi abuelo Vicente Flores, por ser ejemplo de amor, esfuerzo y perseverancia. Gracias por su apoyo incondicional.

A mi hermano Osmar por haberme acompañado en todo el camino de la tesis, por sus consejos y paciencia, demostrando la unión que tenemos.

A mi novio Fernando por cada palabra de aliento cuando algo se complicaba y por demostrar que con perseverancia todo es posible.

Melanie Sinthya Palomino Flores

Dedico esta investigación a todos mis seres queridos con el mayor de los cariños, gracias papás.

Américo Arriaga Valdiglesias



Agradecimientos

Agradezco a Dios, a mi familia, a mi novio, por el apoyo incondicional y las enseñanzas que siempre me dieron.

A los docentes de la facultad de Ingeniería y Arquitectura por la formación profesional que hemos recibido durante estos productivos años, en especial al Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos por aceptar la dirección de la tesis y a nuestros docentes dictaminantes Ing. Eddy Sucno Torre e Ing. Herbert Zevallos por los aportes realizados a la culminación de la investigación.

Y a todos mis amigos que hicieron posible concluir esta investigación.

Melanie Sinthya Palomino Flores

Agradezco a todos mis amigos en especial al Sr. de la Caída, quienes dejan un poco de cada uno en mí para lograr ser cada día una mejor persona gracias con todo mi corazón.

Américo Arriaga Valdiglesias



Resumen

El preocupante crecimiento poblacional, hace que también crezca la tenencia vehicular, por ello la congestión del tráfico vehicular se ha vuelto uno de los principales problemas urbanos, es por eso que hoy en día la planificación vial y urbanística es de gran importancia.

La Tesis tiene como objetivo determinar la capacidad vial y nivel de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete (altura del aeropuerto), calle los Rosales, calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena aplicando la metodología del HCM 2010

Para determinar las condiciones de tráfico se realizó el correspondiente aforo vehicular en dichas intersecciones, considerado las horas de mayor demanda. Así mismo para la determinación de condiciones geométricas de las intersecciones se realizó el levantamiento topográfico. Finalmente, para la determinación de condiciones semaforizadas se realizó un inventario detallado del comportamiento de los semáforos y señalización en cada intersección.

Después del procesamiento de información se obtuvo datos, con los cuales se procedió al cálculo de la capacidad vial y nivel de servicio basado en el Highway Capacity Manual (HCM 2010) el cual está incorporado en el software de simulación Synchro 8.0, este nos permitió realizar la simulación de dichas intersecciones en su estado actual.

Se realizó la proyección del volumen de tráfico futuro a 20 años en las intersecciones mencionadas. Con dichos volúmenes, se realizó el procedimiento anteriormente mencionado para el cálculo de la capacidad vial y nivel de servicio con su respectiva simulación para cada escenario.



Abstract

The amount of vehicles in the city comes along with population growth, traffic congestion a real urban problem, today roadway infrastructure and urban planning is really important to solve lost travel time.

The objective of the present research, is to determine road capacity and level of service at the following signalized intersections: Velasco Astete avenue, entrance to Velasco Astete airport, Los Rosales street, Velasco Astete avenues (exit from the airport), Velasco Astete avenues and Gardenias street, Via de Evitamiento avenue and access to Agua Buena applying the HCM 2010 methodology

Determination of traffic conditions was conducted at the intersection before mentioned. Traffic analysis was carried out considering the peak hour of the day. Likewise, geometric conditions of the intersections, slope and road section was defined according to field condition. Finally, a detailed signing inventory was performed to register all traffic control devices.

After the processing the information collected, data was obtained and used to calculate the road capacity and service level based on the Highway Capacity Manual (HCM 2010), a macroscopic simulation software Synchro 8.0 allowed us to perform the estimate the real state of delay for the present and future conditions.

The projection of future traffic volume to 20 years was performed to evaluate future traffic and test solutions. Road capacity and service level was obtained for each case.



Introducción

La congestión vehicular es uno de los principales problemas urbanos que afectan a una ciudad, es por eso que hoy en día la planificación vial y urbanística es de suma importancia.

En la ciudad del Cusco contamos con niveles bajos de planificación en estos temas es por eso que logramos observar, que en casi todas las intersecciones existe un pésimo nivel de servicio, ya que entre otros factores no se consideraron temas tan importantes como el aumento de vehículos en circulación con el transcurso del tiempo.

En esta tesis se determina la capacidad vial y nivel del corredor vial av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, calle los rosales, calle gardenias, av. Evitamiento, urb. agua buena aplicando la metodología del HCM 2010.

Es por eso que la presente investigación se desarrollara con el fin establecer respuestas, direcciones, lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y planeamiento vial y urbanístico.



Índice General

Dedicatoria ii

Agradecimientos.....iii

Resumen iv

Abstract v

Introducción vi

Capítulo I: Planteamiento del Problema..... 1

1.1. Identificación del problema..... 1

1.1.1. Descripción del problema..... 1

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación 3

1.2.1. Justificación técnica. 3

1.2.2. Justificación social. 3

1.2.3. Justificación por viabilidad. 3

1.2.4. Justificación por relevancia. 3

1.3. Limitaciones de la investigación 4

1.3.1. Limitaciones por espacio..... 4

1.3.2. Limitaciones por tiempo..... 4

1.3.3. Limitaciones por datos. 4

1.3.4. Limitaciones por fuente de base 4

1.4. Objetivo de la investigación 5

1.4.1. Objetivo General. 5

1.4.2. Objetivos Específicos..... 5

Capítulo II: Marco Teórico 6

2.1. Antecedentes de la tesis..... 6

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional. 6

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional..... 7

2.2. Aspectos teóricos pertinentes. 9

2.2.1. Definición de infraestructura vial..... 9

2.2.2. Clasificación de vías..... 9

2.2.3. Usuarios de la vía. 15

2.2.4. Intersecciones viales..... 20

2.2.5. Dispositivos para el control del tránsito. 34

2.2.6. Volumen de transito horario..... 36

2.2.7. Velocidad en general..... 37



2.2.8. Capacidad vial en intersecciones semaforizadas..... 37

2.2.9. Nivel de servicio..... 38

2.2.10. Tasa de demanda del flujo..... 40

2.2.11. Factor hora punta de intersección..... 41

2.2.12. Relación de pelotón..... 41

2.2.13. Cola inicial. 43

2.2.14. Tasa de flujo peatonal..... 44

2.2.15. Tasa de flujo de bicicletas. 44

2.2.16. Máximo verde. 44

2.2.17. Mínimo verde. 44

2.2.18. El cambio de color amarillo y el rojo..... 45

2.2.19. Duración de ciclo (Coordinado- operación Actuada)..... 45

2.2.20. Fase dividida (Coordinado- operación Actuada). 45

2.2.21. Desplazamiento y punto de referencia de desplazamiento (Coordinado- operación Actuada)..... 45

2.2.22. Modo de Fuerza (Operación Coordinada- Actuada). 46

2.2.23. Metodología del HCM. 46

2.2.24. Desventajas del HCM 2010..... 59

2.2.25. Software Synchro 59

2.2.26. Tráfico Futuro 60

2.2.27. Tasa de Crecimiento Poblacional Anual. 61

2.3. Hipótesis..... 62

2.3.1. Hipótesis General. 62

2.3.2. Sub Hipótesis..... 62

2.4. Definición de variables..... 62

2.4.1. Variable Independiente..... 62

2.4.2. Variables Dependientes..... 63

2.4.3. Cuadro de Operacionalización. 64

Capitulo III Metodología..... 64

3.1. Metodología de la Investigación 64

3.1.1. Enfoque de la investigación. 64

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación. 65

3.1.3. Método de investigación. 65

3.2. Diseño de la Investigación 65



3.2.1. Diseño metodológico..... 65

3.2.2. Diseño de Ingeniería..... 66

3.3. Población y Muestra..... 68

3.3.1. Población..... 68

3.3.2. Muestra..... 68

3.3.3. Criterios de inclusión. 70

3.4. Instrumentos 70

3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos. 70

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería. 72

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos 74

3.5.1. Codificación de Movimientos vehiculares. 74

3.5.2. Identificación de puntos de aforo. 76

3.5.3. Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Velasco Astete- salida del Aeropuerto nacional Velasco Astete..... 76

3.5.4. Recolección de datos de la intersección semaforizada Av. Velasco Astete- Entrada del Aeropuerto nacional Velasco Astete..... 81

3.5.5. Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Velasco Astete- Calle Gardenias. 86

3.5.6. Recolección de datos de la intersección semaforizada Av. Velasco Astete- Calle los Rosales. 91

3.5.7. Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena. 96

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos 101

3.6.1. Determinación de la variación diaria y horaria. 101

3.6.2. Determinación de volúmenes vehiculares..... 104

3.6.3. Determinación de la composición vehicular. 108

3.6.4. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda. 113

3.6.5. Proyección de Volúmenes. 120

3.6.6. Procesamiento de Datos. 128

Capitulo IV: Resultados 145

4.1. Resultados situación actual con el software de simulación (Synchro 8.0)..... 145

4.2. Resultados escenario futuro +20 años sin mejoras con el software de simulación (Synchro 8.0)..... 153

4.3. Resultados escenario futuro +20 años optimizado y semafórico con el software de simulación (Synchro 8.0)..... 163



4.4. Resultados escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial con el software de simulación (Synchro 8.0)..... 175

4.5. Análisis Comparativo De Los Resultados..... 188

Capítulo V: Discusión 189

Glosario 191

Conclusiones 195

Recomendaciones..... 199

Referencias..... 199

Anexos..... 201

Anexo A: Registro Fotográfico. 201

Anexo B: Conteos Vehiculares 206

Anexo C: Comprobación de la metodología HCM 211

Anexo D: Matriz De Consistencia 214



Índice de Tablas

Tabla 1: Parámetros de diseño vinculado a la clasificación de vías urbanas.	11
Tabla 2: Factores que afectan al conductor.	16
<i>Tabla 3: Datos básicos de vehículos</i>	19
Tabla 4: Valores de la relación de pelotón	40
Tabla 5: Valores de la relación de pelotón	42
Tabla 6: Factores de ajuste	49
Tabla 7: Niveles de servicio	59
Tabla 8: Perú: Tasas De Crecimiento Geométrico Medio Anual Según Departamentos, 1995-2015	61
Tabla 9: Cuadro de Operacionalización de variables	64
Tabla 10: Ficha de aforo vehicular para cada intersección	70
Tabla 11: Formato de ficha de características geométricas de la vía	71
Tabla 12: Ficha de características semafóricas de la vía	72
Tabla 13: características geométricas de la intersección 1	80
Tabla 14: características geométricas de la intersección 2	84
Tabla 15: características semafóricas de la intersección 2	86
Tabla 16: características geométricas de la intersección 3	90
Tabla 17: características geométricas de la intersección 4	94
Tabla 18: características semafóricas de la intersección 4	96
Tabla 19: características geométricas	100
Tabla 20: Conteo de volumen vehicular cada 15 min.	102
Tabla 21: Composición vehicular de la Intersección N° 1	109
Tabla 22: Composición vehicular de la Intersección N° 2	110
Tabla 23: Composición vehicular de la Intersección N°3	110
Tabla 24: Composición vehicular de la Intersección N°4	111
Tabla 25 : Composición vehicular de la Intersección N°5	112
Tabla 26 : Volumen cada 15 min de la Intersección N°1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto.	113
Tabla 27: <i>Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto.</i>	114
Tabla 28 : <i>Volumen cada 15 min de la Intersección N°2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto.</i>	115
Tabla 29: <i>Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto.</i>	115
Tabla 30: <i>Volumen cada 15 min de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.</i>	116
Tabla 31: <i>Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.</i>	117
Tabla 32: <i>Volumen cada 15 min de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales.</i> 118	
Tabla 33: <i>Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales.</i>	118
Tabla 34: <i>Volumen cada 15 min de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena.</i>	119



Tabla 35: *Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°5: Av Evitamiento-Urb. Agua Buena.*..... 120

Tabla 36: *Trafico futuro Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto. Resultados año 2038 sentido N-S.*..... 121

Tabla 37: *Trafico futuro Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto. Resultados año 2038 sentido E-O.* 121

Tabla 38 : *Trafico futuro Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto. Resultados año 2038 sentido O-E.* 122

Tabla 39 : *Trafico futuro Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto. Resultados año 2038 sentido E-O.* 122

Tabla 40 : *Trafico futuro Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto. Resultados año 2038 sentido O-E.* 123

Tabla 41 : *Trafico futuro Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados año 2038 N-S.* 123

Tabla 42: *Trafico futuro Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados año 2038 E-O.* 124

Tabla 43 : *Trafico futuro Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados año 2038 O-E.* 124

Tabla 44 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales. Resultados año 2038 N-S* 125

Tabla 45 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales. Resultados año 2038 S-N.* 125

Tabla 46 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales. Resultados año 2038 E-O.*..... 126

Tabla 47 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales. Resultados año 2038 O-E.*..... 126

Tabla 48 : *Trafico futuro Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados año 2038 N-S.* 127

Tabla 49 : *Trafico futuro Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados año 2038 S-N.* 127

Tabla 50 : *Trafico futuro Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados año 2038 E-O* 128

Tabla 51: *Resultados de niveles de servicio del escenario actual 2018* 195

Tabla 52: *Resultados de las demoras para el escenario actual 2018* 196

Tabla 53: *Resultados de las demoras para el escenario 2038 sin mejoras* 196

Tabla 54: *Resultados de las demoras para el escenario 2038 con optimización semafórica.* 197

Tabla 55: *Resultados de las demoras y NDS para el escenario actual 2018* 197

Tabla 56: *Resultados de las demoras y NDS para el escenario 2038 sin mejoras.* 198

Tabla 57: *Resultados de las demoras y NDS para el escenario 2038 con optimizacion semaforica.* 198

Tabla 58: *Resultados de las demoras y NDS para el escenario 2038 con nueva infraestructura* 198

Tabla 59: *Trafico actual Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto. Resultados año 2018 sentido N-S.*..... 206



Tabla 60: Trafico actual Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto.
Resultados año 2018 sentido E-O. 206

Tabla 61: Trafico actual Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto.
Resultados año 2018 sentido O-E. 206

Tabla 62: Trafico actual Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto.
Resultados año 2018 sentido E-O. 207

Tabla 63: Trafico actual Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto.
Resultados año 2038 sentido O-E. 207

Tabla 64: Trafico actual Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados
año 2018 N-S. 207

Tabla 65: Trafico actual Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados
año 2018 E-O 208

Tabla 66: Trafico actual Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados
año 2018 O-E. 208

Tabla 67: Trafico actual Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.
Resultados año 2018 N-S. 208

Tabla 68: Trafico actual Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.
Resultados año 2018 S-N. 209

Tabla 69: Trafico actual Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.
Resultados año 2018 E-O. 209

Tabla 70: Trafico actual Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.
Resultados año 2018 O-E. 209

Tabla 71: Trafico actual Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados
año 2018 N-S. 210

Tabla 72: Trafico actual Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados
año 2018 S-N. 210

Tabla 73: Trafico actual Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados
año 2018 E-O 210



Índice de Figuras

Figura 1: Corredor vial.....	2
Figura 2 : Alturas asociados a vehículos ligeros.....	18
Figura 3: Alturas asociadas a vehículos pesados.....	19
Figura 4: Representación esquemática de intersecciones a nivel y desnivel.	21
Figura 5: Intersección sin canalizar y canalizada.....	23
Figura 6 : Tipos de isletas.	25
Figura 7: Tipos de intersecciones a nivel.	26
Figura 8: Intersecciones de tres ramales.....	27
Figura 9: Intersecciones de cuatro ramales.	28
Figura 10 : Intersección de 4 ramales con elevados flujos vehiculares.....	28
Figura 11: Intersección de 4 ramales con bajos flujos vehiculares.	29
Figura 12: Esquema de una intersección giratoria o glorieta.	30
Figura 13: Movimiento de tráfico de vehículos y peatones	47
Figura 14: Cámara filmadora	72
Figura 15: Software AUTOCAD	73
Figura 16: Software SYNCHRO	74
Figura 17: Codificación de movimientos vehiculares.....	75
Figura 18: Identificación de puntos de aforo.....	76
Figura 19: Codificación de movimientos vehiculares.....	77
Figura 20: Registro fílmico punto 1	78
Figura 21: Recolección de volúmenes vehiculares	79
Figura 22: Recolección de características geométricas.....	80
Figura 23: Codificación de movimientos vehiculares.....	81
Figura 24: Registro fílmico	82
Figura 25: Recolección de volúmenes vehiculares	83
Figura 26: Recolección de características semafóricas	85
Figura 27: Codificación de movimientos vehiculares.....	87
Figura 28: Registro fílmico	88
Figura 29: Recolección de volúmenes vehiculares	89
Figura 30: Recolección de características geométricas de la vía	90
Figura 31: Codificación de movimientos vehiculares.....	91
Figura 32: Registro fílmico	92
Figura 33: Recolección de volúmenes vehiculares	93
Figura 34: Recolección de características geométricas de la vía	94
Figura 35: Recolección de características semafóricas	95
Figura 36: Codificación de movimientos vehiculares.....	97
Figura 37: Registro fílmico	98
Figura 38: Recolección de volúmenes vehiculares	99
Figura 39: Recolección de características geométricas de la vía	100
Figura 40: Variación diaria Tesis 1	101
Figura 41: Variación diaria Tesis 2	102
Figura 42: Volumen Horario	103



Figura 43: Volúmenes vehiculares: Intersección N° 1 Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 104

Figura 44: Volúmenes vehiculares: Intersección N°2 Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto..... 105

Figura 45 : Volúmenes vehiculares: Intersección N°3 Av Velasco Astete- Calle Gardenias 106

Figura 46: Volúmenes vehiculares: Intersección N°4 Av Velasco Astete- Calle Rosales..... 107

Figura 47: Volúmenes vehiculares: Intersección N°5 Av Evitamiento- Urb. Agua Buena... 108

Figura 48: Composición vehicular (%) de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 109

Figura 49: Composición vehicular (%) de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto 110

Figura 50: Composición vehicular (%) de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias..... 111

Figura 51: Composición vehicular (%) de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 112

Figura 52: Composición vehicular (%) de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena..... 113

Figura 53 : Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 114

Figura 54 : Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto..... 116

Figura 55: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias. 117

Figura 56 : Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales..... 119

Figura 57: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 120

Figura 58: Vista en Planta de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 129

Figura 59: Vista en Planta de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto..... 129

Figura 60: Vista en Planta de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 130

Figura 61: Vista en Planta de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales. 130

Figura 62: Vista en Planta de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 131

Figura 63: Codificación de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 131

Figura 64: Codificación de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 132

Figura 65: Codificación de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 132

Figura 66: Codificación de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales..... 133

Figura 67: Codificación de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 133

Figura 68: Volúmenes por sentido, intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 134

Figura 69: Volúmenes por sentido, intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto..... 134



Figura 70: Volúmenes por sentido, intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 135

Figura 71: Volúmenes por sentido, intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales ... 135

Figura 72: Volúmenes por sentido, intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena . 136

Figura 73: Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 136

Figura 74: Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto 137

Figura 75: Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 137

Figura 76: Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 138

Figura 77: Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 138

Figura 78: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 139

Figura 79: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 140

Figura 80: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 140

Figura 81: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 141

Figura 82: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 141

Figura 83: Simulación de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto . 142

Figura 84: Simulación de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 142

Figura 85: Simulación de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 143

Figura 86: Simulación de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 143

Figura 87: Simulación de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena. 144

Figura 88: Geometría de la situación actual 2018..... 145

Figura 89: Demoras en la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 145

Figura 90: Demoras en la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto.... 146

Figura 91: Demoras en la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 146

Figura 92: Demoras en la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales..... 146

Figura 93: Demoras en la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 147

Figura 94: Nivel de servicio de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 147

Figura 95: Nivel de servicio de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto..... 147

Figura 96: Nivel de servicio de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias. 148

Figura 97: Nivel de servicio de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales..... 148

Figura 98: Nivel de servicio de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena ... 148

Figura 99: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 149

Figura 100: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 149

Figura 101: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 150

Figura 102: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 150



Figura 103: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 150

Figura 104: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 151

Figura 105: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 151

Figura 106: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias. 152

Figura 107: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales. 152

Figura 108: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 152

Figura 109: Geometría y volúmenes Nodos de estudio 1 al 5 153

Figura 110: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 154

Figura 111: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 154

Figura 112: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias..... 155

Figura 113: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales 155

Figura 114: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena 156

Figura 115: Demoras Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 156

Figura 116: Demoras Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto..... 157

Figura 117: Demoras Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias..... 157

Figura 118: Demoras Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales..... 157

Figura 119: Demoras Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena..... 158

Figura 120: Nivel de Servicio Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 158

Figura 121: Nivel de Servicio Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 158

Figura 122: Nivel de Servicio Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias 159

Figura 123: Nivel de Servicio Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales 159

Figura 124: Nivel de Servicio Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena 159

Figura 125: Relación volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 160

Figura 126: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 160

Figura 127: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias 160

Figura 128: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales 161



Figura 129: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena 161

Figura 130: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 161

Figura 131: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 162

Figura 132: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias 162

Figura 133: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales 162

Figura 134: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena 163

Figura 135: Geometría del escenario futuro +20 años optimizado y semaforico 163

Figura 136: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 164

Figura 137: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 165

Figura 138: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias..... 166

Figura 139: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 167

Figura 140: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 168

Figura 141: Demoras en la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto.... 168

Figura 142: Demoras en la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto.. 168

Figura 143: Demoras en la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 169

Figura 144: Demoras en la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales..... 169

Figura 145: Demoras en la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 169

Figura 146: Nivel de servicio de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto..... 170

Figura 147: Nivel de servicio de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto..... 170

Figura 148: Nivel de servicio de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 170

Figura 149: Nivel de servicio de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales... 171

Figura 150: Nivel de servicio de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena. 171

Figura 151: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 171

Figura 152: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 172

Figura 153: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 172

Figura 154: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 173



Figura 155: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 173

Figura 156: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto 174

Figura 157: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 174

Figura 158: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias 174

Figura 159: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales 175

Figura 160: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 175

Figura 161: Geometría escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial 175

Figura 162: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 176

Figura 163: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 176

Figura 164: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias 177

Figura 165: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales 177

Figura 166: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena 178

Figura 167: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 6 178

Figura 168: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 7 179

Figura 169: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 8 179

Figura 170: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 9 180

Figura 171: Demoras Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 180

Figura 172: Demoras Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 180

Figura 173: Demoras Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias 181

Figura 174: Demoras Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales 181

Figura 175: Demoras Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena 181

Figura 176: Nivel de Servicio de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida 182

Figura 177: Nivel de Servicio de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 182

Figura 178: Nivel de Servicio de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias 182

Figura 179: Nivel de Servicio de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales . 183

Figura 180: Nivel de Servicio de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena 183

Figura 181: Relación volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto 184

Figura 182: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto 184



Figura 183: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete-
Calle Gardenias 185

Figura 184: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete-
Calle Rosales 185

Figura 185: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb.
Agua Buena 185

Figura 186: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete-
Salida del aeropuerto 186

Figura 187: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete-
Ingreso del aeropuerto 186

Figura 188: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete-
Calle Gardenias 186

Figura 189: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete-
Calle Rosales 187

Figura 190: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb.
Agua Buena 187

Figura 191: Demoras para todos los escenarios 188

Figura 192: Porcentaje de utilización ICU% 188

Figura 193: Volumen /capacidad 189

Figura 194 : Demoras para los 4 escenarios 196



Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema.

Hoy en día es usual encontrar vías con problemas de congestión de vehículos, cuellos de botella y largas colas que generan pérdidas de tiempo para los usuarios.

Se encuentran problemas de reducción de número de carriles de manera brusca, por esta zona confluyen gran parte de los buses del y hacia el principal terminal terrestre, transporte de carga pesada y transporte público. Se suma la existencia de la vía de Evitamiento de 6 carriles.

Esto pasa en las intersecciones semaforizadas: Av. Velasco Astete - ingreso al Aeropuerto nacional Velasco Astete y Av. Velasco Astete - calle Los rosales, y las intersecciones no semaforizadas: Av. Velasco Astete - salida del Aeropuerto nacional Velasco Astete, Av. Velasco Astete - calle Gardenias y Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena.

La vía que se estudio fue aquellas que nos están en sostenimiento, de la misma forma no tienen una señalización vertical y horizontal, nunca cuentan con espacios apropiados para el aparcamiento y adelantamiento de autos.

No se sabe el nivel de prestación de la ruta en mención.

1.1.1.1. Ubicación Geográfica.

El corredor vial a analizar cuenta con 5 intersecciones:

- La intersección Avenida Velazco Astete – salida del aeropuerto se localiza en el Distrito de Wanchaq, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.
- La bifurcación Avenida Velazco Astete – entrada del aeropuerto se localiza en el Distrito de Wanchaq, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.
- La bifurcación Avenida Velazco Astete – Calle Gardenias se localiza en el Distrito de Wanchaq, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.
- La bifurcación Avenida Velazco Astete – Calle Rosales se localiza en el Distrito de Wanchaq, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco. La intersección Calle Rosales
- Vía de Evitamiento se localiza en el Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.

Tiene la siguiente ubicación geográfica:



Figura 1: Corredor vial

Fuente: Google Earth

1.1.1.2. *Formulación interrogativa del problema general.*

¿Cuál es la capacidad vial y el nivel de prestación del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena adaptando la metodología del HCM 2010?

1.1.1.3. *Formulación interrogativa de los problemas específicos.*

Problema específico N°1: ¿Cuál es la influencia de las Condiciones de tráfico en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena aplicando la metodología del HCM 2010?

Problema específico N°2: ¿Cuál es la influencia de las Condiciones geométricas en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena aplicando la metodología del HCM 2010?

Problema específico N°3: ¿Cuál es la influencia de las Condiciones semafóricas en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010?



Problema específico N°4: ¿Cuál es la incidencia de los tiempos de demora que influyen en el nivel de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av.Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010?

Problema específico N°5: ¿Cuál es la relación Volumen/Capacidad del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av.Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación técnica.

Sobreponiendo la metodología que nos brinda el HCM, las asistencias técnicas de esta investigación serán:

- Determinación de la capacidad vial y nivel de prestación de las bifurcaciones semaforizadas y no semaforizadas en estudio y balance con una proposición de conclusión.
- Determinación del proyecto de la infraestructura vial más eficaz para que los clientes economicen en duración de viaje.
- Descubrimiento de las soluciones, jefaturas y lineamientos que fomenten y orienten a conclusiones y diseño de actuales proyectos.

1.2.2. Justificación social.

Los usuarios de la vía no se encuentran satisfechos, debido a que en esta zona hay mucha congestión vehicular por ello generan demoras para llegar a su destino que se ven reflejados en mayores gastos de tiempo y dinero.

La creciente demanda del servicio de transporte hace que más usuarios requieran de transporte más rápido y mejores niveles de servicio en la vía.

Es necesario reducir la cantidad de accidentes y el estrés provocado por el tráfico de la zona en horas punta, para brindar a los usuarios un mejor servicio.

1.2.3. Justificación por viabilidad.

La actual averiguación es realizable porque detallamos con acceso a la información de campo, metodologías y herramientas de análisis:

- Se posee entrada a la sección de averiguación.



- La metodología del HCM y software SYNCHRO están al entendimiento y facilidad de cualquier trabajador.
- Contamos con el financiamiento necesitado para ejecutar la averiguación calificada.

1.2.4. Justificación por relevancia.

El asunto de averiguación es muy significativo ya que la zona a analizar es uno de los caminos primordiales (entrada-salida) a la ciudad del Cusco, por donde circulan vehículos pesados, buses interprovinciales e interdepartamentales, transporte urbano, autos particulares, aparte de que es una vía rápida y por ello los usuarios optan por esta vía.

Por todos estos factores es necesario comprender el nivel de servicio y la capacidad vial, sugeriremos soluciones, jefaturas y lineamientos que fomenten y orienten a la conclusión y diseño de actuales proyectos.

1.3. Limitaciones de la investigación

1.3.1. Limitaciones por espacio.

El análisis se hizo en 5 bifurcaciones, situadas en la provincia del Cusco departamento del Cusco:

- Las intersecciones semaforizadas: Av. Velasco Astete - ingreso al Aeropuerto nacional Velasco Astete y Av. Velasco Astete - calle Los rosales.
- Las intersecciones no semaforizadas: Av. Velasco Astete - salida del Aeropuerto nacional Velasco Astete, Av. Velasco Astete - calle Gardenias y Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena.

1.3.2. Limitaciones por tiempo.

Debido a los obstáculos en la circulación vehicular como el atasco vehicular, cuellos de botella, crecimiento del parque automotor, etc. Es necesario hacer el estudio de capacidad vial y niveles de servicio cada año, ya que cada año se puede ver la variación del flujo vehicular. Por ello se realizó la determinación de capacidad vial y niveles de servicio en el año 2018.

1.3.3. Limitaciones por datos.

No se contó con datos modernizados en lo que refiere a volúmenes de tráfico, por lo que en la presente tesis se realizó el análisis en terreno para la adquisición de datos, como las capacidades vehiculares, del semejante modo con el soporte de equipos y programas geodésicos se determinó las particulares geométricas in situ y registros de datos semafóricos.



1.3.4. Limitaciones por fuente de base

Para el análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio, Perú no tiene una metodología particular es por ello que se requirió al uso de la metodología expuesta por el manual norteamericano Highway Capacity Manual (HCM 2010). El cual es capaz de analizar intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo General.

Determinar la capacidad vial y el nivel de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010 y plantear una propuesta de solución a las condiciones de circulación existentes, dado que es una zona de alto tránsito con demoras altas.

1.4.2. Objetivos Específicos.

Objetivo específico N°1: Determinar las Condiciones de tráfico que influyen en la Capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010.

Objetivo específico N°2: Determinar las Condiciones geométricas que influyen en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010 y evaluar una propuesta de mejora de la Capacidad y simplificación de flujo en conflicto para reducir demoras.

Objetivo específico N°3: Determinar las Condiciones semaforicas que influyen en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010 y determinar cuáles son las condiciones de optimización para la nueva propuesta a implementar.

Objetivo específico N°4: Determinar los tiempos de demora que influyen en el nivel de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010.

Objetivo específico N°5: Determinar la relación Volumen/Capacidad del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento,



Urb. Agua Buena, aplicando la metodología del HCM 2010 y evaluar sus nuevos valores con respecto a las alternativas de solución planteadas.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la tesis.

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.

Tema: Análisis Del Nivel De Servicio De Las Intersecciones Semaforizadas Con Mayor Afluencia De La Av. Hoyos Rubio.

Universidad Nacional de Cajamarca – Perú

Fecha: Cajamarca, 2018

Autor: Bach. Jhonatan Milton Llanos Rimarachín

Resumen:

La tesis tiene por objetivo proporcionar el estudio del nivel de servicio de las bifurcaciones semaforizadas de la avenida Hoyos Rubio con la avenida Vía de Evitamiento Norte y con el jirón Manuel Seoane. Para el desarrollo de la metodología se recabaron datos utilizando la herramienta de la videograbación del tránsito, la cual se efectuó para cada acceso de las intersecciones en análisis por el periodo de una semana, además de los levantamientos topográficos respectivos, obteniendo a partir de estos las condiciones geométricas, semafóricas y del tráfico, fundamentales para la práctica de la metodología HCM 2000 con la cual se determinó el nivel de servicio en función del atraso promedio por auto mediante hojas de cálculo.

Conclusión:

La tardanza de la primera bifurcación es de 353.7 segundos y de la segunda es de 191.7 segundos lo que nos indica que ambas intersecciones tienen un nivel de servicio F, este nivel es considerado inaceptable y muestra problemas en el tráfico vehicular, por lo que es imperante plantear posibles alternativas de solución, con las mejoras propuestas se disminuyeron estas demoras a 43.5 segundos y 40.4 segundos respectivamente en cada intersección optimizando su serviciabilidad a un nivel de servicio D.



Tema: Estudio de la capacidad vial y nivel de servicio de las bifurcaciones semaforizadas: Av. 28 de Julio- 3er paradero de Ttio, Av. la Cultura -Manuel Prado, prolongación Av. la Cultura - Universidad Andina del Cusco; en equiparación con una bifurcación a desnivel superponiendo la metodología del HCM 2010 y softwares de simulación.

Universidad Andina del Cusco

Fecha: Cusco, 2017

Autor: Bonett Peña, Palmira - Yatto Grados, Eiko Hiromi

Resumen:

El actual estudio de averiguación sostuvo como propósito primordial hacer un análisis de la capacidad vial y nivel de servicio de bifurcaciones semaforizadas, en equiparación a una bifurcación a desnivel dominada a la semejante demanda de flujo vehicular. Para la especificación de las condiciones de transito se hizo el correspondiente aforo vehicular y peatonal en dichas bifurcaciones, considerado las horas de superior demanda. Así igual para la especificación de condiciones geométricas de las bifurcaciones se realizó el aumento topográfico. Finalmente, para la especificación de las condiciones semaforizadas se hizo una lista específica del comportamiento de los semáforos y señalización en cada bifurcación. Con los datos conseguidos se inició a la deducción de la capacidad vial y nivel de servicio fundado en el Highway Capacity Manual (HCM 2010) el cual está incluido en el software de simulación Synchro 8.0, dicho software acepto ejecutar el simulacro de dichas bifurcaciones en su estado presente.

Conclusión:

Con los productos conseguidos se especificó en qué año se debería implementar la autorización a desnivel. De mismo diseño con dichos volúmenes se inició al simulacro del tráfico con asistencia del software VISSIM para decidir la capacidad vial y nivel de servicio en dicho año. En fin, con la implementación apropiada de un permiso a desnivelen cada bifurcación, otorga como conclusión una superior capacidad vial y un sobresaliente nivel de servicio para las vías.

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional.

Tema: Análisis de la Capacidad y nivel de servicio de la vía Loja – Vilcabamba (tramo de estudio Loja – Landangui) aplicando la metodología del HCM- 2010

Universidad Técnica Particular de Loja



Fecha: Ecuador, 2014.

Autor: Martínez Aldean Diego Fernando.

Resumen:

En el actual análisis se especifica el proceso de averiguación del estudio de la vía Loja Vilcabamba , en el recorrido Loja –Landangui , con la intención de determinar su aforo y nivel de servicio , sobreponiendo la metodología sugerida por el Highway Capacity Manual 2000 , se eligió la vía que enlaza la ciudad de Loja con las ciudades de Vilcabamba y Malacatos , esta vía muestra una gran suma de derrame vehicular preciso a que son unos de los primordiales lugares de agrado turística en la provincia de Loja.

Este análisis averiguado aclara cada uno de los trayectos realizados, desde el amento de averiguación de campo (capacidad de vehículos y cálculo de las características geométricas), tabulación de datos y estudio de producto.

Conclusión:

La tesis estudiada no introduce sugerir conclusiones, ni de alternativas, si pueden proponer recomendaciones o consejos a tener en nota en un posible ensanchamiento o rediseño de la vía, para así de esta manera aumentar los Niveles de Servicio:

Aumentar y/o edificar espaldones con amplio efectivo de 1,8 m como lo aconseja el HCM.

Aumentar el amplio efectivo de los carriles hasta un minúsculo de 3,6m.

La corrección de la vía, para intentar que los sitios de adelantamiento incrementen y sobre todo que el número de elipses cerradas bajen, ya que se limita notablemente la rapidez.

Tema: Análisis Del Nivel De Servicio Y Capacidad Vehicular De Las Intersecciones Con Mayor Demanda En La Ciudad De Azogues.

Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca

Fecha: Ecuador, 2015

Autor: Ángel Gilberto Jerez Hernández. Oscar Emanuel Morales Santos.

Resumen:

El incremento vehicular es uno de los elementos más destacados en el avance y crecimiento de un centro urbano. El uso de una táctica precisa para el análisis de tráfico implica a una buena programación urbanística figurando métodos económicos. El análisis se hizo en 10 puntos



decisivos de la ciudad de Azogues, mostrando una opción de resolución para los problemas de tránsito y seguridad vial

Conclusión:

En algunos casos los resultados de las propuestas condujeron a un aumento de demoras, entonces, se obtuvieron beneficios relevantes para la seguridad vial, reduciendo los riesgos de accidentabilidad. Es necesario cambios para que se puedan aprovechar mejor las condiciones viales que existen para aminorar los conflictos vehiculares que se basan cuando se implementan los semáforos y la señalización que corresponde.

2.2. Aspectos teóricos pertinentes.

2.2.1. Definición de infraestructura vial.

Agrupación de elementos que admite el desplazamiento vehicular de manera placentera, segura y eficientemente en un sistema vial desde un punto a otro.

Para la infraestructura vial, el análisis normalmente se basa en el periodo de la máxima demanda, en este se presenta los máximos volúmenes de tránsitos que suceden en el día. Generalmente a este periodo le corresponden los niveles del servicio que son más bajos, que se caracterizan porque tienen las más altas demoras en la intersección y, por lo general, por la condición que es más crítica de las operaciones del día. (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

2.2.2. Clasificación de vías.

El sistema de clasificación que se planteó se puede aplicar para todo tipo de las vías públicas urbanas terrestres, como calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, que están destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías; tomando consideración los siguientes criterios:

- Funcionamiento de la red vial
- Tipos del tráfico que está soportando
- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales)



- Espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto)
- Niveles de los servicios y el desempeño operacional
- Particularidades físicas
- Compatibilidad con los sistemas de clasificación que están vigentes.

La clasificación que se adopta considera a cuatro categorías que son las más principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales. Adicionalmente se consideró también la categoría que se denomina “vías especiales” en la que se incluyó esas que, por sus peculiaridades, no se asimilan a categorías que son principales.

Cuando la clasificación de una vía se vincula con su funcionalidad y al papel que es esperado que de desempeño en la red vial urbana, involucra al establecimiento de los parámetros relevantes para el diseño como son:

- La velocidad de los diseños
 - Características básicas que tiene el flujo que transita por ellas
 - Control de accesos y relaciones con otras vías
 - Número de cada carril
 - Servicio a la propiedad adyacente
 - Compatibilidad con los transportes públicos
 - Facilidades que se tienen para el estacionamiento y la carga y descarga de mercaderías.
- (Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

Tabla 1: *Parámetros de diseño vinculado a la clasificación de vías urbanas.*

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de diseño	Entre 80 y 100km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 al 168 de RNT vigente.	entre 50 y 80 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 al 168 de RNT vigente.	entre 40y60 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 al 168 de RNT vigente.	entre 30 y 40 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 al 168 de RNT vigente.
Características del flujo	flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido. También por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas ni peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar las interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiente el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclo vías.	se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclo vías.	está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas
Control de acceso y relación con otras vías	control total de accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el área central de la ciudad, a través de vías auxiliares.	los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersección o cruces sanforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente sanforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	incluyen intersecciones sanforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.	se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.



Número de carriles.	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido.	Unidireccionales: 2 o 3 carriles. Bidireccionales : 2 o 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 o 3 carriles. Bidireccionales : 1 o 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles. Bidireccionales : 1carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales.	deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "carriles exclusivos" o "carriles solo buses" con paraderos diseñados al exterior de la vía.	el transporte público autorizado deberá desarrollarse por buses, preferentemente en "carriles exclusivos" o "carriles solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía	El transporte público cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido.
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías.	No permitido salvo emergencias.	no permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regirá por lo establecido en los art. 2013 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regía por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se regía por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.

Nota: (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas , 2005)



2.2.2.1. *Vías expresas.*

Funciones: Las vías expresas crean relación entre los sistemas interurbanos y los sistemas viales urbanos, sirven generalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). También unen zonas de elevada generación de tráfico que transportan grandes volúmenes de vehículos, que circulan a alta velocidad y tienen bajas condiciones de accesibilidad.

Proporcionan una movilidad que es óptima para el tráfico directo. En su recorrido no está permitido estacionarse, descargar mercaderías, tampoco que los peatones transiten. Esta vía es también conocida como “autopistas”.

Las características del flujo: Es ininterrumpido, ya que no existen cruces que estén al mismo nivel con otras vías, sino simplemente se encuentra a diferentes niveles en intercambios que están especialmente diseñados.

Tipos de vehículos: En las vías expresas se suelen transportar vehículos pesados, lo cual el tráfico se toma consideración para que tenga un diseño geométrico que sea correspondiente. Para el transporte público de pasajeros es permitido que existan los servicios de buses, se prefiere que sea en carrieles que estén segregados y el empleo de paraderos que se encuentran debidamente diseñados en los intercambios. (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.2.1. *Vías arteriales.*

Funciones: Las vías arteriales admiten el tránsito vehicular, que tengan media o alta fluidez, baja accesibilidad y una relativa integración acerca del uso del suelo colindante. Dichas vías deben estar integradas dentro del sistema de vías expresas y deben permitir que se tenga una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. Estacionarse y descargar mercaderías también está prohibido en estas vías.

Las características del flujo: Se debe evitar las interrupciones en el flujo de tráfico. Donde los semáforos estén más cercanos en las intersecciones, se debe sincronizar para que se minimice las inferencias al flujo directo.

Los peatones tienen que cruzar exclusivamente por las intersecciones o en cruces semaforizados que se diseñaron especialmente para el paso de los peatones. Los paraderos del transporte



público se deben diseñar para que se minimicen las interferencias con el movimiento del tránsito directo.

En las intersecciones pueden ser diseñados con carriles adicionales para volteos con el fin de que su capacidad aumente.

Tipos de vehículos: Las vías arteriales son utilizadas por todos los tipos de tránsito vehicular. Admitiendo porcentaje menor de vehículos pesados.

Es recomendable que estas vías cuenten con pistas de servicio laterales para que las propiedades tengan acceso (Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005).

2.2.2.2. Vías colectoras.

Funciones: Las vías colectoras tienen la función de llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en ciertos casos a la vía exprés cuando no es viable que se haga por el intermedio de las vías arteriales. Dan servicio al tránsito de paso de la misma forma a las propiedades adyacentes.

Características del flujo: El flujo de tránsito se interrumpe con frecuencia por las intersecciones semaforizadas, cuando estas empalman con vías arteriales y, con controles simples, con señalización horizontal y vertical, cuando se empalman con vías locales. Para estacionarse existen estas vías en áreas adyacentes.

Tipos de vehículos: Las vías colectoras son utilizadas por todo tipo de tránsito vehicular. En áreas de comercio e industria se presentan porcentajes altos de camiones. Para el sistema de buses se diseñará paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.

(Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.2.3. Vías locales.

Funciones: Su función principal es proveer el acceso a los predios o lotes, debiendo llevar particularmente su tránsito propio, de esta manera se genera el ingreso, así como la salida.

Tipos de vehículos: en ahí transitan vehículos livianos, a veces semipesados; se admite el estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal absoluto. Las vías locales están conectadas entre ellas y con las vías colectoras.



(Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.2.4. Vías de diseño especial.

Son todas aquellas cuyas características que no están de acuerdo a la clasificación anterior.

Es posible mencionar, sin carácter restrictivo los siguientes tipos:

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote
- Pasajes peatonales
- Malecones
- Paseos
- Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas
- Vías en túnel que no se adecuan a la clasificación principal

(Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

En el siguiente Cuadro se presenta resumidamente las categorías principales y los parámetros de diseño antes mencionados.

2.2.3. Usuarios de la vía.

Previamente para abordar cualquier proyecto, nos conviene y se recomienda que se recabe la máxima información sobre sus destinatarios o los usuarios finales porque de esta forma se pueda adecuar lo que se pretende diseñar a sus necesidades.

En el caso que nos ocupa; los proyectos de las carreteras e infraestructuras urbanas, el conductor es pieza fundamental de un complejo sistema que está integrado por personas, vehículos y vías denominado tráfico; no se debe olvidar que importancia tienen el vehículo, que es un instrumento que actúa como intermediario entre conductor y vía, tampoco se debe descuidar la interacción de un tercer componente que es muy frágil como es el peatón. (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.3.1. *El conductor.*

Se define como el sujeto que maneja el mecanismo de dirección o también como el que va al mando de un vehículo. Si empleamos términos más gráficos, podemos decir que el conductor es el cerebro del vehículo.

De él depende; cuando haya fijado su destino - la elección de una u otra dirección para que pueda llegar al mismo, así como la velocidad con que lo recorrerá en cada momento. Realizar una síntesis de estos factores serán necesarias, formando una clasificación que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: *Factores que afectan al conductor.*

Factores que afectan al conductor		
Factores internos	Psicológicos	Motivación.
		Experiencia.
		Personalidad.
		Estado de ánimo.
	Físicos.	Vista.
		Adaptación Lumínica.
		Altura de ojo.
		Otros sentidos.
	Psicosomáticos	Cansancio.
		Sexo.
Edad.		
Factores externos	Tiempo (meteorológico) Uso del suelo. Tráfico. Características de la vía Estado del firme	

Nota: (Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.3.2. *El Vehículo.*

El vehículo es el vínculo entre el conductor que lo maneja y también con la vía que contiene, por esta razón es fundamental el estudio de sus características y comportamiento. Los vehículos fabricados actualmente están diseñados para múltiples usos, por esto las características tienen una variación dentro una extensa gama de formas, tamaños y pesos.

(Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)



2.2.3.2.1. Tipos de Vehículos

El manual de diseño geométrico de carreteras DG 2018 están clasificados en los vehículos en vehículos ligeros y pesados:

- Vehículos ligeros
- Según el Reglamento Nacional de Vehículos, son considerados como vehículos ligeros los que corresponden a las siguientes categorías:
 - - L : (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas)
 - - M 1 : (vehículos automotores de cuatro ruedas que están diseñados para que puedan transportar a pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor).
- Características
- La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no establecen el proyecto, a menos que estemos hablando de una vía en la que no se pueda circular camiones, la cual esta es una situación poco probable en el proyecto de carreteras. Como referencia, se citan las Dimensiones representativas de vehículos que tienen origen norteamericano, generalmente mayores que las del resto de los que fabrican de automóviles:
 - - Ancho: 2,10 m.
 - - Largo: 5,80 m.
- Para poder calcular las distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, es necesario que se defina las diferentes alturas, que están asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones que favorezcan a la visibilidad.
- h: altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- h1: altura de los ojos del conductor: 1,07 m.
- h2: altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil 0 menor altura perceptible de carrocera: 0,45 m.
- hs: altura del techo de un automóvil: 1,30 m

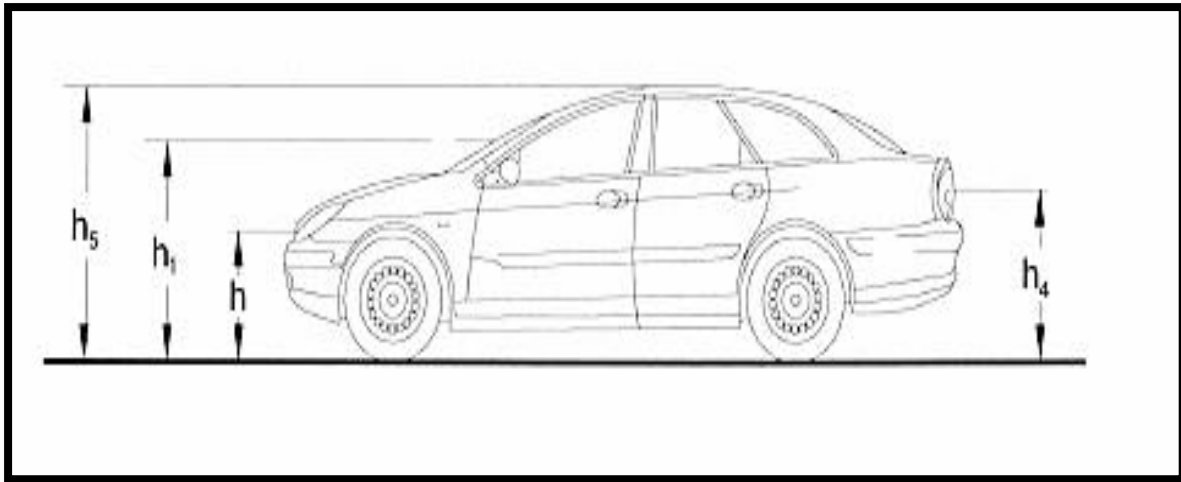


Figura 2 : Alturas asociados a vehículos ligeros.

Fuente: (Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

- Vehículos pesados

Estos están considerados como los vehículos pesados, los que pertenecen a las siguientes categorías:

- M: vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de Pasajeros, (excepto la MI).
- N: vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y construidos para el transporte de mercancías
- O: remolques y semirremolques
- S: combinaciones especiales de los M, N V 0

Características

Las dimensiones máximas de los vehículos que están empleadas en la definición geométrica son las que están establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para que se calcule las distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, es necesario que se defina las diferentes alturas, que están asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones que sean favorables para la visibilidad.

H : altura de los faros delanteros: 0,60 m.

h_3 : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2,50 m.

h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.

h_6 : altura del techo del vehículo pesado: 4,10 m.

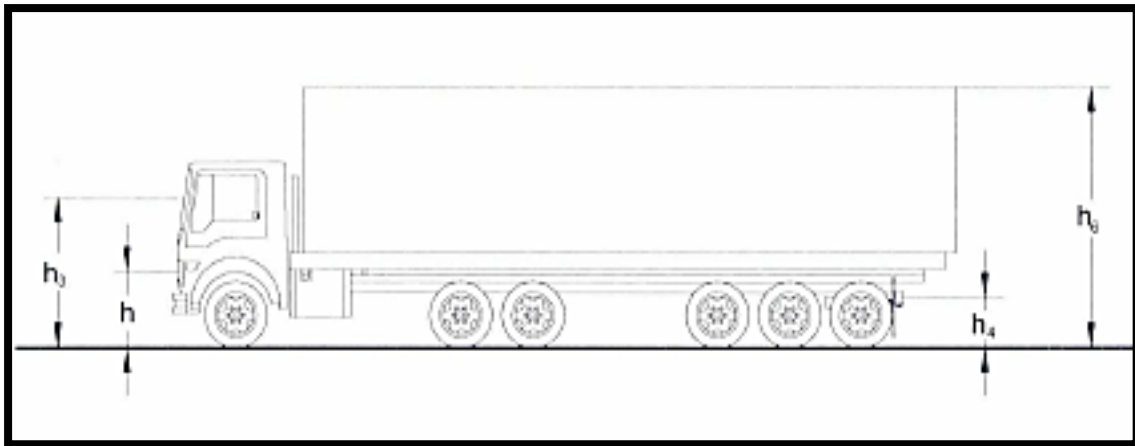


Figura 3: Alturas asociadas a vehículos pesados.

Fuente:(Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

En la siguiente tabla se consideran datos básicos de los vehículos

Tabla 3: Datos básicos de vehículos

Datos básicos de los vehículos del tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras
Según el Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N°058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)

Tipo de vehículo	Alt o total	Anch o total	Vuel o lateral	Anch o de ejes	Larg o total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio min. Rueda Exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes(B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes(B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado(BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70

Remolque simple (C2R1)	4.1 0	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 /2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.1 0	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.1 0	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple(T3S3)	4.1 0	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1.00

Nota: (Reglamento Nacional de Vehículos, 2003)

2.2.3.3. El peatón y su interacción con la vía.

En zonas urbanas, la gran parte de las calles son usadas colectivamente por peatones y vehículos. A parte de ellas, el tráfico de peatones disminuye en gran proporción, por más que este permitido en todas las vías a excepción de las autopistas. La conducta de este colectivo cabe aún más impredecible que el de los vehículos a menos que perciba situaciones de evidente peligro, el peatón.

Estadísticamente fue comprobado que la máxima distancia admitida por el Peatón para que pueda movilizarse sin necesidad de usar alguna clase de vehículo es de 300 m., este dato se debe tomar en cuenta para el proyecto de infraestructuras propias para su uso.

(Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.4. Intersecciones viales.

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que están cruzadas al mismo nivel y donde se incluyen las calzadas que utilizan los vehículos para desarrollar la mayor cantidad de movimientos que sean posibles.

Las intersecciones son elementos discontinuos para cualquier red vial, por esto se representan situaciones críticas las cuales se deben tratar específicamente, porque las maniobras de convergencia, divergencia o cruce normalmente no están en los recorridos.

(Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.4.1. Tipos de intersecciones viales.

Solo hay 2 tipos importantes para la solución a estos problemas que es la intersección a nivel e intersección a desnivel (enlace).

La diferencia se encuentra en las intersecciones del cruce que se realiza a nivel, los ejes de las diferentes vías están cortadas en un punto; en el enlace el cruce se realiza a distinto nivel, interceptándose en este caso en las proyecciones horizontales de los ejes.

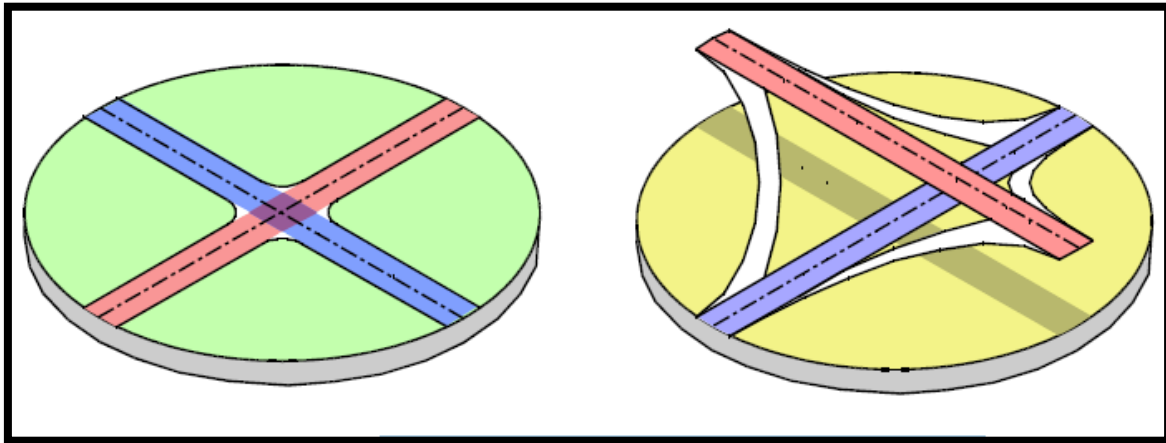


Figura 4: Representación esquemática de intersecciones a nivel y desnivel.

Fuente: (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.4.1.1. *Intersecciones a nivel.*

Es considerada una solución de diseño geométrico a nivel, que permite posibilitar el cruzamiento de dos o más carreteras o con vías férreas, que contengan áreas comunes o compartidas que conecten las calzadas, con el fin de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos posibles de cambios de trayectoria.

Las intersecciones a nivel son considerados elementos de discontinuidad, por presentar algunas situaciones críticas que requieran tratamientos específicos, teniendo en consideración que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce por lo general no son usuales en la mayor parte de los recorridos. Las intersecciones, deben tener las mejores condiciones de seguridad, visibilidad y capacidad, posibles.

Fuente: (Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

➤ **Criterios de diseño**

Una de las soluciones a considerar para una intersección a nivel, es la más sencilla y segura posible. Esto señala que cada caso debe ser tratado cuidadosamente, recurriendo a todos los elementos de que se dispone (ensanches, islas o isletas, carriles auxiliares, etc.), con este criterio



se considerara evitar maniobras difíciles o peligrosas y recorridos innecesarios. En procedimiento, es necesario tener en cuenta los siguientes criterios generales:

A. Criterios generales

Prioritariamente de los movimientos más importantes. Este diseño, debe tener en cuenta la(s) vía(s) principales y secundarias con la finalidad de determinar la preferencia y las limitaciones del tránsito vehicular.

Disminución de las áreas de conflicto. A nivel existen intersecciones que no deben proyectarse en grandes áreas pavimentadas, porque estas inducen a los vehículos y peatones a movimientos confusión y erráticos, con el peligro de ocurrencia de accidentes.

Verticalidad de las intersecciones. Las Intersecciones que tienen Angulo recto, en lo general son las que proporcionan mayor seguridad, ya que permiten mejor visibilidad a los conductores y contribuyen a la disminución de los accidentes de tránsito.

División de los movimientos. Cuando requiera el diseño del proyecto la intersección a nivel estará puesta de vías de sentido único (carriles de aceleración o Deceleración), para la separación del movimiento vehicular.

Visibilidad. La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección, debe tener un límite en función de la visibilidad, incluso llegando a la paralización total. Tipos de intersecciones a nivel.

Canalización y puntos de giro. Contamos con una adecuada señalización horizontal y vertical paralela a la normativa vigente, la canalización y el diseño de curvas de radio adecuado, ponen en conocimiento la regulación de la velocidad del tránsito en una intersección a nivel.

Fuente: (Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

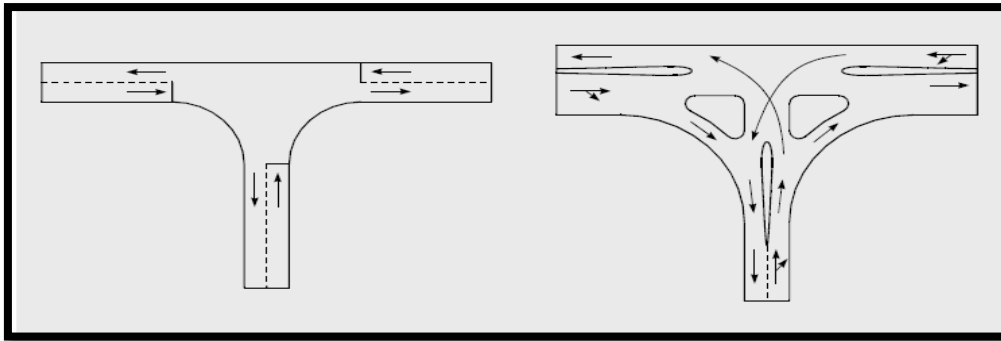


Figura 5: Intersección sin canalizar y canalizada.

Fuente: (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

B. Consideraciones del tránsito

Las consideraciones principales del tránsito que determinan la elección de la solución a adoptar, son las siguientes:

Volúmenes de tránsito, que se conectan a una intersección, su distribución y la proyección de los posibles movimientos, con ello determinar las capacidades de diseño de sus elementos.

La conformación de los flujos por tipo de vehículo, sus velocidades de operación y las particularidades de sus interacciones mientras utilizan el dispositivo.

Su conexión con el tránsito peatonal y de vehículos menores, así como con estadísticas de accidentes de tránsito.

(Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

C. Demanda y modelación

La variable de tránsito más importante en el diseño de una intersección es la demanda, puesto que determina la capacidad resultante de dicho diseño que deberá ser satisfactoria. Con ello se desarrolla el dimensionamiento en términos geométricos y estructurales de sus unidades constitutivas, la operación de semáforos como elemento de control existente, y su coordinación.

La satisfacción de la demanda, considera que debería contener las condiciones actuales y su proyección al año de diseño del proyecto, de tal manera que satisfaga el nivel de servicio y el flujo vehicular, en la normativa vigente con conformidad.

(Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

D. Determinación del tipo de control

El modelo de las intersecciones a nivel, determina las características y el tipo de los elementos de señalización y dispositivos de Control de tránsito que estarán establecidos, con el objetivo de facilitar el tránsito vehicular y peatonal,

El diseño indicado debe contener los siguientes factores:

- Tránsito de la vía principal
- Tránsito de la vía secundaria incidente.
- Tiempos de llegada y salida de los vehículos en ambas vías (intervalo crítico).

(Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

➤ Elementos reguladores y canalizadores

En la realidad existe una serie de elementos que regulan y canalizan el acceso y la circulación en una intersección. Entre ellos existen y dentro de ellos destacando dos de ellos: isletas o elementos canalizadores, y semáforos o elementos reguladores.

A. Isletas

Son consideradas como zonas bien establecidas, posicionadas entre carriles de circulación, con la finalidad de guiar el movimiento de los vehículos y para servir de un eventual refugio a los peatones. Su procedimiento puede realizarse de dos formas:

A través de marcas viales pintadas encima del pavimento; es una de las soluciones más económica, sin embargo no supone ningún tipo de barrera para los vehículos, que pueden invadirla con total libertad.

En elevaciones de la superficie, convirtiéndose en verdaderas “islas” cubiertas de asfalto. Dicha elevación es considerada un obstáculo para el tráfico rodado canalizando oportunamente al no permitir rápidamente su invasión, y prestándose además de refugio a peatones que eventualmente crucen la vía.

Según su función, existen tres tipos de isletas:

Isletas divisorias o separadoras: Su principal función es de separar sentidos iguales u opuestos de circulación. Ordenan y facilitan principalmente los giros

Isletas de encauzamiento: Destinadas a dirigir y controlar las trayectorias distintas que los vehículos pueden realizar en el cruce. Otra de sus utilidades es para delimitar superficies en las que debe prohibirse la circulación.

Refugios: Son aquellas infraestructuras destinadas al resguardo de los peatones, empleadas generalmente por razones de seguridad en espacios excesivamente anchos de vía. EL ancho mínimo considerado es de 1 m. y su longitud, por lo menos el doble de la anchura del paso de peatones.

(Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

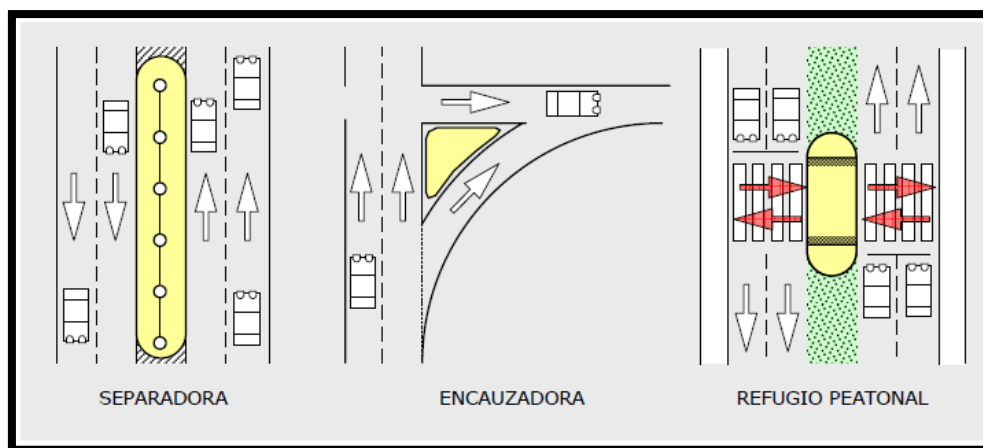


Figura 6 : Tipos de isletas.

Fuente: (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

B. Semáforos

Los semáforos son considerados elementos reguladores del tráfico con exclusividad en las zonas urbanas, pero su uso puede llegar a convertirse necesario en vías de transporte tales como: carreteras, especialmente en conexiones próximas a núcleos de poblaciones. Con una particularidad de los accesos a la intersección que se coloca por lo menos un semáforo, en cuya parte principal aparecerá tres luces: roja, ámbar y verde que se encienden sucesivamente y ordenadamente. Se definen dos conceptos consustanciales a las intersecciones semaforizadas.

(Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

➤ **Tipología a nivel de intersecciones**

Esta intersección se clasifica generalmente en base de su composición (número de ramales que convergen a ella), definición de tránsito, topografía y el tipo de servicio requerido o impuesto. En la siguiente figura, se presentan los tipos básicos de Intersección a nivel.

(Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

I. Intersecciones en cuanto a su composición:

Estos tipos de intersecciones principalmente están marcados por el número de ramas que esta tiene, es así que se presentan los siguientes tipos:

ESPECIALES	DE CUATRO RAMALES				DE TRES RAMALES				
	INTERSECCION EN X		INTERSECCION EN +		EMPALME EN Y		EMPALME EN T		
<p>EN ESTRELLA</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>	<p>SIMPLE</p>
	<p>ENSANCHADA</p>	<p>ENSANCHADA</p>	<p>ENSANCHADA</p>	<p>ENSANCHADA</p>		<p>ENSANCHADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>
<p>VEASE FIGURA 501.01 ROTONDA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADAS</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>	<p>CANALIZADA</p>

Figura 7: Tipos de intersecciones a nivel.

Fuente: (Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG, 2018)

A. Intersecciones de 3 ramales

Las intersecciones de este tipo se utilizan para encuentros de la resolución entre carreteras principales y secundarias, resultando estas últimas succionadas por las primeras. Por la disposición geométrica en planta, se diferencian principalmente dos tipos:

Intersección en T: los ángulos que forman estos ramales son ángulos mayores de 60° , es decir, con direcciones perpendiculares. Simples

B. Intersección en Y: Por lo menos uno de los ángulos que se forman entre los ramales debe ser menor de 60°

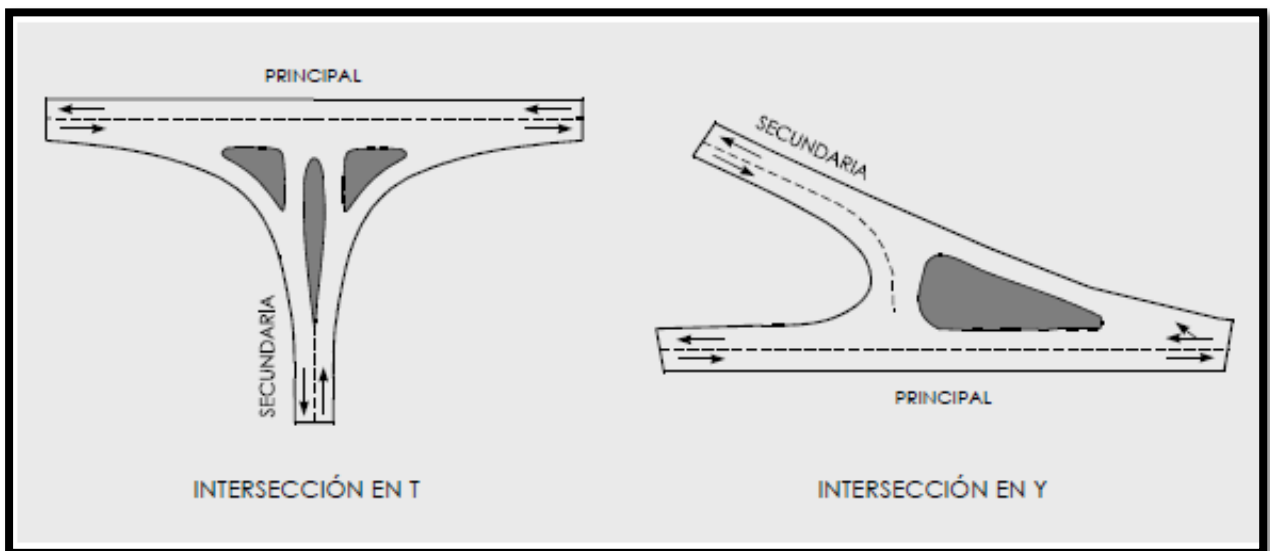


Figura 8: Intersecciones de tres ramales.

Fuente: (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

C. Intersecciones de 4 ramales

En las mencionadas se desarrolla una intersección de dos vías que luego dan cuatro ramales en total, por lo general de un singular rango. Así que las anteriores se presentan dos tipos:

D. Intersección en cruz: Concurren los ramales formando ángulos mayores de 60° , con direcciones poco perpendiculares.

E. Intersección en X: En estos ramales se forman dos ángulos menores de 60° .

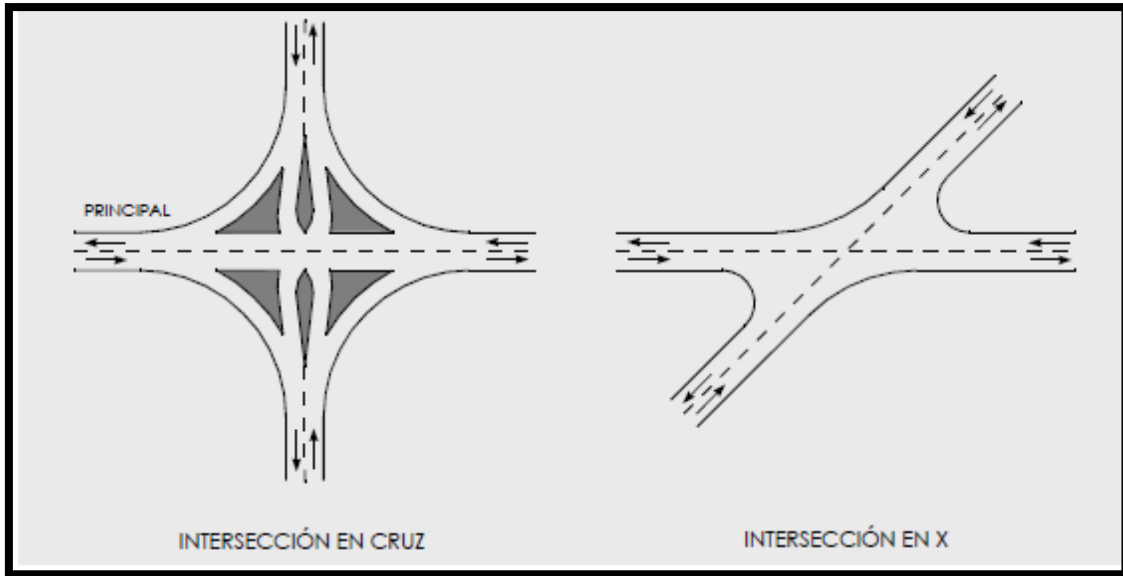


Figura 9: Intersecciones de cuatro ramales.

Fuente: (Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

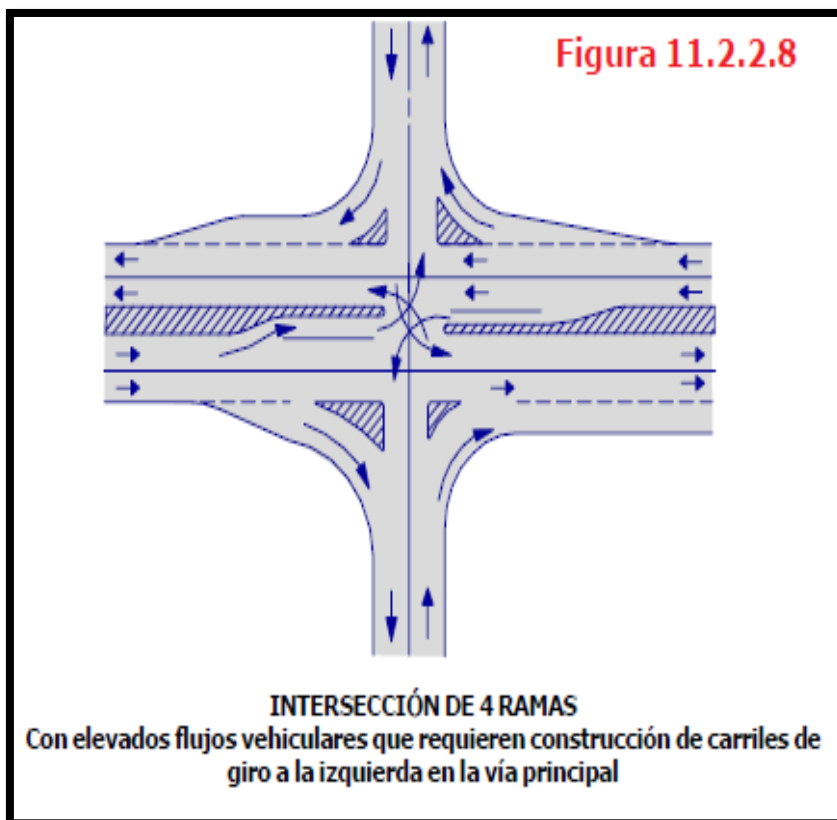


Figura 10 : Intersección de 4 ramales con elevados flujos vehiculares.

Fuente:(Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

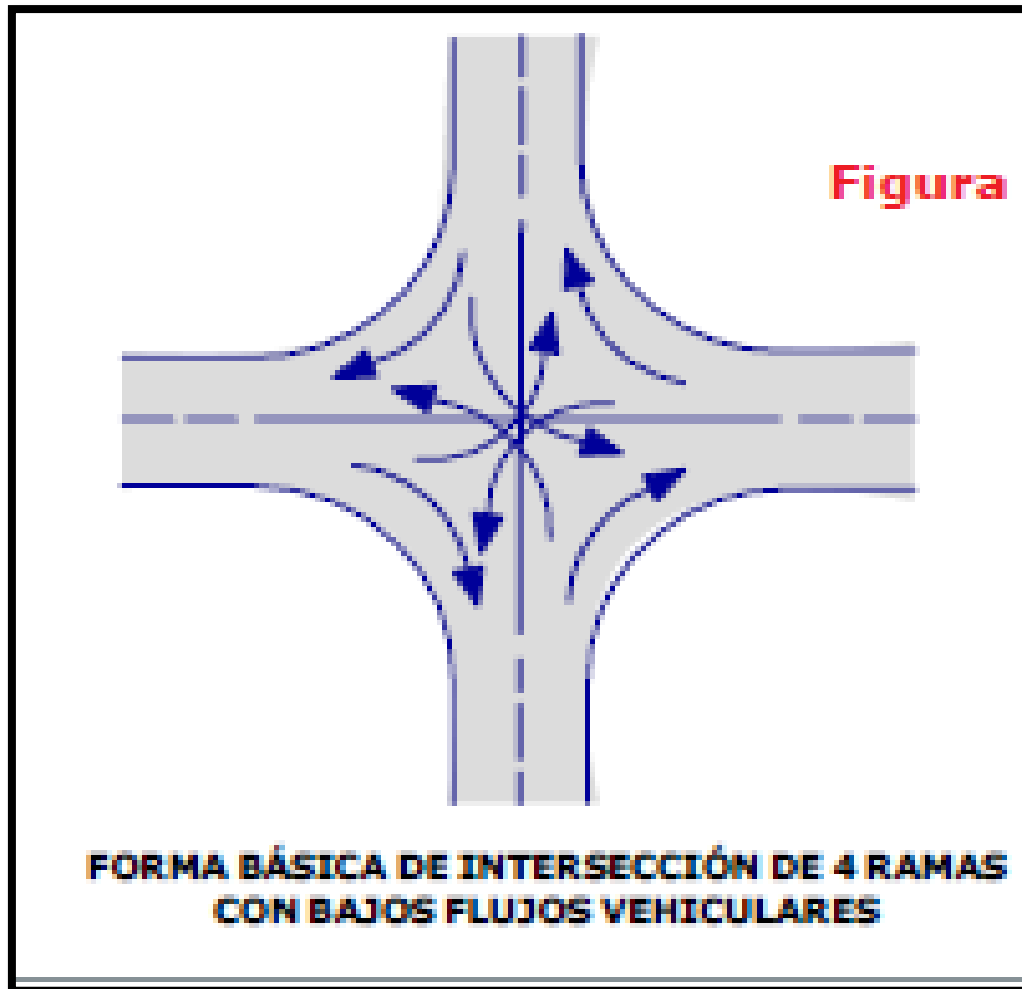


Figura 11: Intersección de 4 ramales con bajos flujos vehiculares.

Fuente:(Ing. Victor Chavez Loaiza, 2005)

F. Intersecciones de 4 ramales a más

La intersección con más de 4 ramales es un tanto difícil de tratar, por lo que es conveniente huir en medida de lo posible. Por lo general, la solución principal es suprimir alguno de los ramales, uniéndolos fuera de la intersección. Algunas veces, sin embargo, esto no es siempre posible y hay que llegar a complejas soluciones o de tipo giratorio. En accesos urbanos, el establecimiento del único sentido en ramales determinados reduce el funcionamiento de la intersección.

(Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

G. Intersecciones glorieta o giratorias

La intersección giratoria o glorieta es caracterizada por la confluencia de los ramales dentro de un anillo de circulación giratoria en sentido anti horario alrededor de una isleta principal, teniendo como objetivo de paso algunos vehículos que circulan por ella. Este tipo de intersección surge como un intento de aliviar los incipientes problemas de congestión y accidentalidad en ciudades.

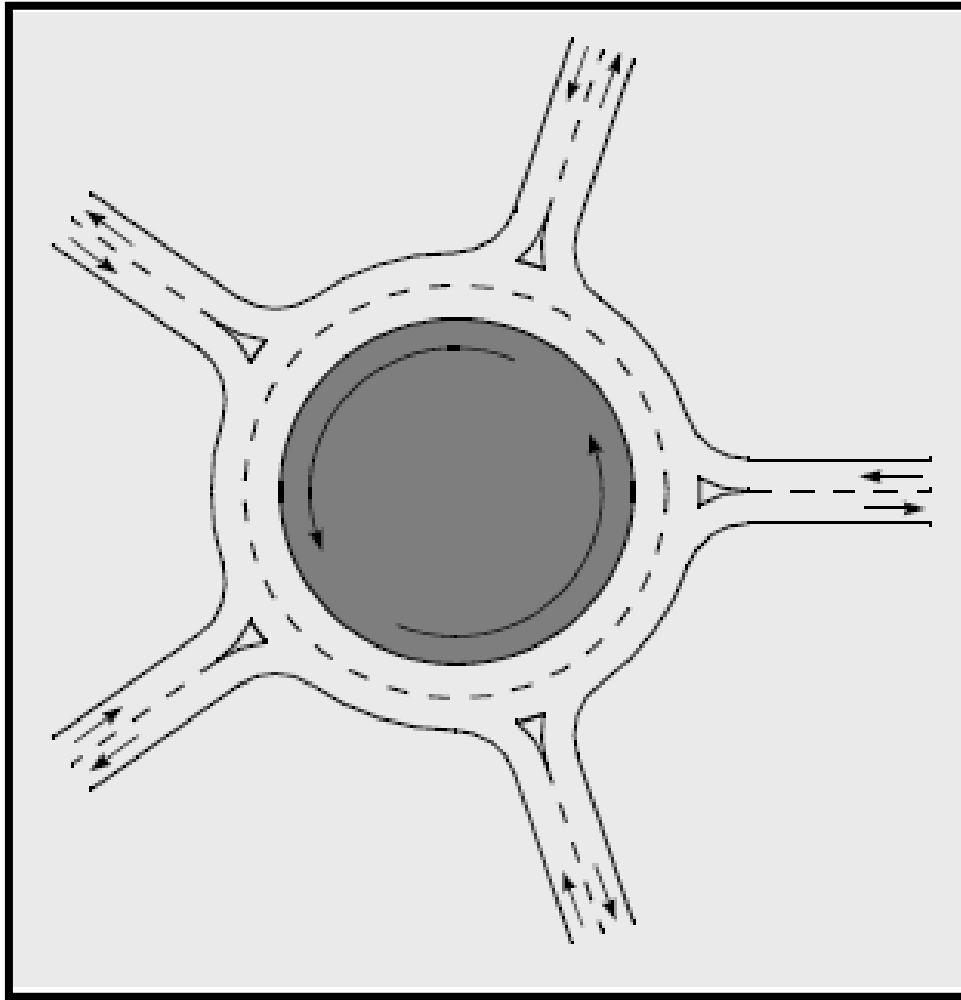


Figura 12: Esquema de una intersección giratoria o glorieta.

Fuente:(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

➤ **Intersecciones semaforizadas**

El punto de intersección regulada por los semáforos es una de las circunstancias más complejas en el sistema circulatorio. El desarrollo de intersecciones reguladas por semáforos debe considerar una multiplicidad de variedades con condiciones prevalecientes, incluyendo la cantidad y la distribución del tráfico, características geométricas y los detalles de la señalización



de la intersección. En dichas intersecciones que son reguladas por semáforos hay que introducir un elemento adicional entorno del concepto de capacidad: la distribución del tiempo.

El semáforo principalmente distribuye el tiempo de los movimientos circulatorios conflictivos que quieren utilizar el mismo espacio físico.

La metodología propuesta que se aplica a la capacidad y al nivel del servicio de los accesos a la intersección. La capacidad evalúa en términos de la relación entre intensidad de la demanda y la capacidad (relación I/c), paralelamente el nivel de servicio evalúa en base a la demora media de parada por vehículo (seg/v). (Highway Capacity Manual HCM, 2010)

I. Semáforos

Los semáforos actualizados dan el tiempo de diferentes formas, desde el método más simple de tiempos determinados “tiempo fijo” y dos niveles complejos de modelos multiniveles. Esta parte representa los diferentes tipos de operación de semáforos y la capacidad.

Normalmente se efectúan estos términos para representar las operaciones de los semáforos:

Ciclo: Mensajes de los semáforos y correlación total de las señalizaciones.

Duración del ciclo: El tiempo requerido que necesita el semáforo para terminar el ciclo, representado en segundos, se describe con el símbolo C .

Fase: La etapa de un ciclo que es brindada a la movilización del tráfico que le es permitido avanzar en diferentes rangos.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

Intervalo: Donde las señalizaciones de los semáforos sean constantes en un periodo de tiempo.

Tiempo de cambio. El rango de amarillo asociado con el rojo que van el los niveles para que sea posible escapar de la intersección antes que la movilidad contraria este en movimiento: es representado con el símbolo Y es medido en segundos.

Tiempo de verde: el tiempo, adentro del nivel dado, en el que la indicación de verde esta a la vista: que se expresa con el símbolo G_i (para el nivel de i) y en segundos

Tiempo perdido: es el periodo de la intersección que no es utilizado en ningun movimiento, este periodo pasa cuando el rango de variación en proceso de que la intersección se evacua y al



comienzo de cada nivel al momento en el que los autos primarios dificultan al momento de acelerar.

Tiempo de verde efectivo: el periodo en que el nivel dado es posible para la movilización permitida, normalmente es considerado como el tiempo verde asociado al rango de cambios menos el que se pierde para el nivel de cuestión; representada en segundos.

Proporción de verde: la luz verde enlazado con la demora del ciclo, descrita con el símbolo g_i/C (para el nivel 1)

Rojo efectivo: el momento cuando es permitido el transito en un movimiento dado o diferentes movimientos; es el tiempo que demora el ciclo menos la luz verde en efecto para el nivel especifico, representado en segundos.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

II. Tipos de movimiento

Regulado por los semáforos en la intersección, el tiempo de verde no solo influye en el contenido; tiene considerarse la movilización de vueltas dentro de los niveles. Existe la presencia de cuatro modelos de movilización: de paso, vuelta permitida, vuelta protegida y vuelta sin restricción.

- De paso: los vehículos siguen el mismo sentido que va antes de cruzar la intersección. El total de la movilización, es pequeña en cuanto al proyecto.
- Vuelta permitida: los vehículos que se movilizan tienen que pasar por un transito de peatones, un avance de vehículos en dirección contraria. Una movilización al voltear a la izquierda se realiza en el tiempo que se moviliza el tráfico en dirección contraria esto se puede permitir. de tal manera, una movilización al voltear a la derecha junto con el cruce de las personas. Este modelo de movilización nos obliga a que dure mas tiempo la luz verde.
- Vuelta protegida: en esta movilidad, los automóviles no son opuestos por vehículos o personas al momento de hacer las maniobras. Estas son las vueltas a la izquierda que se hacen en el nivel exclusivo para esto se adiciona una flecha verde en el semáforo o de vueltas a la derecha que prohíban el paso de las personas en el nivel.



- Vuelta sin oposición: en este giro el tipo de movilización no necesita un ajuste de nivel exclusivo, porque el ajuste en las intersecciones trata de que haya problemas o interrupciones con el tráfico que se está movilizando. Esto ocurre en las avenidas con una sola dirección o en las intersecciones en t actúen con dos niveles que se separen en las direcciones.

(Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000)

III. Modalidades básicas de operación

El semáforo es posible que se opere en tres modelos básicos considerando el tipo de equipo de control:

Operación prefijada o de tiempos fijos:

El tiempo que dura el ciclo, los niveles, la duración del verde y el rango de cambio son preestablecidos, el semáforo circula en este ciclo; el ciclo es igual siendo el tiempo que dura de ciclo. Si hay equipos disponibles, diferentes reglajes de tiempo prefijados se pueden utilizar diferentes reglajes de tiempo prefijados, llegando cada uno en la funcionalidad de situaciones determinadas en el día.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

Operación semi accionada por el tráfico

En esta operación los detectores de la calle secundaria indican que un vehículo o varios vehículos llegaron a uno o ambos accesos secundarios esto sucede cuando la calle principal se pone en luz verde en todo el tiempo. Esto quiere decir que el semáforo está en el nivel verde para la secundaria, después de un rango adecuado, que se mantenga hasta que todos los vehículos pasen o también cuando el verde de la calle secundaria llegue en el tiempo establecido.

Operación totalmente accionada

En esta operación los detectores son los que controlan los niveles de los semáforos. En la mayoría el tiempo de duración del verde es pequeño y amplio determinados en cada nivel, como la correlación de niveles. La forma de esta operación, el tiempo que dura el ciclo y los tiempos de verde son variados de acuerdo a la demanda. Algunos niveles de periodo son opcionales y se pueden eliminar por completo en caso de que los detectores registren la demanda.

(Highway Capacity Manual (HCM), 2000)

➤ **Intersecciones no semaforizadas.**

En la intersección no semaforizada el que conduce tiene que saber el momento adecuado para realizar una movilización deseada. Las intersecciones sin la señal para controlar la congestión, conocido como semáforos; depende al tiempo y campo del que utiliza, porque estos tienen que elegir una decisión respecto a decidir el momento para realizar el movimiento (tiempo) y elegir si es correcto realizarlo(espacio)

El grupo de los caminos no previstos y el querer del conductor es en las zonas de congestión con otras movilizaciones de dirección, esto influye negativamente ya que pueden ocurrir problemas serios.

(Depiante V. &(2011))

Para comenzar, se tiene que el tipo de intersección no es de las zonas urbanas mas bien las vías interurbanas o puestas en la periferia de la ciudad. Otro detalle a aclarar es elegir la tipología de intersección para la funcionalidad de la condición de la congestión.

2.2.5. Dispositivos para el control del tránsito.

Se definen dispositivos para controlar el tránsito a la señal de tránsito, marcas, semáforos y diferentes dispositivos, que se colocan encima o continuamente a las calles y autopistas encargadas por la autoridad, con el fin de prevenir, regular y guiar a los conductores.

Al implementar los componentes para controlar la congestión, se realiza en base a los análisis de la ingeniería vial que tiene que ser realizado en cada caso, el método de vía, la utilización de la autopista de la parte adyacente, las propiedades de diseño acorde al manual de la autopista: Diseño Geométrico (DG vigente), propiedades al operar, la condición ambiental, la concordancia con las reglas de tránsito.

(Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)



2.2.5.1. *Clasificación de dispositivos de control.*

Los componentes que controlan e indica a los conductores los peligros, las limitaciones e informaciones. Los componentes para controlar la congestión en las avenidas y las autopistas están clasificados en:

2.2.5.1.1. Señales verticales.

Las señales verticales son componentes que se ponen al costado o en la vía, y su fin es reglamentar el tránsito, informar y prevenir a los que usan la autopista a base de letras o símbolos que se establecen en el manual.

Mediante el estudio de ingeniería vías será la implementación ejemplo, el exceso al utilizar la señalización vertical en un recorrido pequeño ya que ocasiona una contaminación visual. De igual manera es de vital importancia la utilización de las señales de información, la finalidad es que los conductores sepan su localización y el lugar a donde quieren llegar.

(Manual de dispositivos de control del transito automotor para calles y carreteras, 2016)

Clasificación de señales verticales:

- Señales Regulatoras o de Reglamentación: su finalidad es indicar a los que usan la autopista las propiedades, prohibiciones, restricciones obligaciones y autorizaciones existentes. El incumplimiento puede llevarte a un delito.
- Señales de Prevención: la finalidad es indicar a los que usan la autopista sobre la existencia y los riesgos naturales o acontecimientos imprevistos que pueden suceder en la autopista o el los espacios adyacentes, sea de forma permanente o situacional.
- Señales de Información: la finalidad es dirigir a los que usan la autopista y brindarles datos con el fin de que lleguen a su destino de forma más precisa. Además, dan información relevante de las distancias de pueblos cercanos, como son kilometraje de rutas, nombre de las calles, lugares turísticos entre otros.



(Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)

2.2.5.1.2. *Señales horizontales.*

Es dada por las pinturas planas en la autopista, como son las líneas transversales, horizontal, flechas, símbolos y palabras, que se pintan sobre la autopista, jardines, y otras partes de la vía y lugares adyacentes.

La señalización está conformada por los dispositivos que están colocados en la superficie de la rajadura, definidas de otra forma marcas elevadas en la autopista, la finalidad es canalizar y regularizar la congestión o señalización de las restricciones.

Se ejecutan para poner orden a la circulación, utilizar las señales en las vías, ya que constan del elemento no dispensable en las maniobras del vehículo y la seguridad vial,

(Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)

2.2.6. Volumen de tránsito horario.

Definimos los siguientes volúmenes de tránsito de horario en base a la hora, en base a los automóviles por hora.

2.2.6.1. *Volumen horario de máxima demanda.*

Es la máxima cantidad de automóviles que van por un punto o sección de un carril en un tiempo de 60 minutos seguidos. Es la representación de la etapa máxima que se pueda presentar en un determinado día particular.

(Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas, 2005)

2.2.6.2. *Volumen horario de proyecto.*

Nos ayuda para definir las propiedades geométricas de la vialidad. Principalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado.

(Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas, 2005)



2.2.7. Velocidad en general.

En total, la denominación de velocidad es la relación del espacio recorrido y el tiempo que demora en recorrerlo. Esto quiere decir, que representa la movilización de un vehículo, que mayormente se expresa en kilómetros por hora (km/h).

Por otro lado, la velocidad constante, se determina como una función lineal del recorrido y el tiempo, definido en la siguiente formula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

v = Velocidad constante (Kilómetro por hora)

d = Distancia recorrida (kilómetros)

t = Tiempo de recorrido (horas)

(Manual de Diseño Geometrico de vias urbanas, 2005)

2.2.7.1. Velocidad a flujo libre.

La velocidad a flujo libre es la rapidez promedio de los automóviles en la la autopista determinada, medida en base a la condición de tamaño pequeño, al momento en que el conductor comienza a manejar a una rapidez elevada sin fronteras de retraso.

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.8. Capacidad vial en intersecciones semaforizadas.

La capacidad de la intersección se define cada uno de los carriles. El almacenamiento de los carriles es el máximo porcentaje de flujos para el conjunto de carril este puede pasar por la intersección en base a la congestión, la condición de los semáforos, las vías. El porcentaje de



flujo es normalmente medida o proyectada para 15 minutos, y el espacio que se establece para vehículos por hora (vph).

- A.** Condiciones de tráfico abarcan el tamaño en cada aproximación, el desplazamiento de vehículos movilizándose (izquierda, derecha y de frente), el desplazamiento de tipo de vehículos en movimiento, la ubicación y la utilización de paradas de los autobuses (transporte publico) dentro del área de intersección, acceso de personas que pasan y movilidad de la estación en el espacio de la intersección.
- B.** Condición de la vía (geométricas): la condición abarca la geometría base de las intersecciones, tomando en cuenta la cantidad y la anchura de las vías, cimas y asignación del uso de la vía abarcando el parqueo.
- C.** Condición se de semáforos: abarca la definición total de los niveles de señal, el método para controlar y los tiempos, y la evaluación de la progresión para las diferentes vías.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.9. Nivel de servicio.

Medida cualitativa que define la condición de la operación del tránsito de vehículos, y de la presencia de las motos y/o pasajeros. La condición es descrita por la velocidad y el tiempo en el que recorre, la libertad de realizar las maniobras, la calidad, la seguridad vial.

(Manual de Diseño Geometrico de vias urbanas, 2005)

El servicio prestado por la intersección de semáforo se define por el retraso, esta es un inconveniente del conductor, inconformidad, el consumo de combustible y perdida del tiempo.

El retraso que experimentan los conductores es realizado en base a la cantidad de factores relacionados con la geometría, control, el tráfico y los incidentes.



(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

- Nivel de servicio A define la operación con un retraso de 10 s/veh o mas bajo y una proporción volumen-capacidad no mas de 1,0. En esta fase se utiliza al momento de que la proporción volumen-capacidad es pequeña y la progresión es favorable y el tiempo que dura el ciclo es muy bajo. Si es debido a la favorable progresión, la mayor parte de los vehículos entran en la luz verde y van mediante la intersección sin parar.
- Nivel de servicio B define la operación para controlar la demora de 10 a 20 s/veh y una proporción tamaño y capacidad no mas de 1,0. En este nivel se da al momento en que la proporción volumen-capacidad es menos y la progresión es favorable o el tiempo que dura es el ciclo es pequeño. vehículos estacionados en mayor cantidad que del nivel de servicio A.
- El nivel de servicio C define la operación que va desde un 20 y 35 s/veh y una proporción de volumen-capacidad no mas a 1.0. este nivel es asignado al momento de la progresión cuando es favorable o el tiempo que demora el ciclo es moderada. Errores individuales en el ciclo (esto no trata de decir, que más de un vehículo en la cola no pueden acceder a la salida en resultado de capacidad en el ciclo) empiezan a verse en esta fase. la cantidad de vehículos que están estacionados son de vital importancia, pero algunos de los vehículos atraviesan la intersección sin parar.

El nivel de servicio D define la operación para controlar que va de 35 y 55 s/veh y una proporción de volumen-capacidad no mas que 1,0. Este nivel se asigna en el momento que la proporción volumen-capacidad es alta y la progresión es ineficaz o el tiempo que dura el ciclo es mucho. Artos vehículos paran y los fallos ciclos a nivel individual son palpables.

- Nivel de servicio E define la operación para controlar la demora que va de 55 y 80 s/veh y una proporción volumen-capacidad no mayor que 1,0. Este nivel es asignado al momento en cuanto la proporción volumen-capacidad es alta, la progresión no es favorable, y el tiempo que demora es demasiada. El fallo de ciclo individualmente es constante.
- Nivel de servicio F es descrito si las operaciones para controlar demoran mas de 80 s/yeh o una porción de volumen- capacidad con mas de 1.0. este nivel se asigna normalmente al momento de volumen-capacidad es demasiad alta, la progresión es pobre, y el tiempo que dura el ciclo es larga. La mayor parte de los ciclos no acceden borrar la cola.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

Tabla 4: *Valores de la relación de pelotón*

Control de Demora (s/veh)	Nivel de Servicio- Radio capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	F
$> 10 -20$	B	F
$> 20 -35$	C	F
$> 35 -55$	D	F
$> 55 -80$	E	F
> 80	F	F

Nota: (Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.10. Tasa de demanda del flujo.

El porcentaje de flujo para las intersecciones a la movilización del tráfico se determina como la cantidad de automóviles que entran a las intersecciones en la etapa de análisis entre la duración de la etapa de análisis. Se define como el porcentaje de flujo por horario, pero es posible determinar la etapa de estudio menores a 1 h. el porcentaje de flujo determina el porcentaje de flujo de vehículos que van en la intersección. Al momento de medir el campo, este porcentaje considera el tráfico adoptado anteriormente en la intersección de la cola asociada.



Esta diferenciación es esencial para saber los recuentos en las etapas congestionado por que el recuento de vehículos divididos en el enfoque de congestión produciría una tasa de demanda de flujo que es diferente al porcentaje real.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.11. Factor hora punta de intersección.

El factor de hora punta para las intersecciones se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$PFH = \frac{n60}{4n15}$$

Donde:

PHF : Factor de hora pico

n60 : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh)

n15 : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

La variable utilizada en el denominador de la ecuación de estar en el intervalo de 15 minutos que se produce en la etapa de 1-h indicado por la variable del numerador. Las dos variables de esta ecuación es la cantidad de total de los automóviles que llegan a la intersección en el periodo respectivo. Como se ve un factor de hora punta se obtiene para la intersección. El factor es aplicado de manera individual en cada movilización del tráfico. Los valores de este factor van en un intervalo de 0,80 a 0,95.

La utilización del único factor de hora pico para la intersección esta preestablecido para evitar la probable creación de escenarios de demanda conflictiva con el tamaño que no son proporcionales al volumen real en la etapa de estudio de 15 min.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.12. Relación de pelotón.

La relación de pelotones utilizada para determinar la calidad de la señal de progresión para la determinada movilización. Se obtiene como el porcentaje de flujo en el intervalo verde entre el promedio del porcentaje de flujo de demanda. Los elementos para el enlace del pelotón

comúnmente varía de 0,33 a 2,0. La tabla 4 nos da la indicación de la calidad de la progresión sumada valores del enlace de pelotón.

Tabla 5: *Valores de la relación de pelotón*

Platoon ratio	Arrival Type	Progression Quality
0.33	1	Very poor
0.67	2	Unfavorable
1	3	Random arrivals
1.33	4	Favorable
1.67	5	Highly favorable
2	6	Exceptionally favorable

Nota: (Highway Capacity Manual HCM, 2010)

El enlace de pelotón para los vehículos en movimiento se puede determinar a partir de información del campo utilizando la siguiente ecuación:

$$RP = \frac{P}{\left(\frac{G}{C}\right)}$$

Rp : Relación de pelotón,

P : La proporción de vehículos que lleguen durante la indicación verde (decimal),

G : Tiempo verde efectivo (s),

C : Duración de ciclo (s).

La cantidad de vehículos que llegan al momento del verde P se define como el número de vehículos que entran en el tiempo verde entre el número de vehículos que entran en el periodo de la señal. Es un valor que determina la condición en la etapa de estudio.

2.2.12.1. Tipos de llegada.

- Tipo de llegada 1 se define se por el bajo pelotón con más 80% de la movilización del volumen de grupo llega al comienzo del rango de rojo. Este tipo de llegada es sumada con los del segmento pequeños muy pobre en la dirección del viaje (y posiblemente buena progresión para la otra dirección).
- Tipo de llegada 2 se define como un pelotón bajo llega a la mitad del rango de rojo o el pelotón que está contenido en el 40% y 80% del tamaño de grupo o movilización cuando

llegan en el rango de color rojo. Este tipo de llegada esta sumada son el segmento de longitud media progresión nada favorable en la dirección del viaje

- Tipo de llegada 3 define alguna condición. Si la señal es coordinada del segmento limitador, al llegar este tipo de propiedades por el pelotón que tenga menos de 40% de la movilidad del tamaño de grupos que llega en el rango de rojo y también en el rango del verde. Si la señal no es coordinada, después de llegar se caracteriza por personas que llegan a la intersección en distintos tiempos en el trance de la etapa de estudio, de tal forma que la llegada sea aleatoriamente.
- Tipo de llegada 4 se define por el pelotón ligeramente denso llegando en el rango verde o el pelotón dispersado que esta en el 40% y 80% del tamaño de grupo de movilización que llega en el rango de verde. Este método de llegada es sumado con el segmento de la longitud media con una favorable evolución en la dirección del viaje.
- Tipo de llegada 5 se define con un denso pelotón con mas de 80% de la movilización del tamaño que llegan al comienzo del rango de verde. El tipo de llegada se asocia con el segmento cortos de progresión favorable del tema de dirección de la marcha y la cantidad baja de entradas de la calle lateral.
- Tipo de llegada 6 se define por el denso pelotón con más del 80% de movilización del tamaño de grupo entrando al inicio del rango del verde. El tipo de llegada es producido en segmentos pequeños con progresión excepcional que favorece a la dirección del viaje y a menudo calle lateral entrados. Se reserva para rutas en densas redes de señal, con calles de solo una vía.

2.2.13. Cola inicial.

La cola del comienzo es la cola que se presenta al inicio de la etapa de estudio para los autos en tránsito. La cola inicia al momento de que la congestión se demora demasiado. Esta cola se puede determinar con el control de recuento de la cola en los tres periodos continuos que se dan al comienzo de la etapa de estudio. El recuento observado más pequeño que se observa en el día es registrado. Al comienzo la cola es igual a la medida de los tres recuentos. Al comienzo la cola no tiene que contener los vehículos de la cola al azar.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.14. Tasa de flujo peatonal.

El porcentaje de peatones es la cantidad de personas que transitan en el cruce peatonal que son intervenidos por vehículos que voltean ala derecha en la etapa de estudio, un pequeño ejemplo el porcentaje de peatones con relación del oeste define el tránsito de las personas en el cruce de peatones en la parte del norte. se considera o se toma en cuenta el tránsito en los cruceros peatonales individualmente. Cada consideración de divide en la etapa de estudio para para tener un porcentaje de acceso de horario. Estos porcentajes se ponen para determinar el flujo de los peatones.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.15. Tasa de flujo de bicicletas.

El movimiento de las bicicletas tiene como base la cantidad de bicicletas el cual el camino es interceptado por vehículos, que voltean a la derecha desde la etapa de estudio. Las bicicletas se pueden movilizar en el hombro o por el carril-bici. Las bicicletas no deberían estar en el recuento cuando utilizan el carril de la derecha con el tránsito de vehículos. En esta intersección no es modelada por este método. El recuento se divide por el tiempo de estudio para definir el porcentaje de acceso a cada hora.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.16. Máximo verde.

La configuración de máxima verde determina la cantidad máxima del tiempo que la señal verde se puede observar en la presencia del conflicto. Los máximos valores comunes de verde al voltear a la izquierda tiene un intervalo que va de 15 a 30 segundos. Los valores mas comunes de los servicios de la calle menor tienen un intervalo que va de 20 a 40 segundos y el valor que sirve para los niveles de la calle tiene un intervalo que va de 30 a 60 segundos.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.17. Mínimo verde.

La configuración mínima de color verde es una pequeña cantidad de tiempo que la señal de color verde se podría ver es en el momento en que se activa. El tiempo que dura tiene como base el tiempo en el que reaccionan los conductores, el tráfico y la atención de los conductores.



Lo rangos comunes del color verde están en un intervalo que va de un 4 a 15 segundos, en este caso se utiliza los valores más cortos en este nivel accediendo el giro y movimientos en volúmenes bajos.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.18. El cambio de color amarillo y el rojo.

La variación del color amarillo y rojo son configuraciones de holgura a cada ingreso de nivel de la señal. La variación de amarillo esta determinado a avisar a los conductores a la presentación de color rojo esto en un intervalo de va de 3 a 6 segundos, este este rango se usa los mayores valores, niveles que sirven movimientos en alta velocidad. La parte al separar el color rojo se usa para acceder un tiempo pequeño para que pase a la luz amarilla, en el momento en el que la señal mayor suma con el ultimo nivel y todos los niveles indican el color rojo, si separamos el color rojo seria en un intervalo de 1 o 2 segundos.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.19. Duración de ciclo (Coordinado- operación Actuada).

El tiempo de demora del ciclo pasado al final de la presentación secuencial del verde de nivel coordinado.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.20. Fase dividida (Coordinado- operación Actuada).

Los niveles que no son coordinados son siempre un Split. Este periodo es la adición del verde, cambio a ámbar y el tiempo del rojo para el nivel.

Para definir el tiempo que dura el verde es diferente en los organismos; a pesar de ello, constantemente es relacionado con perfecta demora del verde.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.21. Desplazamiento y punto de referencia de desplazamiento (Coordinado- operación Actuada).

El nivel de referencia se define que uno de los niveles se coordina (quiere decir el nivel 2 o 6). El desplazamiento medido en el control representado cuando comienza el nivel de referencia referido al tiempo cero del procedimiento dominante.



El desplazamiento tiene que ser especificado como la referencia al comienzo o fin del intervalo verde del nivel de referencia. El punto de relación en el desplazamiento a veces puede ser el mismo en la mayoría de las intersecciones de un determinado procedimiento de señal.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.22. Modo de Fuerza (Operación Coordinada- Actuada).

Esta metodología es un ajuste específico del control. Se adecuan en fijos o flotantes. El control se puede calcular el punto de fuerza en el nivel, en cada nivel no se coordina sobre la base modo forzado y nivel dividido, cuando este en modo fijo, cada nivel no coordinado tiene un punto de fuerte fijo en un tiempo establecido en el ciclo, similar al tiempo cero en el plan dominante. La maniobra nos indica que no se debe usar el tiempo para regresar al próximo nivel. Establecer el modo al flotar, cada nivel no coordinado tiene un punto de fuerza fijado en un tiempo después del nivel que se activó. Esta maniobra no da la posibilidad de no usar el tiempo después del primer nivel que se activó (se define como un pronto retorno a verde).

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23. Metodología del HCM.

2.2.23.1. Paso 1: Determinar grupo de movimientos y grupo de Carriles.

A. Grupo de carriles y grupo de movimientos se establecen

el carril o grupo de carriles señalados para el estudio se define como un grupo de carril. En total, un grupo de carril separado esta para (a) cada carril (o la mezcla de carril inmediatamente), esta sirve exclusivamente a la movilización y (b) cada que se comparte por más de dos movimientos.

La definición de los grupos de movilización se establece para tener una facilidad al meter la información. Un grupo individual de movilización se establece para (a) cada movilización al voltear a más de un carril de exclusividad y (b) entre el movimiento (incluidos giros que compartan el carril)

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

B. Movimiento y Numeración de la fase

La figura N°18 se verifica la movilización del tráfico en los vehículos y personas en la intersección de cuatro piernas. El movimiento del tráfico peatonal se muestra para cada intersección y tres movimientos de tráfico vehicular. A los diferentes movimientos le asignamos la única cantidad y mezcla de letras. La letra P define la movilización del peatón.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

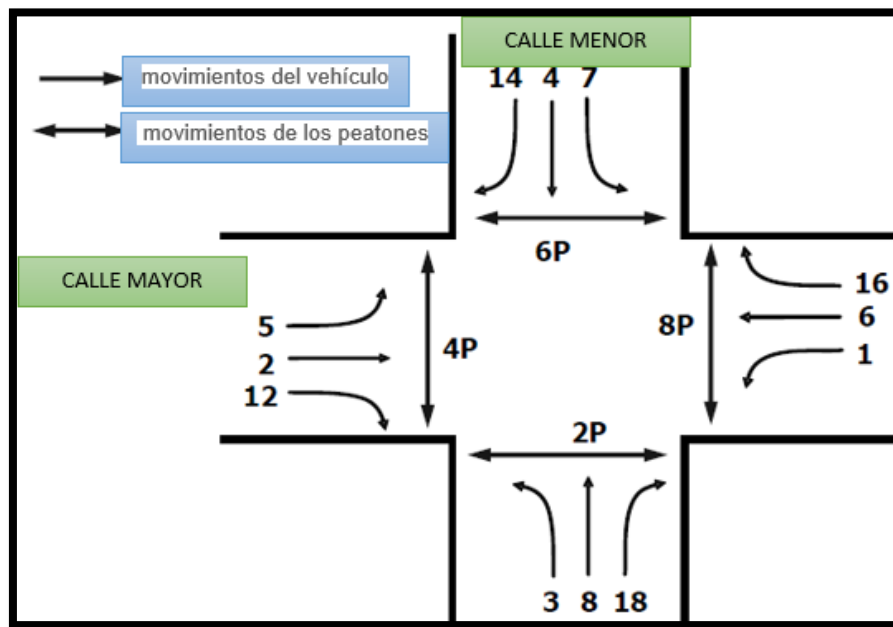


Figura 13: Movimiento de tráfico de vehículos y peatones

Fuente:(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.2. Paso 2: Determinar la tasa de flujo de Grupo de Movimientos.

El porcentaje de flujo para cada grupo de movilización se determina en el paso. Si el movimiento al voltear es útil para más de un carril exclusivo y no hay carril compartido, el porcentaje de flujo de movilización es conferir al grupo de movilización. Cualquier flujo en el enfoque que no se confiere en el grupo de movilización se asigna en el grupo de movilización.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.3. Paso 3: Determinar la tasa de Flujo de Grupo de Carriles.

El porcentaje de flujo del grupo de carriles es determinado en esta etapa. Si no existe carriles que compartan en la intersección señalada, o el enfoque tiene un solo carril, existe una relación



en los grupos de carril y grupo de movilización. En este acontecimiento, el porcentaje de flujo del grupo de carril es idéntico al porcentaje de flujo del grupo de movilización.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4. Paso 4: Determinar los Ajustes de la Tasa de Flujo de Saturación.

La configuración del porcentaje de flujo de saturación para los grupos de carriles se calcula en esta parte. El porcentaje de flujo de saturación base proporción como la variable de ingreso se utiliza para este cálculo.

Calcular el flujo de saturación se refiere como la configuración del porcentaje de flujo de saturación ya que indica al aplicar diferentes configuraciones en el porcentaje de flujo de saturación con las condiciones que se da en las intersecciones señaladas.

$$S_i = S_o \cdot N_i \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{LB} \cdot f_{Rpb} \cdot f_a$$

Donde

S = Ajuste de la tasa de flujo de saturación.

N_i = Numero de gr

S_o = Tasa de flujo de saturación base. (pc/h/ln)

f_w = Factor de Ajuste por ancho de carril

f_{HV} = Factor de Ajuste por Vehículos Pesados:

f_g = Factor de Ajuste por Pendiente:

f_p = Factor de Ajuste para Estacionamiento

f_{bb} = Factor de Ajuste para bloqueo de buses

f_a = Factor de Ajuste por tipo de área

f_{LU} = Factor de Ajuste por el carril utilizado

f_{LT} = Factor de Ajuste por giros a la derecha

f_{RT} = Factor de Ajuste por giros a la izquierda



f_{Lpb} = Factor de Ajuste para peatones

f_{Rpb} = Factor de Ajuste para bicicletas

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.1. *Flujo de Saturación Base.*

El porcentaje del flujo de saturación indica la mayor cantidad de la vía de circulación, la medición en el paradero en la señalización del verde. El porcentaje del flujo de saturación base indica la congestión flujo para el carril del tráfico que tiene un ancho de 12 pies y no existen transportes pesados, no tienen estacionamientos, no hay buses que se estacionan en la intersección, el uso del carril, y no existe giro de autos. El porcentaje base se seleccionan para representar a cada intersección indicada en el área, donde se halla la intersección.

La saturación base es de es de 1900 automóviles/carril/hora y en diferentes ciudades 1750, esto sucede cuando las intersecciones están en el área metropolitana con 250.000 habitantes o más.

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.2. *Factor de Ajuste por ancho de carril.*

El factor de configuración por la anchura de los carriles (f_w) cuantifica la parte negativa del carril angosto en el porcentaje de congestión, accede un aumento de porcentaje del acceso de los carriles amplios.

Tabla 6: *Factores de ajuste*

Average Lane Width(ft)	Adjustment Factor(f_w)
<10.0	0.96
>= 10.0 - 12.9	1
>12.9	1.04

Nota: (Higway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.3. *Factor de Ajuste por Vehículos Pesados.*

Un transporte pesado se determina como un vehículo que tiene más de cuatro llantas sobre la pista. Los buses que se estacionan en las intersecciones no están dentro del censo de transportes pesados. El porcentaje de transportes pesados es la cantidad de transportes pesados que se aproximan en la etapa de estudio, entre la cantidad del total de transportes cuantificados en el

periodo. El porcentaje se da para cada una de las intersecciones a la circulación del tráfico; a pesar de ello, los valores que representan a todo el movimiento se pueden utilizar en estudio al planificar.

El factor de configuración del transporte pesado f_{HV} es campo adicional utilizado por el transporte pesado y por la desigualdad en la capacidad de operación, a comparación con vehículos pasajeros, el factor no se indica el paradero de los autobuses en las intersecciones.

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV}(E_T - 1)}$$

Donde

P_{HV} : porcentaje de vehículos pesados en el correspondiente grupo de movimiento.

E_T : equivale al número de autos para cada vehículo pesado.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.4. Factor de Ajuste por Pendiente.

El factor de configuración por cuesta indica los fenómenos de la cuesta que se aproxima en el agotamiento del vehículo.

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

Donde:

P_g : es la pendiente de aproximación para el correspondiente grupo de movimiento. (%)

El factor presentado es aplicado para cimas que va de un 6.0% to +10.0%. la cuesta que va de subida adquiere un valor positivo y una cuesta que va hacia abajo adquiere un valor negativo

2.2.23.4.5. Factor de Ajuste para estacionamiento.

El factor de configuración de la estación f_p considera el efecto de fricción de algún carril de estación en cuanto al flujo del grupo del carril continuo al carril de la estación. Si la estación no está presente, es posible calcular el valor de este factor con la siguiente ecuación:

$$f_P = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Donde:

N_m : tasa de maniobra de estacionamiento adyacente al grupo de carriles (maniobras/h)

N : número de carriles en un grupo de carriles (LN).

El porcentaje de estación es directamente continuo al grupo de carriles y adentro de 250 pies antes del paradero. La ecuación mantiene un límite de 180 maniobras/h. uno de los valores mínimos del f_P de esta ecuación es de 0,050. Cada maniobra (dentro o fuera) se asume para el bloqueo del tráfico en el carril contiguo a la maniobra de estación para un tiempo de 18s

el factor es aplicado al grupo de los carriles que es continuo a la estación. En la calle de una sola dirección con solo un carril de grupo de carriles, la cantidad de maniobras que utiliza es en total los dos lados de la autopista. En la calle de una sola dirección con más de dos carriles, el factor se obtiene para cada grupo de carril esto se realiza por separado y de base toma la cantidad de maniobras junto al grupo de carril. La condición de la estación con ninguna maniobra adquiere un impacto distinto ante un acometimiento de no estación.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.6. Factor de Ajuste para bloqueo de buses.

El factor de configuración de bloqueo de los buses f_{bb} considera la impresión de los buses de tránsito local para recoger o dejar pasajeros en un lugar alejado del bus adentro de los 250 pies de la línea de parada. Para calcular los factores se utiliza la siguiente decisión:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_B}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Donde

N : Es el número de carriles en un grupo de carriles (ln)

N_b : Es la tasa de parada de buses en el sujeto enfocado (buses/h).

Este factor se utiliza cuando el paradero de los buses impide la accesibilidad del tráfico en el grupo de carriles. El límite es de 250 buses/h tiene que sustentar con la ecuación. Un pequeño valor de fbb de esta ecuación es de 0.050. el factor que se utiliza considera el tiempo de bloqueo de 14,4 s durante la indicación verde.

2.2.23.4.7. *Factor de Ajuste por tipo de área.*

Este factor de área es utilizado a momento de indicar si las intersecciones están en algún distrito de negocios (CBD)

Este factor considera la incapacidad en CBDS (zonas comerciales) la comparación de aquellas que se encuentran en distintas ubicaciones. al utilizarse adquiere el valor de 0,90.

Al utilizar el factor tiene que determinarse en base de situaciones. Este factor no tiene un límite para las zonas de para identificar los valores se utiliza la siguiente ecuación. CBD, no es necesidad utilizar en todas las zonas CBD. En vez de eso se debe utilizar en zonas donde el diseño geométrico y el tráfico o flujo de personas, o de los dos, son los avances de los vehículos y se incrementaban.

2.2.23.4.8. *Factor de Ajuste por el carril utilizado.*

El factor de configuración al utilizar el carril se da por la desconformidad en la división del tráfico entre carriles que circulan por grupos donde existen mas de un carril. Este factor indica la configuración del porcentaje de congestión por la diferencia de los diferentes carriles. Este factor solo se utiliza cuando un grupo del que se están movilizand o tengan más de un carril. Esto se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{N_e V_{g1}}$$

f_{LU} : Factor de ajuste por utilización de carril

V_g : Tasa de flujo de demanda para el grupo de movimiento (veh/h),

N_e : Tasa de flujo de demanda en el único carril exclusivo con la mayor tasa de flujo de todos los carriles exclusivos en el grupo de movimiento (veh/h/ln), y

V_{g1} : Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (LN).

Uno de los factores para utilizar el carril 1,0 se ejecuta cuando el tránsito se puede asumir en los carriles de exclusividad para el equipo de movilización o cuando el equipo de movilización tiene un solo carril. El tráfico no está distribuido de manera adecuada cuando los valores 0,1 se aplican. Temas como la capacidad. La utilización del carril es pequeña cerca de 1,0 ya que las oportunidades del conductor disminuyen al decidir su carril.

En alguna intersección, el conductor elige un carril anticipadamente para girar en alguna intersección que se viene. El tipo de proceso sucede, en la prueba precisa que se obtiene en la presente tasa de accesibilidad para cada uno de los carriles que se enfocan en el campo y se aporta siempre al método.

El tema de configuración para utilizar los carriles de ingreso se utiliza para eliminar la congestión. Si el equipo de carril tu tiene carriles compartidos o solo uno, este tema es 1,0.

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.9. *Factor de Ajuste por giros a la derecha.*

Este ajuste se utiliza para reflejar el efecto de la trayectoria seguida por los vehículos que giran hacia la derecha. Para carriles compartidos, para identificar los valores se utiliza la siguiente ecuación:

$$f_{rt} = 1.0 - 0.15P_{rt}$$

Donde:

P_{rt} : Es la proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles.

Para carriles exclusivos el factor es 0.85

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.4.10. *Factor de Ajuste por giros a la izquierda.*

Este ajuste se utiliza para reflejar el efecto de la trayectoria seguida por los vehículos quedan vuelta a la izquierda. Para carriles compartidos, para identificar los valores se utiliza la siguiente ecuación:

$$flt = \frac{1}{1 - 0.05plt}$$

Donde:

P_{lt} : Es la proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles.

Para carriles exclusivos el factor es 0.95

2.2.23.4.11. *Factor Ajuste para peatones y bicicletas.*

La producción para determinar el tema de configuración al voltear a la izquierda de los ciclistas y personas $flpb$ y el tema de configuración al voltear a la derecha de ciclistas y personas $fRpb$ se define en base a u ocupación del campo de congestión, esta considera la congestión entre vehículos, personas y ciclistas. La ocupación adecuada de la parte de congestión tiene en cuenta el acceso fluido de vehículos en contra, a parte la congestión con la movilización al voltear a la izquierda. El porciento del tiempo de verte lo cual la parte de congestión se llena, se define en la ejecución al ocupar y el número de carriles de recepción al voltear.

2.2.23.5. *Paso 5: Determinar la proporción que llegan durante el verde.*

El tiempo que demora el control y volumen del tráfico en las intersecciones indicadas están condicionadas en medida de la correspondencia de vehículos que se acercan en verde y en rojo. El tiempo de tardía y el volumen del tráfico es bajo cuando una amplia cantidad de vehículos se acercan en el tiempo de verde.

$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right)$$

Para la ecuación tenemos que tener en cuenta el tiempo del verde g y el tiempo que dura del ciclo C . los valores son reconocidos ya que esta todo programado.

2.2.23.6. *Paso 6: Determinar la duración de la fase de señal.*

El tiempo que se demora la señal es de acuerdo al tipo que utilizamos en el tema de las intersecciones. Si la intersección obtiene el control total y bien programado anticipadamente, con esto decimos que el tiempo que dura la fase es una entrada y este s omitiría. El tiempo que dura la fase activada consta de 5 etapas de tiempo. El primero determina el tiempo que se pierde mientras tanto la cola espera al cambio de la señalización a verde. El segundo determina el tiempo que se necesita para evitar la cola de vehículos. El tercer periodo determina el tiempo que indica verde para que ingresen los vehículos. Eso llega a su fin cuando hay un espacio en



el tránsito o el verde está en su máximo nivel. El cuarto periodo determina el cambio a ámbar, finalmente el quinto periodo determina el cambio a rojo. El tiempo que dura la fase se determina en la siguiente ecuación:

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c$$

Donde:

D_p = duración de fase (s)

L_1 = pérdida de tiempo de arranque = 2.0 (s)

G_s = tiempo de servicio de cola (s)

G_e = tiempo de extensión verde (s)

Y = el intervalo de cambio Amarillo (s)

R_c = intervalo de separación rojo (s).

El Tiempo efectivo verde para la fase se calcula con la siguiente ecuación:

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e + e$$

Donde:

L_2 = tiempo perdido de despeje = $Y + R_c - e$ (s)

e = extensión del verde efectivo $e = 2.0$ (s)

Y todas las demás variables están previamente definidas.

2.2.23.7. Paso 7: Determinar la capacidad y la relación de volumen y capacidad.

2.2.23.7.1. Relación de Volumen y capacidad del grupo de carriles.

El contenido de las intersecciones son el control de los semáforos que son determinados para la entrada como el porcentaje de mejor acceso al pasar las intersecciones con restricción del tránsito, determinado por la ecuación:

$$c_i = S_i \frac{g_i}{C}$$

c_i : Capacidad del grupo de carriles (veh/h)

S_i : Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles.

g_i : Tiempo verde efectivo para el grupo de carril.

C : Longitud del ciclo del semáforo.

La relación de volumen y capacidad típicamente llamada grado de saturación y simbolizado como x se calcula como:

$$X = \frac{V}{C}$$

Donde:

X = relación del volumen y capacidad

v = demanda del índice de flujo (veh/h),

c = capacidad (veh/h).

2.2.23.8. Paso 8: Determinar demoras.

El control de demoras que se experimentan con los vehículos que llegan en la etapa de análisis esta es representada por la demora calculada. Los vehículos que están la cola después de finalizar la etapa de análisis están incluidos en las diferentes demoras. La contracción de la demora para el equipo de carriles se obtiene por la siguiente ecuación.

$$d_{control} = d_1 \cdot PF + d_2 + d_3$$

Donde:

d = control de demora (s/veh)

d_1 = demora uniforme (s/veh)

PF = Factor de ajuste por coordinación de semáforos.

d_2 = demora incremental (s/veh)

d_3 = demora de cola inicial (S/veh).

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.23.8.1. Demora uniforme.

La ecuación presentada a continuación determina la manera para analizar cuando las llegadas son demorosas estas se asumen en aleatorio durante el ciclo, se asume también el tiempo verde en efecto en el periodo y un porcentaje al fluir la congestión en esta etapa. Esto es basada al comienzo del término en la ecuación que puede ser presentada en diferentes lugares.

$$d_1 = \frac{[0.5Ciclo \cdot (1 - \frac{g_i}{Ciclo})]}{[1 - \frac{g_i(\text{minimo})}{Ciclo}]}$$

Cada una de las variables se definen previamente. Para calcular la procesión de demora se utiliza en este método (ecuación).

(Highway Capacity Manual HCM, 2010)

Factor de ajuste por coordinación

Para tener una mejor coordinación en los semáforos, una buena cantidad de vehículos llega en verde. Al coordinar afectamos a la demora de uniforme, ya que accede a la configuración de por lo que se realiza el ajuste solo a d_1 , como se muestra en la fórmula.

$$PF = (1 - P) \cdot \frac{(P)}{(1 - \frac{g_i}{ciclo})}$$

P = proporción de vehículos que llegan en el verde.

2.2.23.8.2. Demora incremental

Aumenta la demora d_2 considerando las llegadas aleatorias, esto provoca que algunas vías se saturen, se define de la siguiente manera:

$$d2 = 900T_o \cdot \left[(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{(8K_o \cdot I \cdot X)}{ci \cdot T_o}} \right]$$

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

X: Es la relación volumen capacidad.

I: se usa 1.0 cuando se trata de intersecciones aisladas

K: Factor de demora incremental (0.5 para fases fijas)

To: Duración de periodo de análisis (0.25h)

2.2.23.8.3. Demora de la cola inicial.

una cola residual o remanente aparece anticipada ala fase del análisis T, los conductores son participes al demorarse, ya que al comienzo deben alejarse de las intersecciones

$$d3 = 1800Qb \cdot \frac{(1 + \mu) \frac{T_i}{T_o}}{ci}$$

(Higway Capacity Manual HCM, 2010)

Donde

Qb = cola inicial al principio del período de análisis (veh),

ci = capacidad veh/hora.

To= duración del periodo de análisis.

Ti = duración de la demanda insatisfecha.

u = parámetro de demora. (u = 0 si, Ti < To)

Y otras variables previamente definidas.

2.2.23.9. Paso 9. Determinar El Nivel de Servicio.

La tabla N°7 se utilizó para definir el nivel de los servicios con los equipos para los carriles, los enfoques y las intersecciones en general. El estatus del servicio nos indica la aceptabilidad del nivel que demora para los conductores en las intersecciones. Existe la posibilidad de señalar el problema sobrecargada inaceptable para grupos de carril individual.

Tabla 7: Niveles de servicio

Control Delay (s/veh)	LOS by Volumen-to-capacity Ratio	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	F
$> 10 - 20$	B	F
$> 20 - 35$	C	F
$> 35 - 55$	D	F
$> 55 - 80$	E	F
> 80	F	F

Nota: (Highway Capacity Manual HCM, 2010)

2.2.24. Desventajas del HCM 2010

Las desventajas del HCM 2010 son:

- No considera todos los factores o variables de la circulación, como superficie de rodadura, condiciones climáticas, agresividad del conductor y otros.
- Es un método que estima las demoras mediante fórmulas como una hoja de cálculo con variables limitadas, mientras que otros modelos como el de seguimiento vehicular permiten detallar condiciones geométricas complejas.

2.2.25. Software Synchro

Synchro es un completo paquete de software para el modelado, optimización, gestión y simulación de sistemas de tráfico. Synchro Plus es un paquete de software que incluye:

- Synchro, un análisis macroscópico y programa de optimización
- SimTraffic, un potente y fácil de usar aplicación de software de simulación de tráfico
- 3D Viewer, una vista tridimensional de simulaciones SimTraffic
- SimTraffic CI, es un app que actúa con alguna con la interfaz de controlador (IC) del aparato unido a uno que controla la funcionalidad del controlador con simulación de tráfico



(Guía Tráfico software fácil de Señal Synchro Studio 8 Synchro más SimTraffic y 3D Viewer)

2.2.25.1. Desventajas del Software Synchro.

Las desventajas del Software Synchro son:

- Está basado en el cálculo de demoras del manual HMC, por lo que no considera todos los factores o variables de la circulación, como superficie de rodadura, condiciones climáticas, agresividad del conductor y otros.
- No puede modelar situaciones complejas.
- No es un software de micro simulación, sino es solo una hoja de cálculo con una animación.

2.2.26. Tráfico Futuro

Es posible determinar cómo crece el tránsito para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0(1 + T_c)^n$$

En la que:

P_f = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

P_0 = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

T_c = El porcentaje al año por el aumento de tráfico se determina en la relación con el activo del aumento socio-económico esto entre el 2% y 6% definido por el grupo de estudio.

Este porcentaje puede cambiar ligeramente si existiera el producto del avance específico para implementar con veracidad en poco tiempo de la pista.

Esta proyección es divisible en dos etapas. Proyección de vehículos y pasajeros que aumentara el porcentaje en cuanto a la población. Y la otra proyección de vehículos pesados que aumentara el porcentaje de la economía. Cada información en cuanto a los aspectos de crecimiento actúa en poder de la región.

2.2.27. Tasa de Crecimiento Poblacional Anual.

Tabla 8: *Perú: Tasas De Crecimiento Geométrico Medio Anual Según Departamentos, 1995-2015*

DEPARTAMENTO	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERÚ	1.7	1.6	1.5	1.3
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
eLa Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
SIERRA				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurimac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
SELVA				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Nota: (Instituto Nacional de Estadística e informática - INEI, 2015)



2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General.

Los niveles de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, están en el rango de E y F.

2.3.2. Sub Hipótesis.

Sub Hipótesis 1: las características de tráfico tienen una influencia directa respecto a la capacidad vial en el corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena.

Sub Hipótesis 2: Las Condiciones geométricas tienen una influencia directa en la capacidad vial en el corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena.

Sub Hipótesis 3: Las Condiciones semafóricas influyen de forma directa en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, son ineficientes

Sub Hipótesis 4: la etapa en la que se demoró, incide directamente en el estatus de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena.

Sub Hipótesis 5: Existe una relación directa entre la relación Volumen/Capacidad del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena.

2.4. Definición de variables

2.4.1. Variable Independiente.

- Intersección: espacio donde se cruzan diferentes vías en un mismo lugar, y están ubicadas las herramientas que nos ayudan en diferentes movimientos al circular.

2.4.1.1. Dimensión de la variable Independiente.

- Intersecciones semaforizadas
- Intersecciones a nivel

2.4.1.2. Indicadores de la variable Independiente.

- Semáforo



- Geometría de la Intersección

2.4.2. Variables Dependientes.

- Capacidad Vial: tasa máxima para que puedan fluir por los carriles de las diferentes vías.
- Nivel de Servicio: Medición de la calidad que define los caracteres de la funcionalidad medida en la movilización del tráfico.

2.4.2.1. Dimensión de la variable Dependiente.

- Restricciones Trafico
- Restricciones Geométricas
- Restricciones Semafóricas
- Periodo de tardanza

2.4.2.2. Indicadores de la variable Dependiente.

Condiciones de tráfico:

- Vehículos de carga (pesados) (%)
- Cantidad de personas/tiempo
- Estacionamiento
- Paraderos de los buses interurbanos
- Tránsito de personas y personas que practican el ciclismo

Condiciones Geométricas:

- Cantidad de carriles
- Anchura del carril (m)
- cuesta
- modelo de área

Condiciones Semafóricas:

- Tiempo cuando el semáforo este en verde (s)
- Tiempo cuando el semáforo este en rojo (s)
- Tiempo adecuado del semáforo (s)
- Cambiar dirección a la derecha
- Cambiar dirección a la izquierda

Tiempo de tardanza:

- Tardanza pareja
- Tardanza Incremental
- Tardanza por demanda residual

2.4.3. Cuadro de Operacionalización.

Tabla 9: Cuadro de Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE				
X1: Intersecciones	cruce de 2 o mas calles, caminos.	Intersecciones semaforizadas	semaforos	ficha de inventario de campo
		intersecciones a nivel	geometria de la interseccion	ficha de diseño geometrico
VARIABLE DEPENDIENTE				
Y1: Capacidad Vial	Máximo flujo posible en una facilidad de transporte, bajo condiciones prevalecientes	Condiciones de trafico	Vehiculos pesados, estacionamiento, paradas de autobus	HCM 2010 SYNCHRO
		Condiciones geométricas	Numero de carriles, ancho de carriles, pendiente, tipo de area.	
		Condiciones semaforicas	Duracion de fase en verde en verde, ciclo del semaforo, giro a la derecha e izquierda.	
Y2: Nivel de servicio	describen las condiciones de tiempos de demora	Tiempos de demora	Niveles: A, B, C, D, E, F.	HCM 2010 SYNCHRO

Nota: Elaboración Propia

Capitulo III Metodología

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación.

La investigación es de tipo Cuantitativa ya que recolectaremos y produciremos la información obtenida en el trabajo y a si determinar la accesibilidad de las vías, tamaño de la vía y estatus de servicio.

La presente investigación se parte en diferentes etapas de estudios que se miden de forma individual para obtener los objetivos específicos de esta manera obtener el objetivo general.



3.1.2. Nivel o alcance de la investigación.

Por qué se encontró circunstancias o situaciones. Se indico todas las características de mayor importancia de la geometría de vía, ejemplo la anchura del carril, cuestas, sus propiedades para su función, tamaño de vial y estatus de servicio.

3.1.3. Método de investigación.

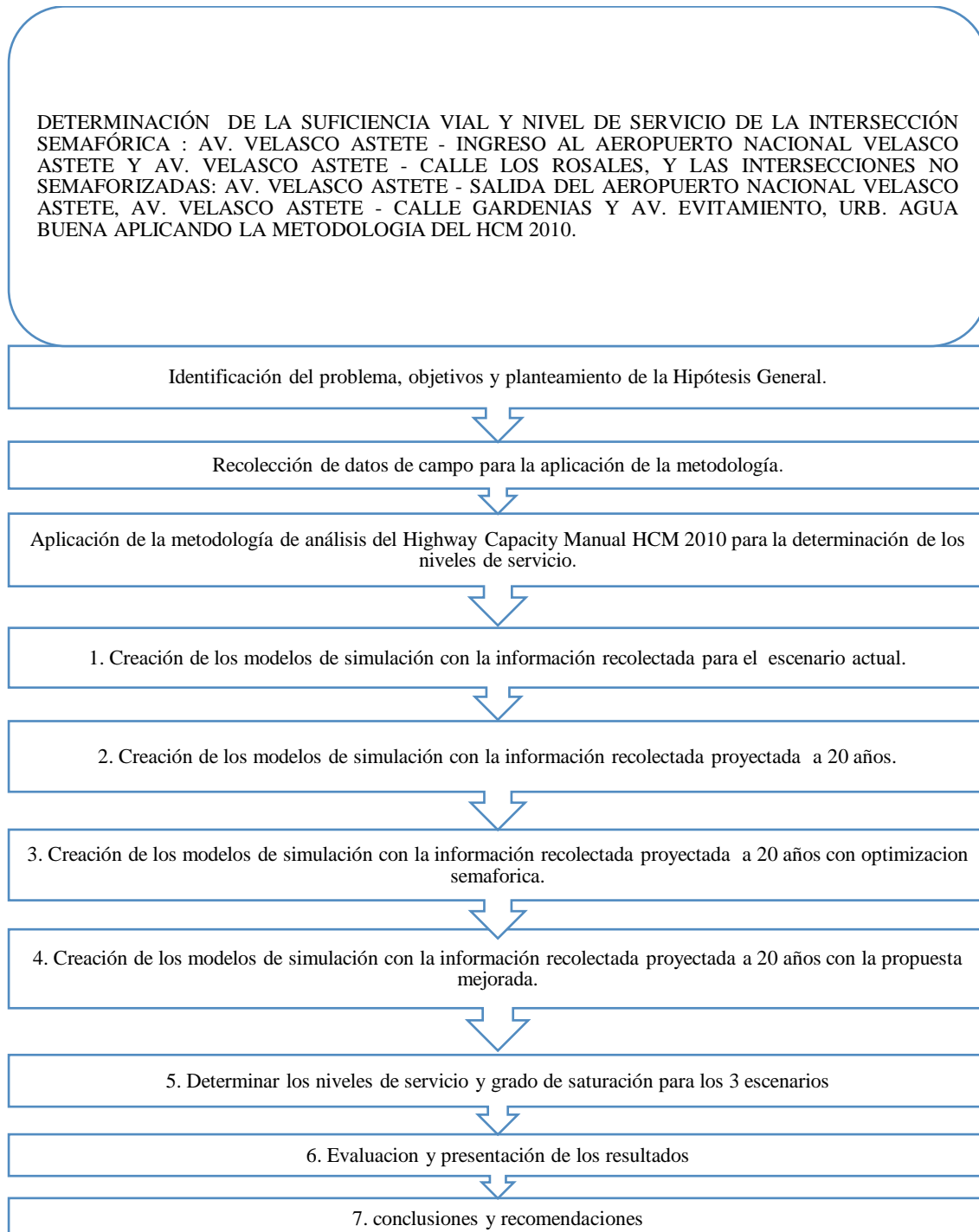
La tesis presentada tuvo la metodología hipotética- deductiva, por que se observa que el problema de estudio en la intersección indicada para luego crear una hipótesis, la cual fue verificado y comprobado mientras se realizaba la investigación.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico.

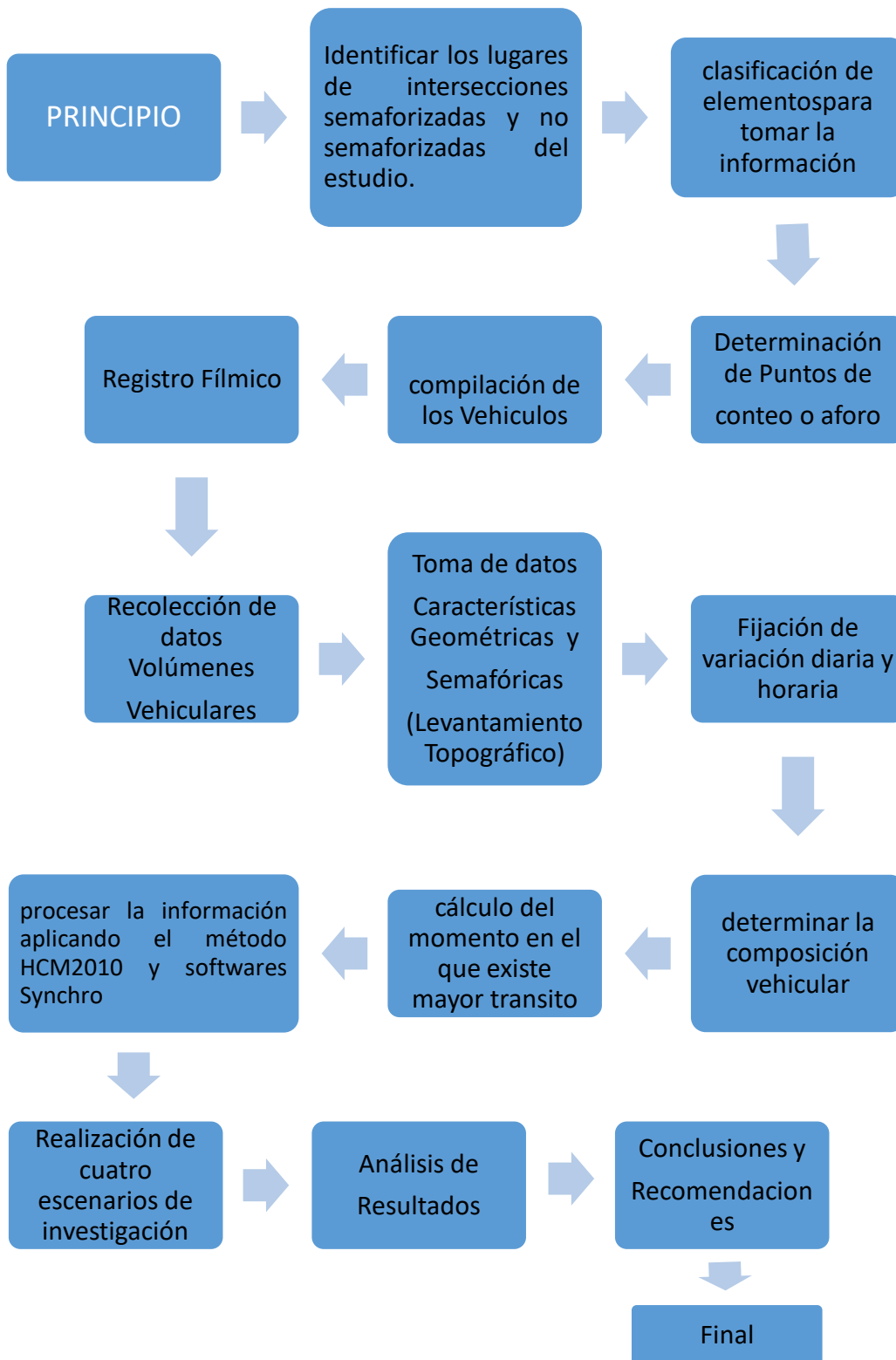
El diseño de esta investigación es de modelo no experimental porque no interviene el manejo de la variable, observamos el problema en base a la realidad.

3.2.2. Diseño de Ingeniería.



Fuente: Elaboración Propia

Actividades realizadas para el desarrollo de la investigación



Fuente: Elaboración Propia

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población.

3.3.1.1. Descripción de la población.

Los habitantes de esta investigación fue la intersección semafórica y no semafórica de la av. . Velasco Astete altura del aeropuerto hasta la vía de Evitamiento-urb. Agua Buena de la ciudad del Cusco, el cual se llega a entender que existe abundante tránsito.

3.3.1.2. Cuantificación de la población.

La población de esta investigación fueron las intersecciones semaforizadas:

- Av. Velasco Astete - ingreso al aeropuerto nacional Velasco Astete
- Av. Velasco Astete – calle Los Rosales

Las intersecciones no semaforizadas:

- Av. Velasco Astete - salida del aeropuerto nacional Velasco Astete
- Av. Velasco Astete - calle Gardenias
- Av. Evitamiento-urb. Agua Buena de la ciudad del Cusco

3.3.2. Muestra.

3.3.2.1. Descripción de la muestra.

La muestra de la presente investigación es la intersección semafóricas y no semafóricas de la av. Velasco Astete altura del aeropuerto hasta la vía de Evitamiento-urb. Agua Buena. Es un ejemplar tributo por que el ejemplar tiene relación con la población. Con las consecuencias de esta investigación, el ejemplar de estudio es determinado por:

- Propiedades de tránsito y la circulación: esta información se obtuvo del tránsito gracias a los aforos manuales en las 12 horas del día, 7 días de la semana del método vial en estudio para definir el tamaño, rapidez, composición y desplazamiento de las direcciones del tránsito.
- Propiedades físicas: información adquirida de los elementos relacionados a cimas, cantidad de carriles, anchura de carriles, tamaño y cimas del tramo, también el registro vial, señalización y seguridad vial.
- Propiedades del método para controlar: es el total de las propiedades y configuraciones de los métodos semafóricos que regularizan el tránsito de los vehículos.



3.3.2.2. *Cuantificación de la muestra.*

- El modelo de esta investigación concordó con la población:

Las intersecciones semaforizadas:

- Av. Velasco Astete - ingreso al aeropuerto nacional Velasco Astete
- Av. Velasco Astete – calle Los Rosales

Las intersecciones no semaforizadas:

- Av. Velasco Astete - salida del aeropuerto nacional Velasco Astete
- Av. Velasco Astete - calle Gardenias
- Av. Evitamiento-urb. Agua Buena de la ciudad del Cusco

3.3.2.3. *Método de muestreo.*

La metodología que se utilizó en esta actualidad de estudio es el NO PROBABILÍSTICO. según (Hernández Sampieri, 2014), los modelos no probabilísticos, definidos modelos dirigidos, las características de la investigación son seleccionadas y orientadas según el procedimiento, la estadística de generalización más que por un criterio.

El objetivo es limitar a la población y modelo de la investigación. Las características a considerar:

- Delimitar el método vial en grupo de la intersección de estudios que se encuentran en av. Velasco Astete altura del aeropuerto hasta la vía de Evitamiento-urb. Agua Buena.
- Se adquirió información de los automóviles que estaban transitando.
- Se adquirió información de las propiedades físicas del lugar en ganar.

3.3.2.4. *Criterios de evaluación de muestra.*

Se examinaron trece en cuanto a la intersección de características de Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010):

- Definición de las propiedades geométricas.
- Definición de las propiedades del tránsito.
- Definición de las propiedades de los semafóricas.

3.3.3. Criterios de inclusión.

Las características que se utilizó son:

- Intersección vial que se encuentre adentro de la tipología de intersección de semáforos.
- Intersección vial que enlaza los métodos viales de mayor prioridad de la ciudad de cusco
- Intersección vial sin congestión de vehículos(demanda)
- Intersección vial que ofrecen mejor infraestructura vial(oferta)

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos.

3.4.1.1. Ficha de aforo Vehicular.

Se contabilizo la cantidad de vehículos en cada intersección con la siguiente ficha

Tabla 10: *Ficha de aforo vehicular para cada intersección*

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR																				
TRAMO DE LA CARRETERA														PUNTO:						
SENTIDO														DIA						
TESIS: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. VELASCO ASTETE - INGRESO AL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE Y AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES, Y LAS INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS: AV. VELASCO ASTETE - SALIDA DEL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE, AV. VELASCO ASTETE - CALLE GARDENIAS Y AV. EVITAMIENTO, URB. AGUA BUENA APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010.														FECHA						
Testistas Bach. Palomino Flores Melanie Sinthya - Arriaga Valdiglesias Américo																				
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	
7:00-7:15																				
7:15-7:30																				
7:30-7:45																				
7:45-8:00																				
8:00-8:15																				
8:15-8:30																				
8:30-8:45																				
8:45-9:00																				
9:00-9:15																				
9:15-9:30																				
9:30-9:45																				
9:45-10:00																				
10:00-10:15																				
10:15-10:30																				
10:30-10:45																				
10:45-11:00																				
11:00-11:15																				
11:15-11:30																				
11:30-11:45																				
11:45-12:00																				
12:00-12:15																				
12:15-12:30																				
12:30-12:45																				
12:45-13:00																				
TOTALES																				

Nota: Elaboración Propia

3.4.1.2. Ficha de características Geométricas.

Para poder tener las características geométricas se realizó un levantamiento topográfico y con estos datos pudimos hacer un inventario con las propiedades que son detallados:

Tabla 11: Formato de ficha de características geométricas de la vía

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
"FORMATO DE ENTRADA"									
TESIS :	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. VELASCO ASTETE - INGRESO AL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE Y AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES, Y LAS INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS: AV. VELASCO ASTETE - SALIDA DEL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE, AV. VELASCO ASTETE - CALLE GARDENIAS Y AV. EVITAMIENTO, URB. AGUA BUENA APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010.								
TESISTAS :	Bach. Palomino Flores Melanio Sinthya - Arriaga Valdigleisiz Américo	DISTRITO :	WANCHAQ	INTERSECCIÓN :					
DIA DE LA SEMANA :		PROVINCIA :	CUSCO	N°					
FECHA :		DEPARTAMENTO :	CUSCO						
				CONDICIONES GEOMETRICAS Y DE CIRCULACIÓN					
				ACCESO HACIA EL :	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZG. (veh)	
				NORTE					
				SUR					
				ESTE					
				OESTE					
				ACCESO HACIA EL	PENDIENTE E (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
						S o N	Nm	S o N	Autobuses
				NORTE					
				SUR					
ESTE									
OESTE									

Nota: Elaboración Propia

3.4.1.3. *Ficha de características semafóricas de la vía.*

Tabla 12: Ficha de características semafóricas de la vía

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL "FORMATO DE ENTRADA"										
TESIS : DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DE LAS INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS: AV. VELASCO ASTETE - INGRESO AL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE Y AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES, Y LAS INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS: AV. VELASCO ASTETE - SALIDA DEL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE, AV. VELASCO ASTETE - CALLE GARDENIAS Y AV. EVITAMIENTO, URB. AGUA BUENA APLICANDO LA METODOLOGIA DEL HCM 2010.										
TESISTA :	Bach. Palomino Flores Melanie Sinthya - Arriaga Valdiglesias Américo	DISTRITO :	WANCHAQ	INTERSECCIÓN :						
DIA DE LA SEMANA :		PROVINCIA :	CUSCO	N°						
FECHA :		DEPARTAMENTO :	CUSCO							
				CONDICIONES SEMAFÓRICAS						
				ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO				
						VERDE	AMBAR	ROJO TOT	PERMITID O	EXCLUSIV O
				NORTE						
				SUR						
ESTE										
OESTE										

Nota: Elaboración Propia

3.4.2. **Instrumentos de Ingeniería.**

3.4.2.1. *Cámara Filmadora.*

Se utiliza una cámara de video para registrar a los vehículos que pasan por los puntos elegidos, es necesario ubicar las cámaras en puntos estratégicos de tal forma que se pueda registrar claramente los vehículos para un conteo adecuado.

Cámara de video Sony Handycam



Figura 14: Cámara filmadora

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.2. *Estación total.*

Este equipo de medición nos ayuda a determinar las medidas con las que cuenta las intersecciones o los puntos elegidos, ubicar las señales de tráfico de la infraestructura vial todo esto para tener una correcta acumulación de información de la infraestructura.

Para acceder el levantamiento topográfico se tuvo que utilizar las siguientes herramientas:

Gps, primas, porta prismas, wincha y radios; necesariamente para acceder el Levantamiento topográfico de la intersección de estudio.

3.4.2.3. *Software de apoyo: AutoCAD.*

Herramienta que se utiliza para la analizar la información que se obtienen en la estación en la ejecución del levantamiento topográfico de la infraestructura vial. De esta manera se adquirió la información como la cuesta de los carriles, anchura del carril, tamaño de vía, etc.

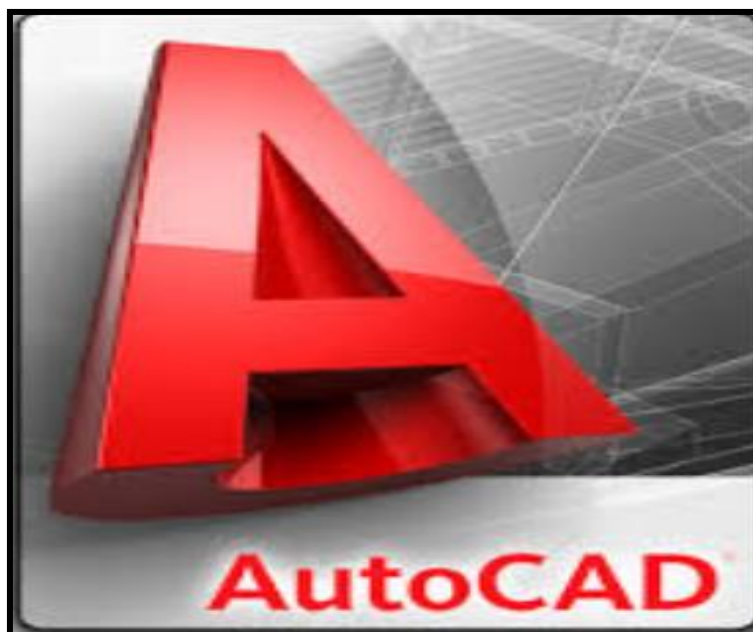


Figura 15: Software AUTOCAD

Fuente: Autodesk

3.4.2.4. *SYNCHRO 8 Educacional.*

Synchro es un programa Trafficware no ayuda a configurar, mejorar, tramitar y aparentar los tiempos de semáforos en la intersección y conductos de las vías en un estatus macroscópico.

Para calcular entre volumen-capacidad (v/c), Synchro agrega todas las configuraciones y considera el Highway Capacity Manual 2010, también agrega una metodología alternativa definido ICU (Intersection Capacity Utilization).



Figura 16: Software SYNCHRO

Fuente: Synchro 8.0

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Codificación de Movimientos vehiculares.

En las intersecciones se estudiaron y se identificó la dirección en la que circulan con la finalidad de unir las movilizaciones de vehículos y la codificación los ramales de ingreso al interceptar, con lo cual se agilizo la producción de datos, la nomenclatura que se utilizó lo podemos observar en los gráficos.

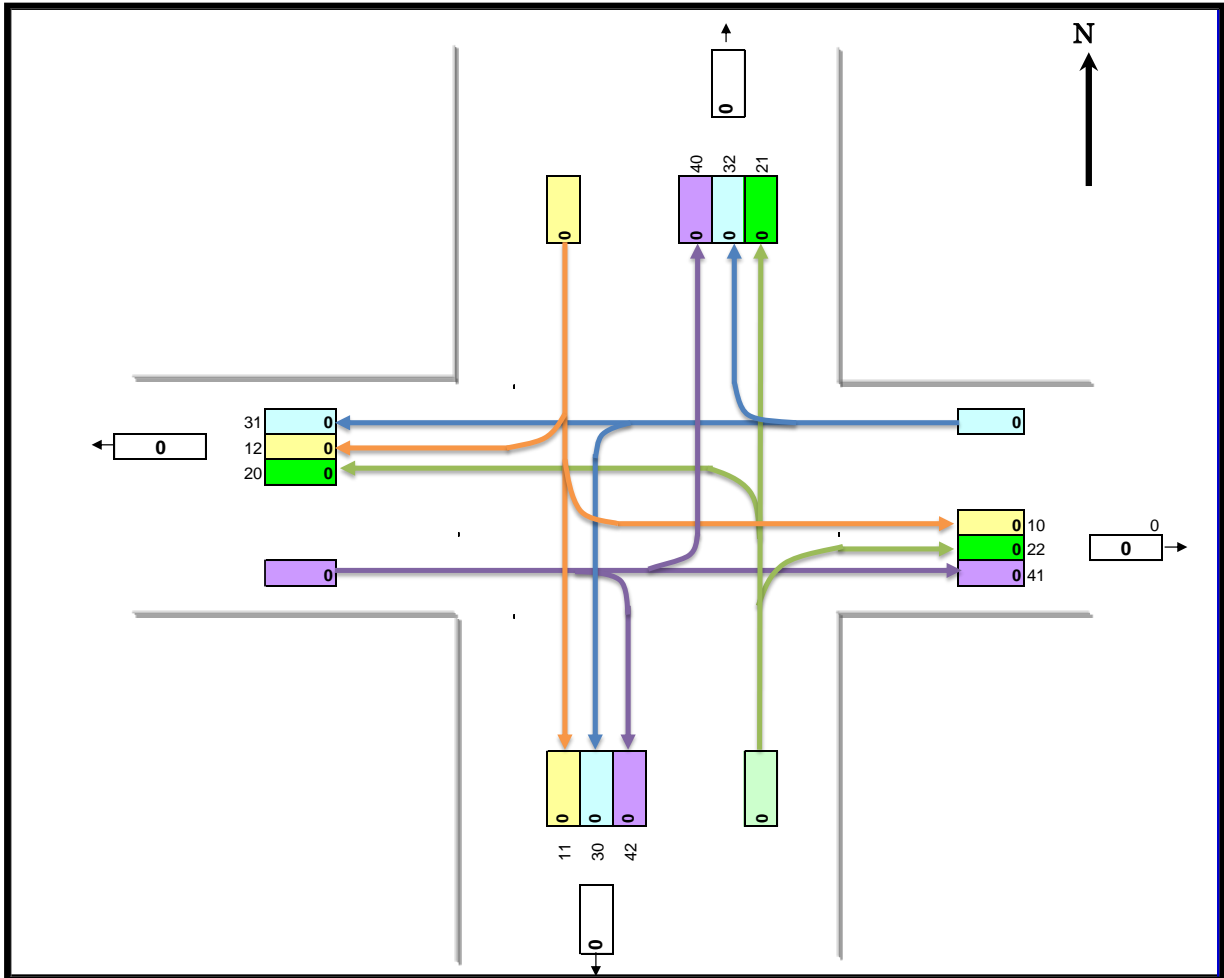


Figura 17: Codificación de movimientos vehiculares

Fuente: Elaboración propia

Accesos:

Hacia el Sur:	Hacia el Norte:
Movimientos N°:	Movimientos N°:
10: Norte – SurEste	20: Sur – NorEste
11: Norte – Sur	21: Sur – Norte
12: Norte – SurOeste	22: Sur – NorOeste

Hacia el Oeste:	Hacia el Este:
Movimientos N°:	Movimientos N°:
30: Este – SurOeste	40: Oeste – NorEste
31: Este – Oeste	41: Oeste – Este
32: Este – NorOeste	42: Oeste – SurEste

3.5.2. Identificación de puntos de aforo.

Al realizar se identificó la estación de aforo en la intersección de estudio. Considerando la postura estratégica para una correcto toma de datos.

Los establecimientos de aforo los indicamos en esta figura:



Figura 18: Identificación de puntos de aforo

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3. Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Velasco Astete- salida del Aeropuerto nacional Velasco Astete.

3.5.3.1. Equipo utilizado.

- Estación total.

- Fichas de registro.
- Filmadora.
- Personal humano.

3.5.3.2. Procedimiento.

3.5.3.2.1. Codificación de movimientos vehiculares.

En las intersecciones se estudiaron y se identificó la dirección en la que circulan con la finalidad de unir las movilizaciones de vehículos y la codificación los ramales de ingreso al interceptar, con lo cual se agilizo la producción de datos, la nomenclatura que se utilizó lo podemos observar en los gráficos.



Figura 19: Codificación de movimientos vehiculares

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2.2. Registro fílmico.

Para tener la muestra exacta se considera acceder el aforo de vehículos en estos 7 días de la semana de esta forma ya que si se pudo realizar el estudio en cuanto al comportamiento y acceso de vehículos en las intersecciones de esta manera definir el día como representativo.

Al realizar los registros fílmicos a las horas de 7:00 am – 10:00 am., 12:00 pm – 3:00 pm, 4:00 pm – 7:00 p.m. se encontró la información detalle a detalle en las distintas horas, para saber cuáles son las horas puntas de esta manera adquirir información de primera en cuanto a la vía y su condición de mayor accesibilidad de los vehículos.

Con este inventario fílmico se empezó a analizar cada una de las movilizaciones de los vehículos para después registrar las fichas de aforo



Figura 20: Registro fílmico punto 1

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2.3. *Recolección de volúmenes vehiculares.*

El fin de los aforos es determinar el tamaño de los vehículos, disponer el espacio vial y el estatus de servicio que indican las intersecciones semafóricas y no semafóricas de esta tesis; por estos aforos obtuvimos los siguiente:

- Clasificar los vehículos (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Movilidad en cuanto a la dirección en la intersección de semáforos en el espacio de tiempo.
- tamaño de los vehículos



Figura 21: Recolección de volúmenes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2.4. *Recolección de características geométricas de la vía.*

La mejor forma de adquirir los datos de la infraestructura vial es realizando un levantamiento topográfico de campo teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

- Dirección en la que circulan los vehículos
- Anchura de la autopista
- Inclinación de la autopista (%)
- Cantidad de carriles
- Anchura de los carriles

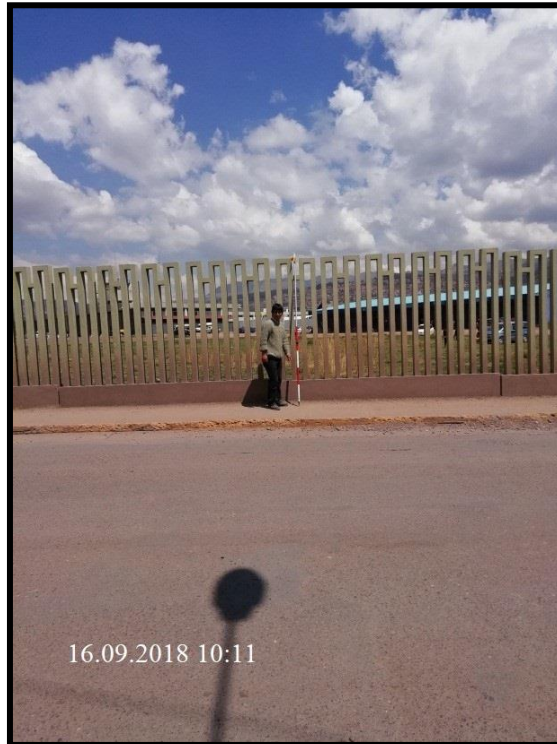


Figura 22: Recolección de características geométricas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: características geométricas de la intersección 1

INTERSECCIÓN:		AV. VELAZCO ASTETE- SALIDA DEL AEROPUERTO ALEJANDRO VELAZCO ASTETE			
N°	1				
CONDICIONES GEOMETRICAS					
ACCESO HACIA EL :	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZO. (veh)	
NORTE	-	-	-	-	
SUR	1	5	0.5	42	
ESTE	2	3.3	7.6	-	
	3	3.3			
OESTE	4	3.15	7.8	-	
	5	3.15			
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses
NORTE	-	-	-	-	-
SUR	1.50%	NO	0	NO	0
ESTE	-1.20%	NO	0	NO	0
OESTE	1.20%	NO	0	SI	61

Nota: Elaboración propia

3.5.4. Recolección de datos de la intersección semaforizada Av. Velasco Astete- Entrada del Aeropuerto nacional Velasco Astete.

3.5.4.1. Equipo utilizado.

- Estación total.
- Fichas de registro.
- Filmadora.
- Personal humano.

3.5.4.2. Procedimiento.

3.5.4.2.1. Codificación de movimientos vehiculares.

En las intersecciones se estudiaron y se identificó la dirección en la que circulan con la finalidad de unir las movilizaciones de vehículos y la codificación los ramales de ingreso al interceptar, con lo cual se agilizo la producción de datos, la nomenclatura que se utilizó lo podemos observar en los gráficos.



Figura 23: Codificación de movimientos vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.4.2.2. Registro fílmico.

Para tener la muestra exacta se considera acceder el aforo de vehículos en estos 7 días de la semana de esta forma ya que si se pudo realizar el estudio en cuanto al comportamiento y acceso de vehículos en las intersecciones de esta manera definir el día como representativo.

Al realizar los registros fílmicos a las horas de 7:00 am – 10:00 am., 12:00 pm – 3:00 pm, 4:00 pm – 7:00 p.m. se encontró la información detalle a detalle en las distintas horas, para saber cuáles son las horas puntas de esta manera adquirir información de primera en cuanto a la vía y su condición de mayor accesibilidad de los vehículos.

Con este inventario fílmico se empezó a analizar cada una de las movilizaciones de los vehículos para después registrar las fichas de aforo.



Figura 24: Registro fílmico

Fuente: Elaboración propia

3.5.4.2.3. *Recolección de volúmenes vehiculares.*

El fin de los aforos es determinar el tamaño de los vehículos, disponer el espacio vial y el estatus de servicio que indican las intersecciones semafóricas y no semafóricas de esta tesis; por estos aforos obtuvimos los siguiente:

- Clasificar los vehículos (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Movilidad en cuanto a la dirección en la intersección de semáforos en el espacio de tiempo.
- tamaño de los vehículos



Figura 25: Recolección de volúmenes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.4.2.4. *Recolección de características geométricas de la vía.*

La mejor forma de adquirir los datos de la infraestructura vial es realizando un levantamiento topográfico de campo teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

- Dirección en la que circulan los vehículos
- Anchura de la autopista
- Inclinación de la autopista (%)
- Cantidad de carriles
- Anchura de los carriles

Tabla 14: características geométricas de la intersección 2

INTERSECCIÓN :		AV. VELASCO ASTETE - INGRESO AL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE			
N°	2				
CONDICIONES GEOMETRICAS					
ACCESO HACIA EL :		NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZQ. (veh)
NORTE		-	-	-	-
SUR		-	-	-	-
ESTE		1	3.2	7.6	
		2	3.2	0.7	281
OESTE		3	3.2	7.6	
		4	3.2	3.4	
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses
NORTE	1.00%	NO	0	NO	0
SUR	-	-	-	-	-
ESTE	-1.81%	NO	0	NO	0
OESTE	1.50%	NO	0	NO	0

Nota: Elaboración propia

3.5.4.2.5. *Recolección de características semafóricas.*

Se determino es tiempo de los semáforos de verde ámbar y rojo, también se hizo un inventario para la cantidad y el lugar donde se pondrían las señales de tránsito ya sea horizontal o vertical.



Se determino es tiempo de los semáforos de verde ámbar y rojo, también se hizo un inventario para la cantidad y el lugar donde se pondrían las señales de tránsito ya sea horizontal o vertical.



Figura 26: Recolección de características semafóricas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: características semafóricas de la intersección 2

INTERSECCIÓN :		AV. VELASCO ASTETE - INGRESO AL AEROPUERTO NACIONAL VELASCO ASTETE				
Nº	2					
CONDICIONES SEMAFÓRICAS						
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO				
		VERDE	AMBAR	ROJO TOT	PERMITIDO	EXCLUSIVO
NORTE	-	-	-	-	-	-
SUR	-	-	-	-	-	-
ESTE		55	3	2	NO	SI
OESTE		55	3	2	NO	NO

Nota: Elaboración propia

3.5.5. Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Velasco Astete- Calle Gardenias.

3.5.5.1. Equipo utilizado.

- Estación total.
- Fichas de registro.
- Filmadora.
- Personal humano.

3.5.5.2. Procedimiento.

3.5.5.2.1. Codificación de movimientos vehiculares.

En las intersecciones se estudiaron y se identificó la dirección en la que circulan con la finalidad de unir las movilizaciones de vehículos y la codificación los ramales de ingreso al interceptar, con lo cual se agilizo la producción de datos, la nomenclatura que se utilizó lo podemos observar en los gráficos.

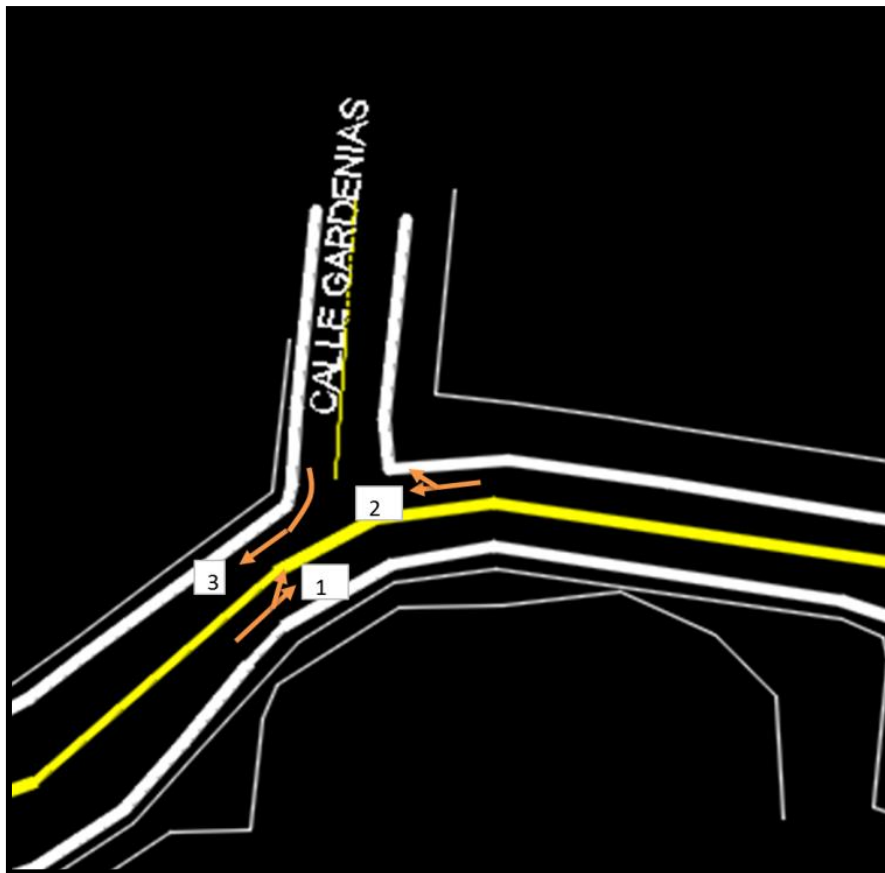


Figura 27: Codificación de movimientos vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2.2. Registro fílmico.

Para tener la muestra exacta se considera acceder el aforo de vehículos en estos 7 días de la semana de esta forma ya que si se pudo realizar el estudio en cuanto al comportamiento y acceso de vehículos en las intersecciones de esta manera definir el día como representativo.

Al realizar los registros fílmicos a las horas de 7:00 am – 10:00 am., 12:00 pm – 3:00 pm, 4:00 pm – 7:00 p.m. se encontró la información detalle a detalle en la distintas horas, para saber cuáles son las horas puntas de esta manera adquirir información de primera en cuanto a la vía y su condición de mayor accesibilidad de los vehículos.

Con este inventario fílmico se empezó a analizar cada una de las movilizaciones de los vehículos para después registrar las fichas de aforo



Figura 28: Registro fílmico

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2.3. *Recolección de volúmenes vehiculares.*

El fin de los aforos es determinar el tamaño de los vehículos, disponer el espacio vial y el estatus de servicio que indican las intersecciones semafóricas y no semafóricas de esta tesis; por estos aforos obtuvimos los siguiente:

- Clasificar los vehículos (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Movilidad en cuanto a la dirección en la intersección de semáforos en el espacio de tiempo.
- Cantidad de vehículos



Figura 29: Recolección de volúmenes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2.4. Recolección de características geométricas de la vía.

La mejor forma de adquirir los datos de la infraestructura vial es realizando un levantamiento topográfico de campo teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

- Dirección en la que circulan los vehículos
- Anchura de la autopista
- Inclinación de la autopista (%)
- Cantidad de carriles
- Anchura de los carriles



Figura 30: Recolección de características geométricas de la vía

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: características geométricas de la intersección 3

INTERSECCIÓN :		AV. VELASCO ASTETE - CALLE GARDENIAS			
N°	3				
CONDICIONES GEOMETRICAS Y DE CIRCULACIÓN					
ACCESO HACIA EL :	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZQ. (veh)	
NORTE	-	-	-	-	
SUR	3	3.35	1.33		
ESTE	1	3.4	7.46	75	
OESTE	2	3.8	7.56		
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses
NORTE	-	-	-	-	-
SUR	3.16%	NO	0	NO	0
ESTE	-2.63%	NO	0	NO	0
OESTE	3.92%	NO	0	NO	0

Nota: Elaboración propia

3.5.6. Recolección de datos de la intersección semaforizada Av. Velasco Astete- Calle los Rosales.

3.5.6.1. Equipo utilizado.

- Estación total.
- Fichas de registro.
- Filmadora.
- Personal humano.

3.5.6.2. Procedimiento.

3.5.6.2.1. Codificación de movimientos vehiculares.

En las intersecciones se estudiaron y se identificó la dirección en la que circulan con la finalidad de unir las movilizaciones de vehículos y la codificación los ramales de ingreso al interceptar, con lo cual se agilizo la producción de datos, la nomenclatura que se utilizó lo podemos observar en los gráficos.

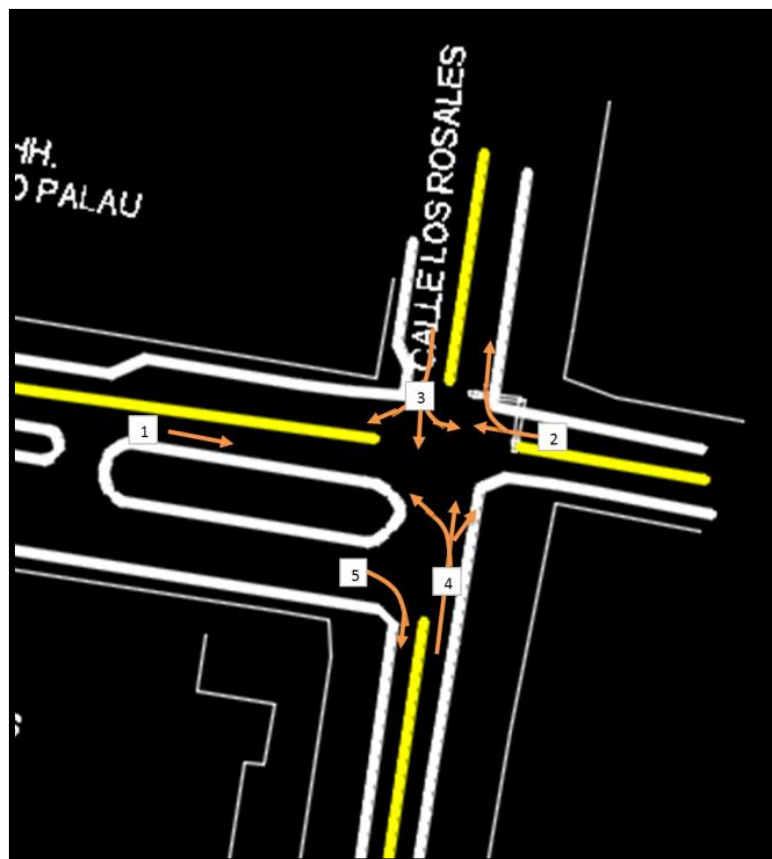


Figura 31: Codificación de movimientos vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.6.2.2. Registro fílmico.

Para tener la muestra exacta se considera acceder el aforo de vehículos en estos 7 días de la semana de esta forma ya que si se pudo realizar el estudio en cuanto al comportamiento y acceso de vehículos en las intersecciones de esta manera definir el día como representativo.

Al realizar los registros fílmicos a las horas de 7:00 am – 10:00 am., 12:00 pm – 3:00 pm, 4:00 pm – 7:00 p.m. se encontró la información detalle a detalle en las distintas horas, para saber cuáles son las horas puntas de esta manera adquirir información de primera en cuanto a la vía y su condición de mayor accesibilidad de los vehículos.

Con este inventario fílmico se empezó a analizar cada una de las movilizaciones de los vehículos para después registrar las fichas de aforo



Figura 32: Registro fílmico

Fuente: Elaboración propia

3.5.6.2.3. Recolección de volúmenes vehiculares.

El fin de los aforos es determinar el tamaño de los vehículos, disponer el espacio vial y el estatus de servicio que indican las intersecciones semafóricas y no semafóricas de esta tesis; por estos aforos obtuvimos los siguiente:

- Clasificar los vehículos (livianos, pesados).

- Puntos de conflicto
- Movilidad en cuanto a la dirección en la intersección de semáforos en el espacio de tiempo.
- Cantidad de vehículos



Figura 33: Recolección de volúmenes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.6.2.4. *Recolección de características geométricas de la vía.*

La forma de adquirir datos de la realidad en cuanto a la infraestructura vial se hizo el levantamiento topográfico del lugar teniendo en cuenta las siguientes propiedades:

- Dirección en la circulan los vehículos
- Anchura de la autopista
- Subida de la autopista (%)
- Cantidad de carriles
- Anchura de los carriles



Figura 34: Recolección de características geométricas de la vía

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: características geométricas de la intersección 4

INTERSECCIÓN :		AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES			
N°	4				
CONDICIONES GEOMETRICAS Y DE CIRCULACIÓN					
ACCESO HACIA EL :		NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZQ. (veh)
NORTE		4	3.4	7.99	548
SUR		3	4.8	1.89	17
ESTE		1	4.8	2.00	
		5	7	7.13	
OESTE		2	3.5	1.67	
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses
NORTE	1.87%	NO	0	NO	28
SUR	0.97%	SI	8	NO	0
ESTE	-1.61%	NO	0	SI	33
OESTE	4.16%	NO	0	SI	29

Nota: Elaboración propia

3.5.6.2.5. *Recolección de características semafóricas.*





Se determino es tiempo de los semáforos de verde ámbar y rojo, también se hizo un inventario para la cantidad y el lugar donde se pondrían las señales de transito ya sea horizontal o vertical.



Figura 35: Recolección de características semafóricas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: características semafóricas de la intersección 4

INTERSECCIÓN :		AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES				
N°	4					
CONDICIONES SEMAFÓRICAS						
ACCESO HACIA EL	MOV.	CICLO SEMAFÓRICO				
		VERDE	AMBAR	ROJO TOT	PERMITIDO	EXCLUSIVO
NORTE		43	3	43	SI	NO
SUR		43	3	43	SI	NO
ESTE		35	3	58	SI	NO
OESTE		35	3	58	SI	NO

Nota: Elaboración propia

3.5.7. Recolección de datos de la intersección no semaforizada Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena.

3.5.7.1. Equipo utilizado.

- Estación total.
- Fichas de registro.
- Filmadora.
- Personal humano.

3.5.7.2. Procedimiento.

3.5.7.2.1. Codificación de movimientos vehiculares.

En las intersecciones de estudio se observó que la dirección cuando circulan esto con la finalidad de unir las movilizaciones de los vehículos y codificar los ramales de entrada a las intersecciones, esto agilizo el procedimiento de los datos. La nomenclatura que se4 utilizo los podemos observar en los gráficos.

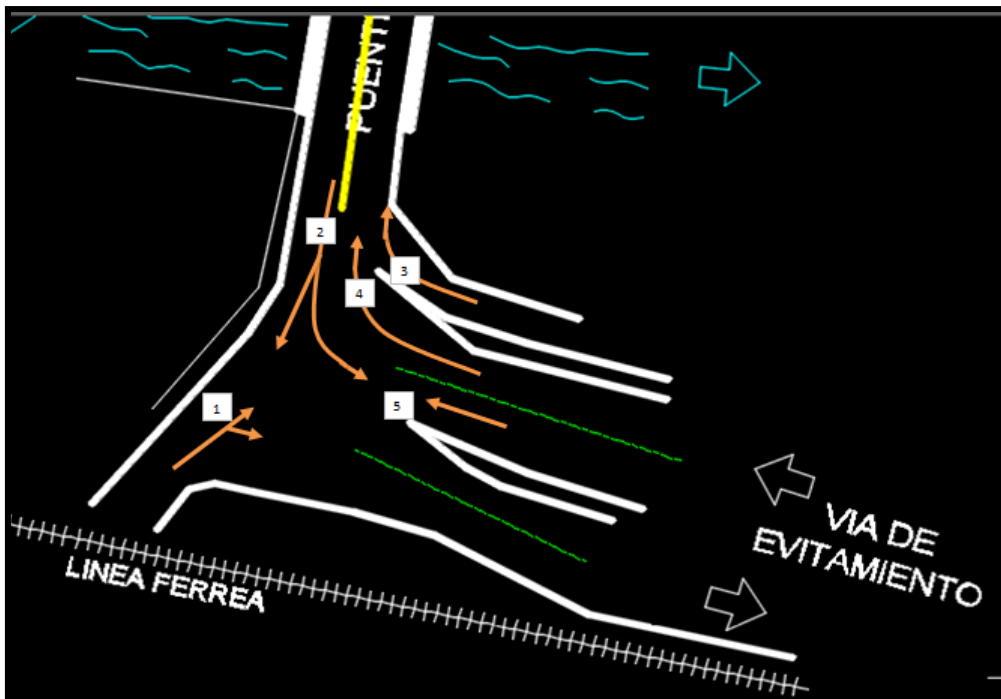


Figura 36: Codificación de movimientos vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.2.2. Registro fílmico.

Para tener la muestra exacta se considera acceder el aforo de vehículos en estos 7 días de la semana de esta forma ya que si se pudo realizar el estudio en cuanto al comportamiento y acceso de vehículos en las intersecciones de esta manera definir el día como representativo.

Al realizar los registros fílmicos a las horas de 7:00 am – 10:00 am., 12:00 pm – 3:00 pm, 4:00 pm – 7:00 p.m. se encontró la información detalle a detalle en las distintas horas, para saber cuáles son las horas puntas de esta manera adquirir información de primera en cuanto a la vía y su condición de mayor accesibilidad de los vehículos.

Con este inventario fílmico se empezó a analizar cada una de las movilizaciones de los vehículos para después registrar las fichas de aforo



Figura 37: Registro fílmico

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.2.3. Recolección de volúmenes vehiculares.

El fin de los aforos de la cantidad de vehículos es establecer el espacio vial y el estatus de servicio que genera la intersección de semáforos y no semáforos de la presente tesis; gracias a estos aforos esto fue lo que obtuvimos:

- Clasificar los vehículos (livianos, pesados).
- Lugares exactos donde existe problemas.
- Movilidad con dirección en la intersección de semáforos teniendo en cuenta el tiempo.
- Cantidad de vehículos



Figura 38: Recolección de volúmenes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.2.4. *Recolección de características geométricas de la vía.*

Una de las formas para adquirir los datos de la realidad en cuanto a la infraestructura vial es el levantamiento topográfico de campo teniendo en cuenta diferentes propiedades que son las siguientes:

- Sentido a la circular
- Anchura de carretera
- Pendiente de carretera (%)
- Cantidad de carriles
- Anchura de los carriles



Figura 39: Recolección de características geométricas de la vía

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: características geométricas

INTERSECCIÓN :		AV. EVITAMIENTO - URB. AGUA			
N°	5				
CONDICIONES GEOMETRICAS Y DE CIRCULACIÓN					
ACCESO HACIA EL :	NUMERO DE CARRIL	ANCHO CARRIL (m)	% V. PESADOS	GIROS IZQ. (veh)	
NORTE	1	3.2	1.88	-	
SUR	2	4.7	6.6	680	
ESTE	-	-	-	-	
OESTE	3	3.6	7.61		
	4	4.7	7.61		
	5	4.7	3.13		34
ACCESO HACIA EL	PENDIENTE (%)	ESTACIONAMIENTO		PARADEROS	
		S o N	Nm	S o N	Autobuses
NORTE	-	-	-	-	-
SUR	4.95%	NO	0	NO	0
ESTE	-10.25%	NO	0	NO	0
OESTE	-7%	NO	0	NO	0

Nota: Elaboración propia

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

3.6.1. Determinación de la variación diaria y horaria.

3.6.1.1. Variación Diaria.

Para determinar la variación diaria usamos de referencia 2 tesis que se desarrollaron en la Ciudad del Cusco.

Tesis 1: Análisis De La Capacidad Vial Y Nivel De Servicio De Las Intersecciones Semaforizadas: Av. 28 De Julio - 3er Paradero De Ttio, Av. La Cultura - Manuel Prado, Prolongación Av. La Cultura – Universidad Andina Del Cusco; en relación con la intervención de desigualdad adaptando el método Del Hcm 2010 Y Softwares De Simulación.

Tesistas: Yatto Grados, Eiko Hiromi

Bonnet Peña, Palmira

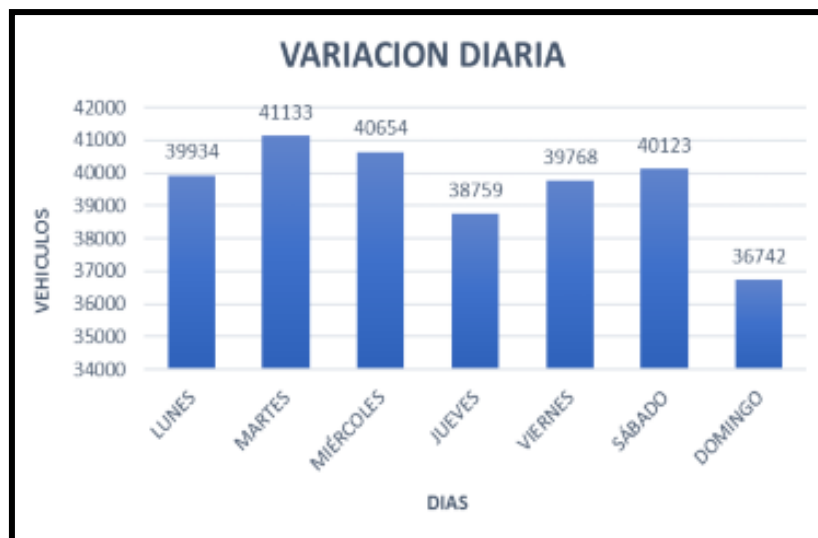


Figura 40: Variación diaria Tesis 1

Fuente: Tesis 1 página 198

Dando como resultado que el día donde existe mayor demanda de vehículos son los martes.

Tesis 2: “Análisis Del Impacto Vial Generado Por El Cierre Parcial De La Plaza San Francisco Por Motivos De Peatonalización Y Propuesta De Mitigación.”

Tesista: Barazorda Carrillo, Rubén Antonio



Figura 41: Variación diaria Tesis 2

Fuente: Tesis 2 página 118

Dando como resultado que el día donde existe mayor demanda de vehículos son los martes.
 Conclusión: Con las 2 tesis de antecedentes llegamos a la conclusión que nuestro día con que el día donde existe mayor demanda de vehículos son los martes.

3.6.1.2. Variación Horaria.

Procesamiento:

Se hizo la asociación de los vehículos por hora en las horas pico, para así determinar la etapa de más demanda de vehículos, como se puede observar en la tabla.

Tabla 20: *Conteo de volumen vehicular cada 15 min.*

Intervalo (min)	15MIN.	15MIN.	15MIN.	15MIN.	TOTAL
7:00 A.M. - 8:00 A.M.	460	525	653	676	2314
8:00 A.M. - 9:00 A.M.	645	634	594	606	2479
9:00 A.M. - 10:00 A.M.	633	586	531	513	2263
12:00 P.M. - 13:00 P.M.	421	490	503	520	1934
13:00 P.M. - 14:00 P.M.	560	536	498	581	2175
14:00 P.M. - 15:00 P.M.	598	534	493	425	2050
17:00 P.M. - 18:00 P.M.	389	423	468	486	1766
18:00 P.M. - 19:00 P.M.	512	536	609	652	2309
19:00 P.M. - 20:00 P.M.	635	643	531	482	2291

Nota: Elaboración propia

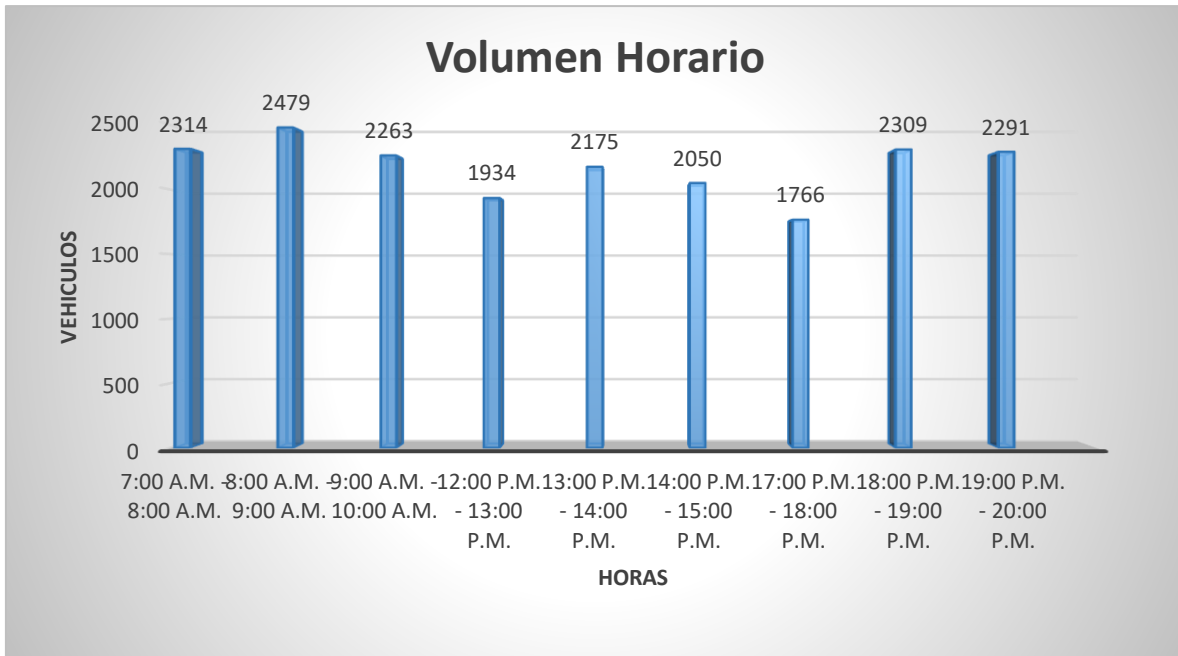


Figura 42: Volumen Horario

Fuente: Elaboración propia

Conclusión

en la figura se observa que la etapa de mayor demanda de vehículos es de 8:00-9:00am.

3.6.2. Determinación de volúmenes vehiculares.

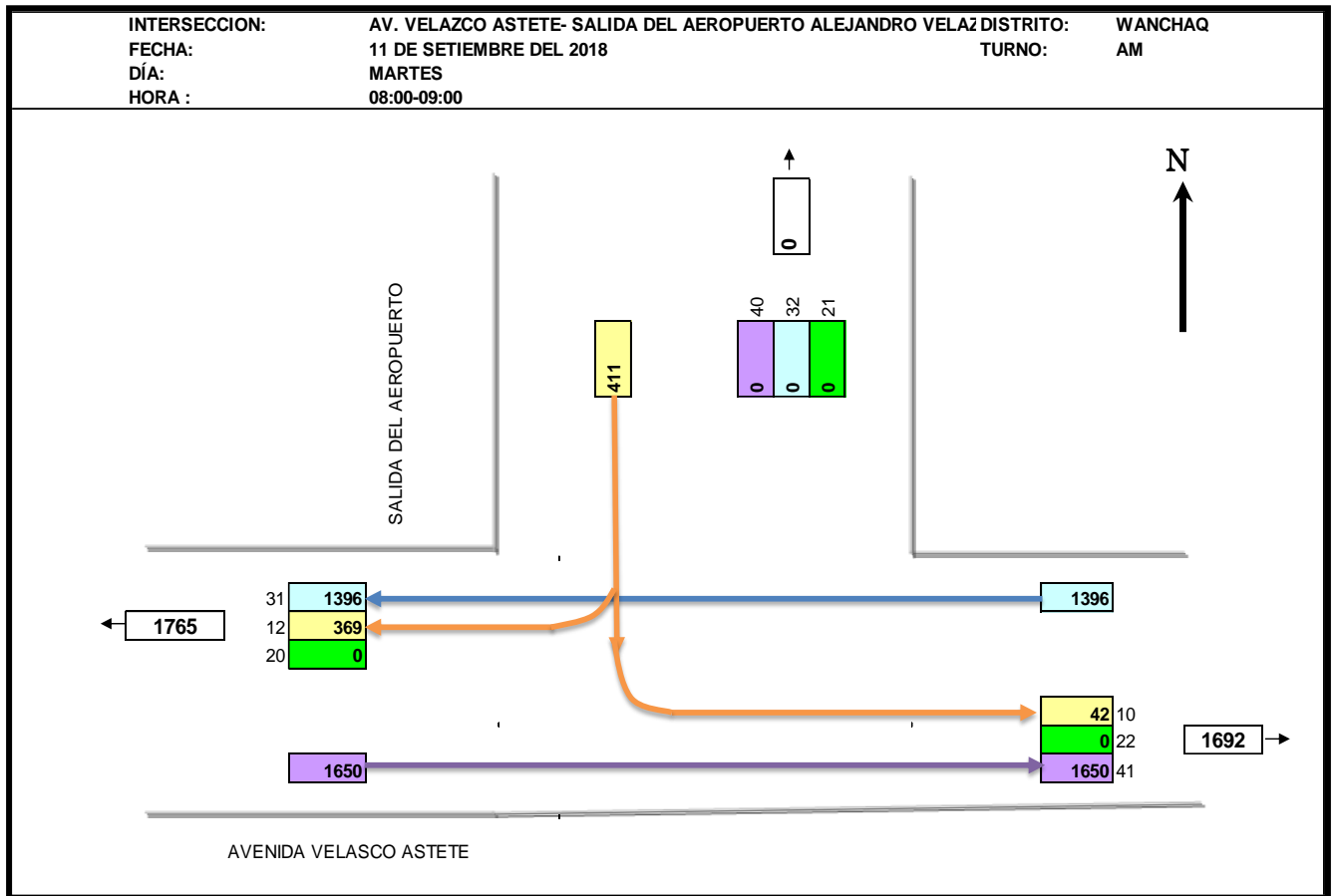


Figura 43: Volúmenes vehiculares: Intersección N° 1 Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

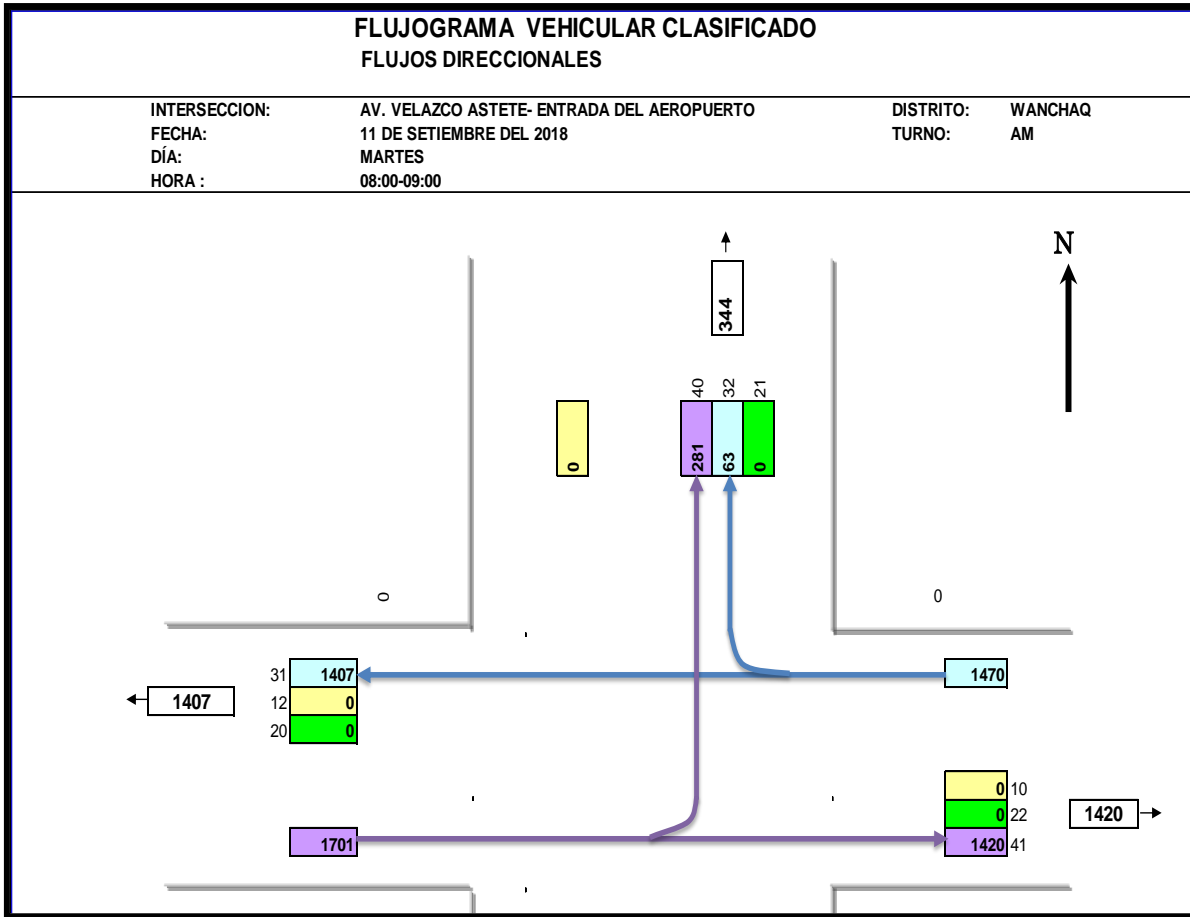


Figura 44: Volúmenes vehiculares: Intersección N°2 Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

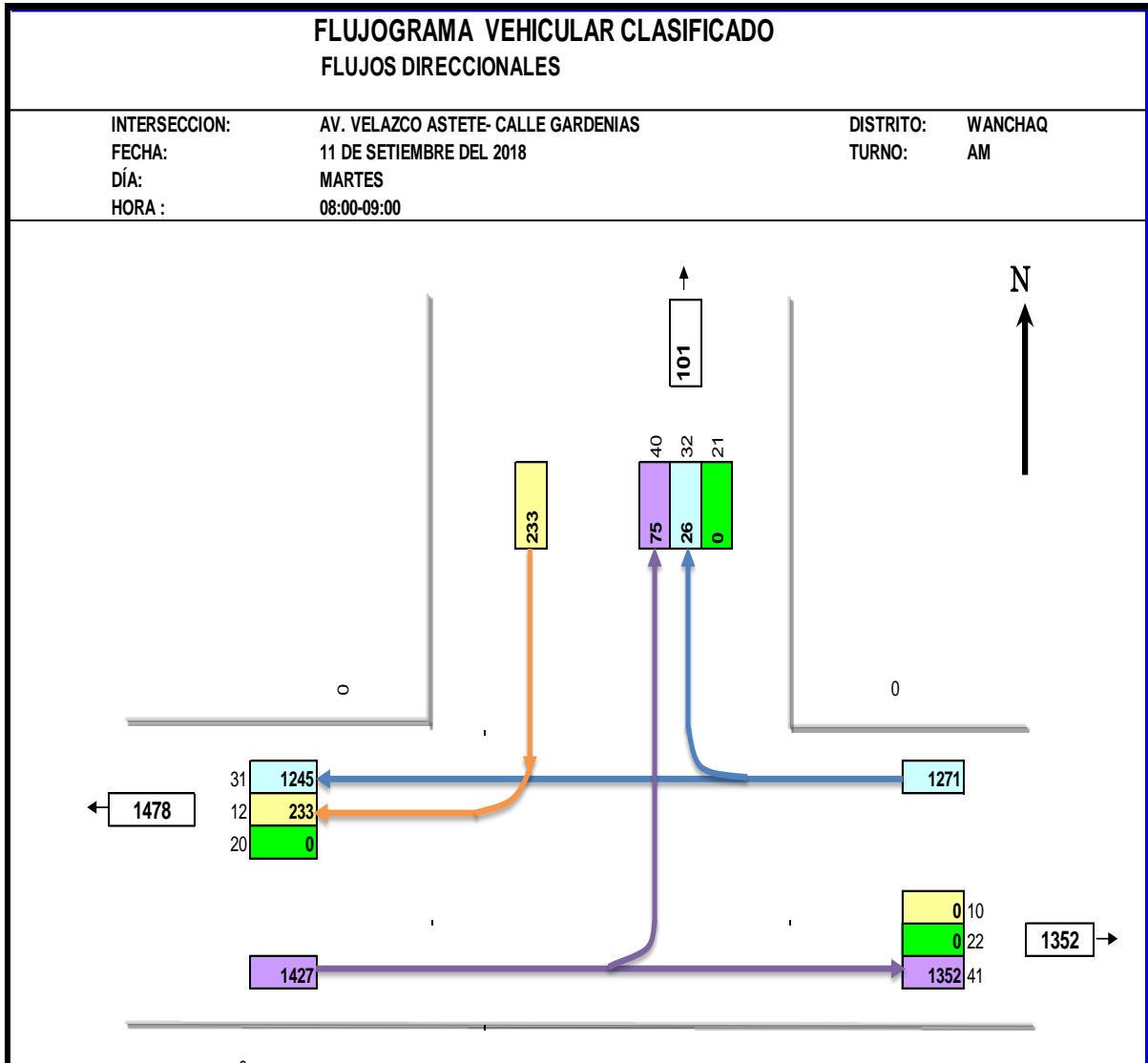


Figura 45 : Volúmenes vehiculares: Intersección N°3 Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Elaboración propia

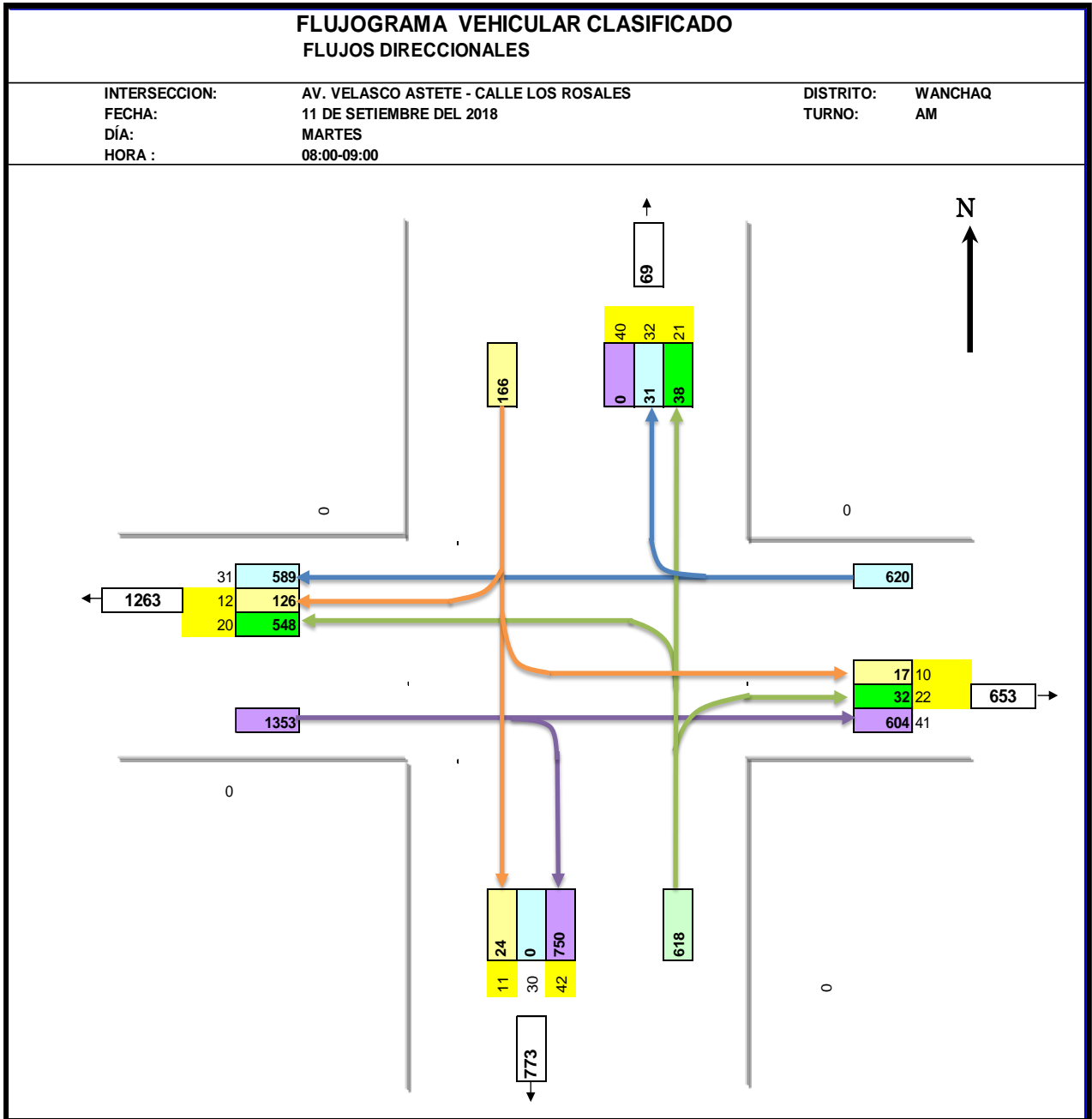


Figura 46: Volúmenes vehiculares: Intersección N°4 Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Elaboración propia

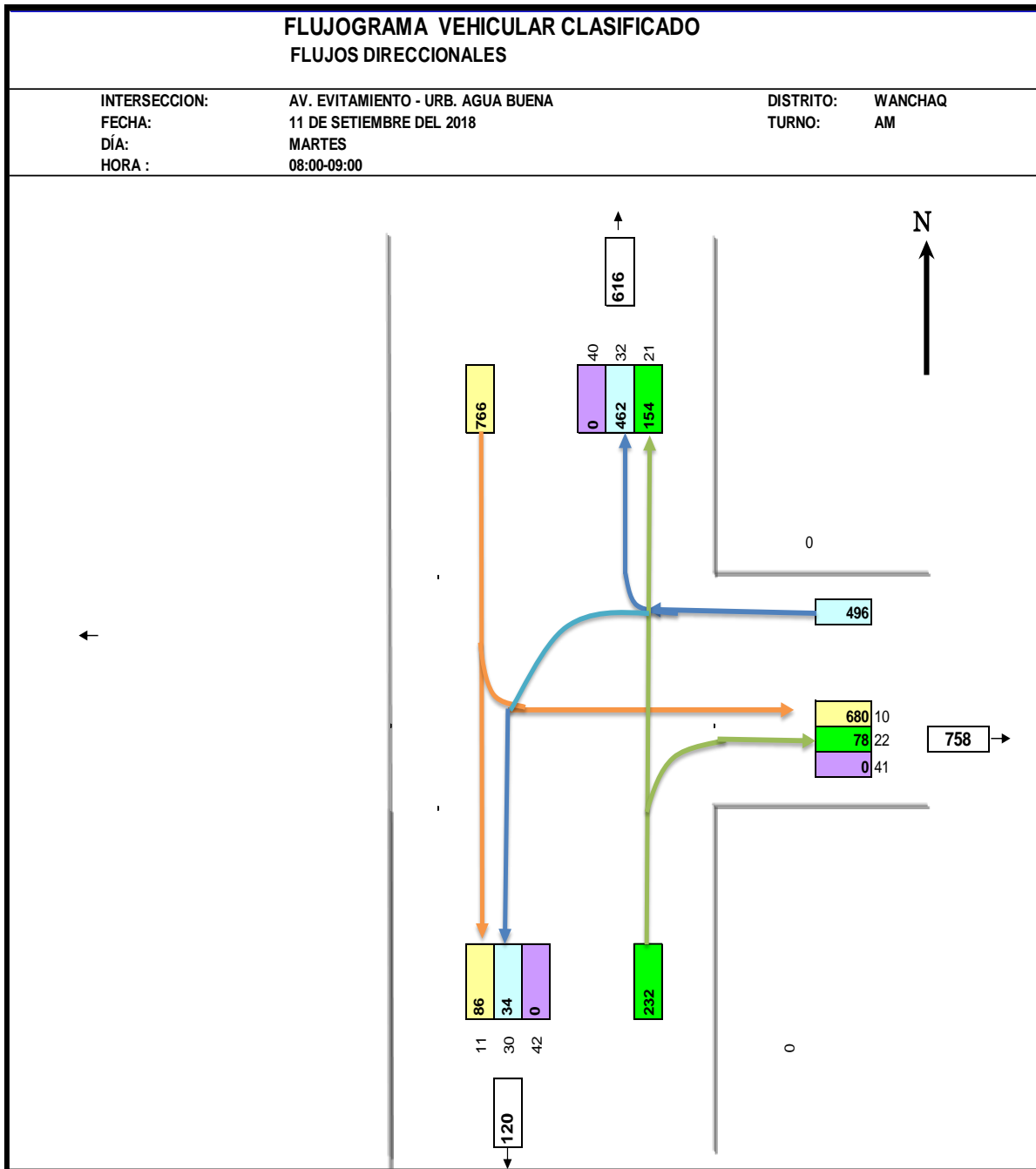


Figura 47: Volúmenes vehiculares: Intersección N°5 Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Determinación de la composición vehicular.

Donde se presenta la composición Vehicular del tránsito cuando es hora punta ósea demasiada congestión:

Composición vehicular de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto.

Tabla 21: *Composición vehicular de la Intersección N° 1*

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
AUTOS	13	0	245	0	0	0	0	0	0	871	0	0	0	1017	0	0
PICK UP	25	0	111	0	0	0	0	0	0	128	0	0	0	196	0	0
BUS	2	0	3	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	15	0	0
BUS TRANSPORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0	0	0	61	0	0
CAMION LIGERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	61	0	0
CAMION MEDIANO	0	0	2	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	29	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	40	0	361	0	0	0	0	0	0	1150	0	0	0	1379	0	0
UCP	42	0	369	0	0	0	0	0	0	1396	0	0	0	1650	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2930														
UCP INTERSECCION		3457														

Nota: Elaboración propia

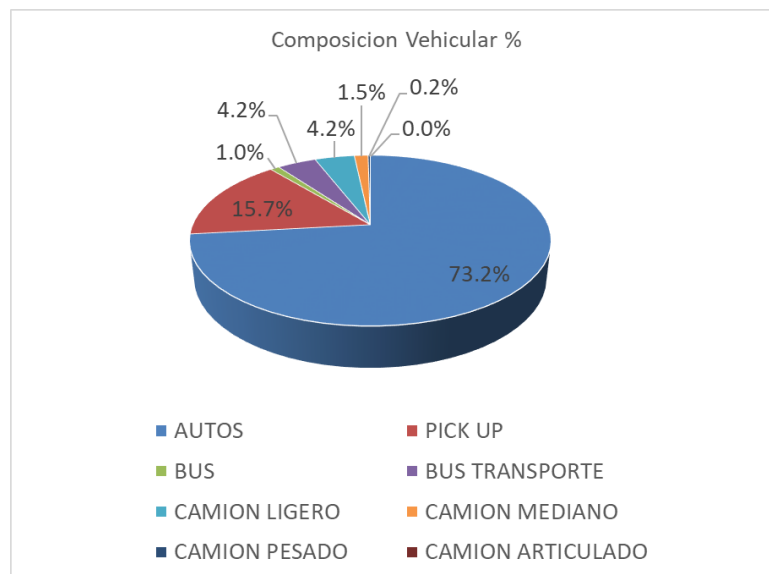


Figura 48: Composición vehicular (%) de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto.

Tabla 22: *Composición vehicular de la Intersección N° 2*

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
AUTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	855	30	0	224	863	0	0
PICK UP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	27	0	41	166	0	0
BUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	5	10	0	0
BUS TRANSPORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	60	0	0
CAMION LIGERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	2	0	2	53	0	0
CAMION MEDIANO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	24	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1162	59	0	272	1178	0	0
UCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1407	63	0	281	1420	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2671														
UCP INTERSECCION		3171														

Nota: Elaboración propia

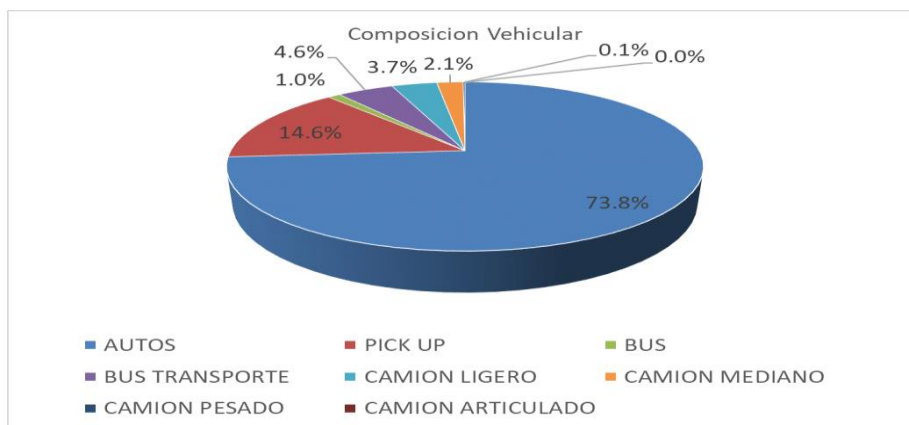


Figura 49: Composición vehicular (%) de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.

Tabla 23: *Composición vehicular de la Intersección N°3*

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
AUTOS	0	0	185	0	0	0	0	0	0	802	9	0	46	833	0	0
PICK UP	0	0	38	0	0	0	0	0	0	126	11	0	14	135	0	0
BUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	16	0	0
BUS TRANSPORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	60	0	0
CAMION LIGERO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	2	0	5	13	0	0
CAMION MEDIANO	0	0	2	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	54	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	226	0	0	0	0	0	0	1052	22	0	65	1112	0	0
UCP	0	0	233	0	0	0	0	0	0	1245	26	0	75	1352	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		2477														
UCP INTERSECCION		2931														

Nota: Elaboración propia

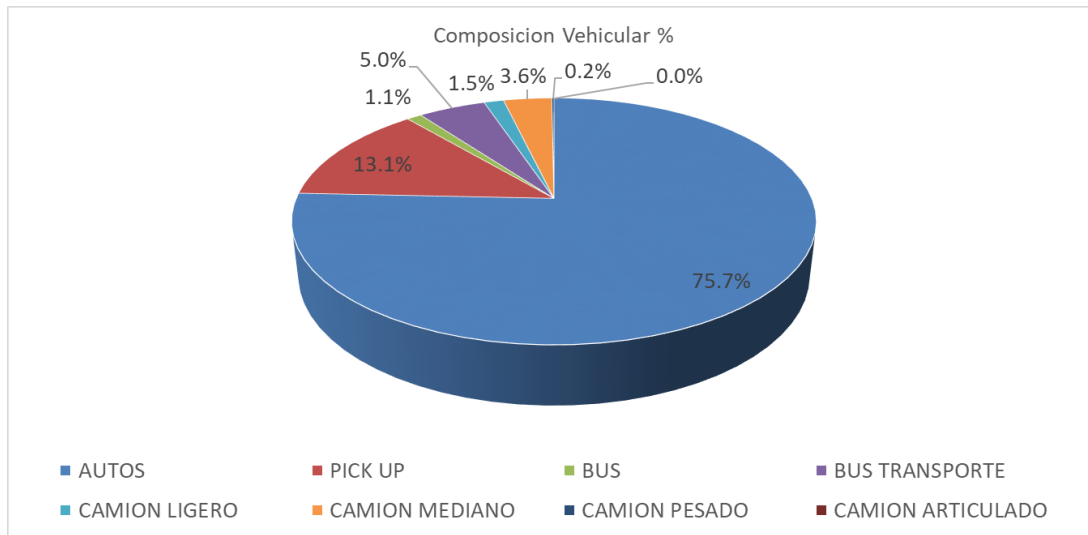


Figura 50: Composición vehicular (%) de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales.

Tabla 24: Composición vehicular de la Intersección N°4

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
AUTOS	15	15	97	0	334	10	17	0	0	486	17	0	0	465	537	0
PICK UP	2	5	22	0	75	8	5	0	0	81	4	0	0	46	75	0
BUS	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
BUS TRANSPORTE	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0
CAMION LIGERO	0	0	1	0	7	2	1	0	0	5	1	0	0	4	21	0
CAMION MEDIANO	0	1	1	0	12	4	2	0	0	2	2	0	0	7	15	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	17	21	121	0	464	24	25	0	0	574	24	0	0	550	659	0
UCP	17	24	126	0	548	38	32	0	0	589	31	0	0	604	750	0
TOTAL INTERSECCIÓN	2479															
UCP INTERSECCION	2757															

Nota: Elaboración propia

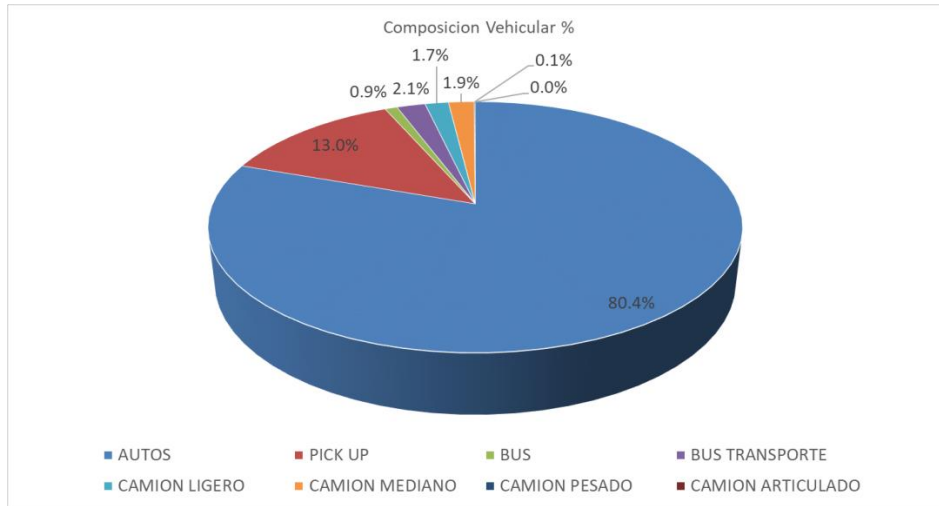


Figura 51: Composición vehicular (%) de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena.

Tabla 25 : Composición vehicular de la Intersección N°5

	10	11	12	13	20	21	22	23	30	31	32	33	40	41	42	43
AUTOS	443	44	0	0	0	98	55	0	29	0	268	0	0	0	0	0
PICK UP	85	11	0	0	0	26	20	0	2	0	83	0	0	0	0	0
BUS	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
BUS TRANSPORTE	20	9	0	0	0	10	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
CAMION LIGERO	11	2	0	0	0	1	1	0	1	0	5	0	0	0	0	0
CAMION MEDIANO	15	2	0	0	0	2	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
CAMION PESADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION ARTICULADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	587	68	0	0	0	137	76	0	32	0	394	0	0	0	0	0
UCP	680	86	0	0	0	154	78	0	34	0	462	0	0	0	0	0
TOTAL INTERSECCIÓN		1294														
UCP INTERSECCION		1493														

Nota: Elaboración propia

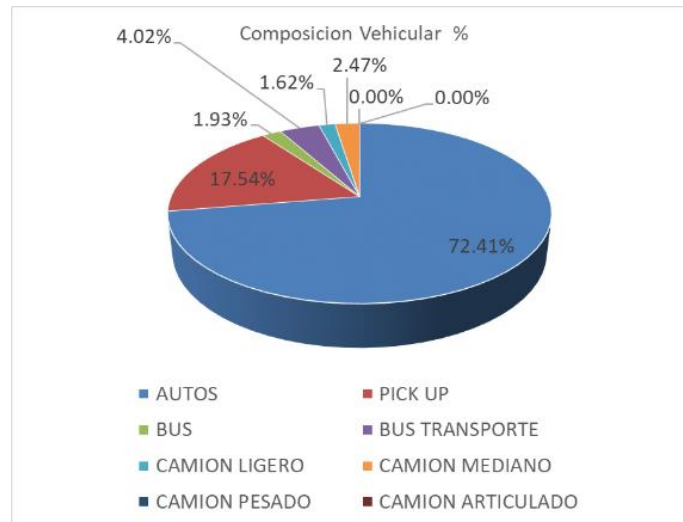


Figura 52: Composición vehicular (%) de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda.

3.6.4.1. Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°1.

Tabla 26 : Volumen cada 15 min de la Intersección N°1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto.

HORA DE CONTROL		VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHÍCULOS MIXTOS)
08:00	08:15	823
08:15	08:30	727
08:30	08:45	657
08:45	09:00	723
TOTAL		2930

Nota: Elaboración propia

Tabla 27: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°1: Av Velasco Astete-Salida del aeropuerto.

PFH	$n60/(4*(n15))$
n60=	2930
n15=	823
PFH	0.89
VHMD n15=	733

Nota: Elaboración propia

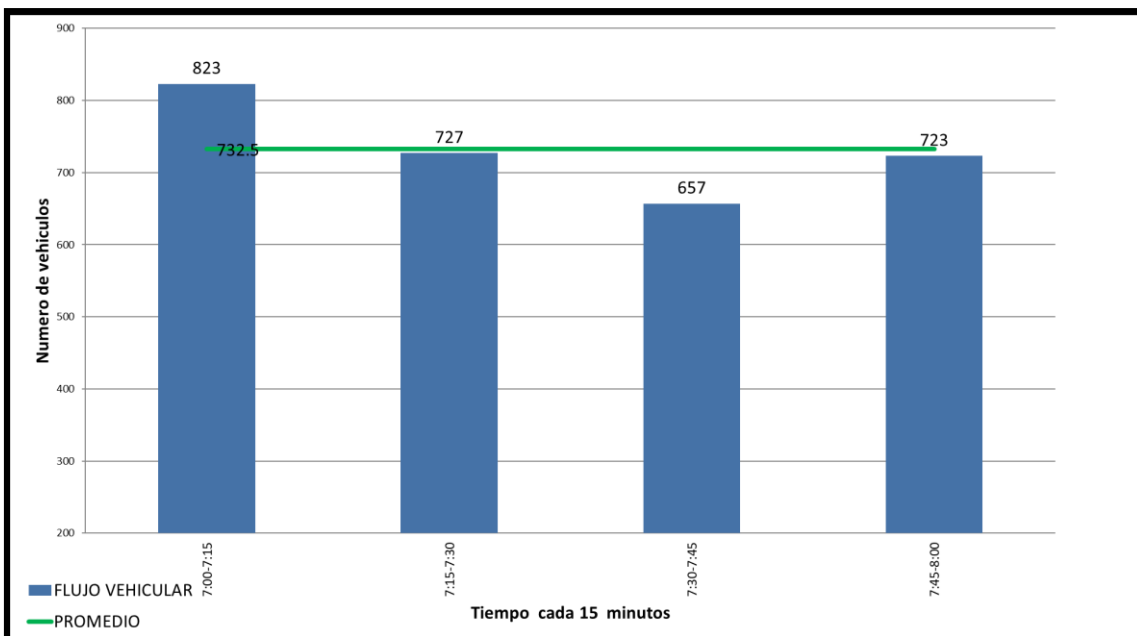


Figura 53 : Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

3.6.4.2. Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°2.

Tabla 28 : Volumen cada 15 min de la Intersección N°2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto.

HORA DE CONTROL		VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHÍCULOS MIXTOS)
08:00	08:15	723
08:15	08:30	652
08:30	08:45	651
08:45	09:00	645
TOTAL		2671

Nota: Elaboración propia

Tabla 29: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto.

PFH	$n_{60}/(4*(n_{15}))$
$n_{60} =$	2671
$n_{15} =$	723
PFH	0.92
VHMD	
$n_{15} =$	668

Nota: Elaboración propia

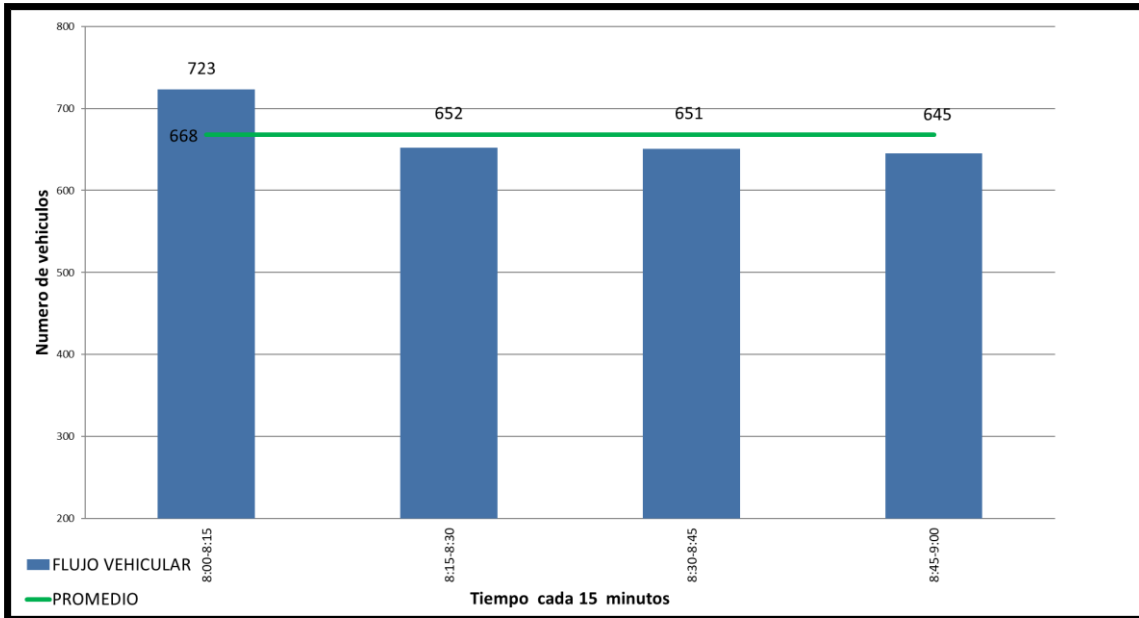


Figura 54 : Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

3.6.4.3. Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°3.

Tabla 30: Volumen cada 15 min de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.

HORA DE CONTROL		VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHÍCULOS MIXTOS)
08:00	08:15	606
08:15	08:30	639
08:30	08:45	622
08:45	09:00	610
TOTAL		2477

Nota: Elaboración propia

Tabla 31: *Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.*

PFH	$n60/(4*(n15))$
n60=	2477
n15=	639
PFH	0.97
VHMD	
n15=	620

Nota: Elaboración propia

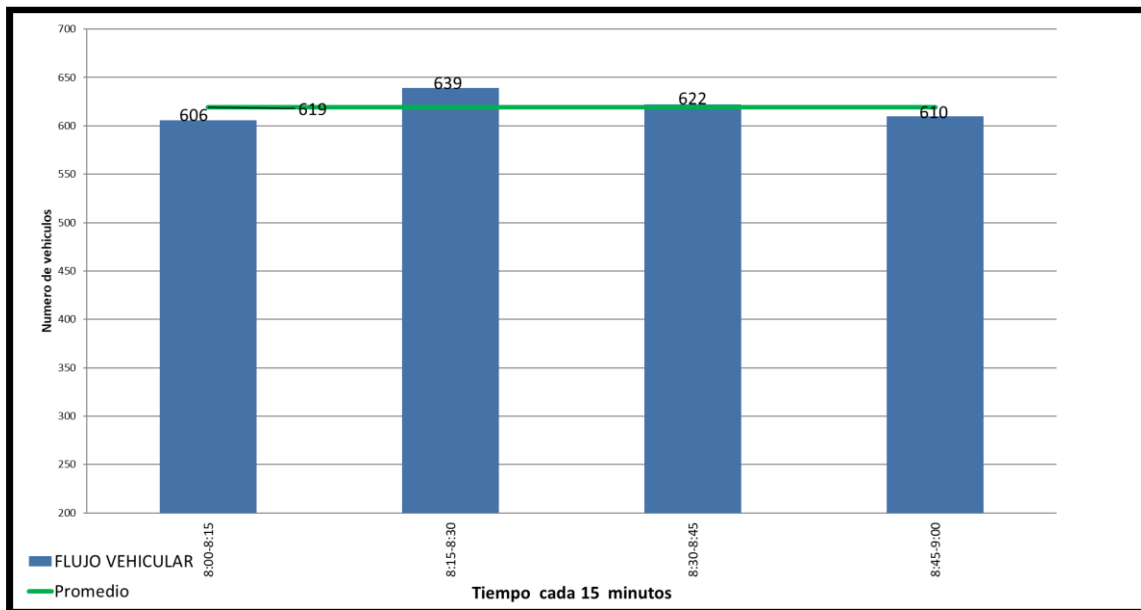


Figura 55: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.

Fuente: Elaboración propia

3.6.4.4. Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°4.

Tabla 32: Volumen cada 15 min de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales.

HORA DE CONTROL		VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHÍCULOS MIXTOS)
08:00	08:15	645
08:15	08:30	634
08:30	08:45	594
08:45	09:00	606
TOTAL		2479

Nota: Elaboración propia

Tabla 33: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales.

PFH	$n60/(4*(n15))$
n60=	2479
n15=	645
PFH	0.96
VHMD	
n15=	620

Nota: Elaboración propia

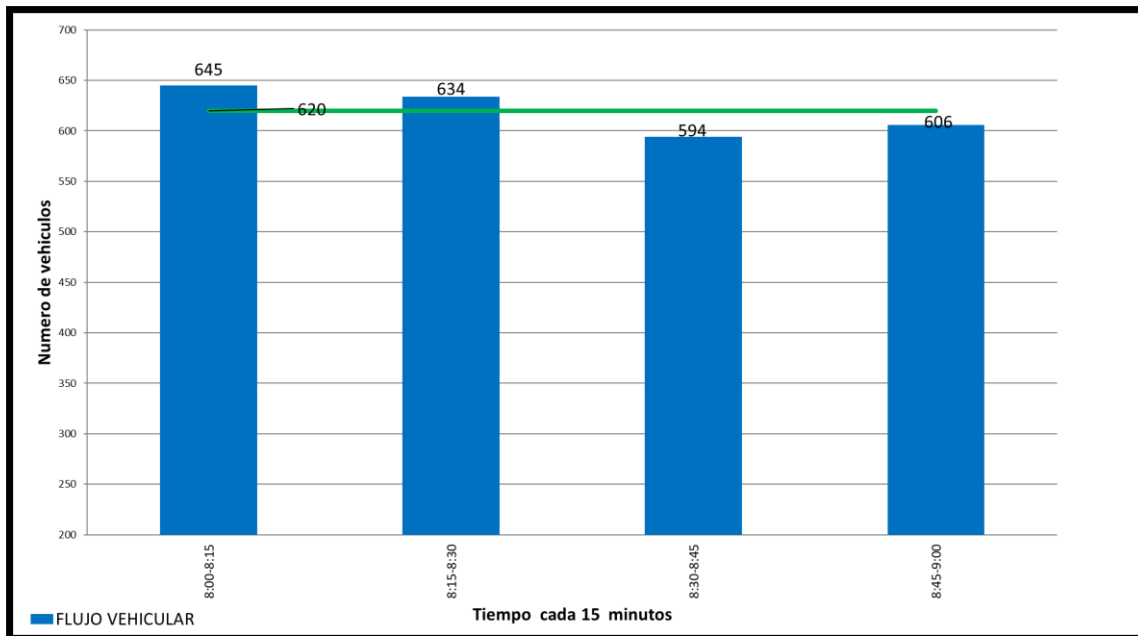


Figura 56 : Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Elaboración propia.

3.6.4.5. Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°5.

Tabla 34: Volumen cada 15 min de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena.

HORA DE CONTROL		VOLUMEN CADA 15 MIN (VEHÍCULOS MIXTOS)
08:00	08:15	339
08:15	08:30	329
08:30	08:45	315
08:45	09:00	311
TOTAL		1294

Nota: Elaboración propia

Tabla 35: Factor de la Hora de Máxima Demanda de la Intersección N°5: Av Evitamiento-Urb. Agua Buena.

PFH	$n60/(4*(n15))$
n60=	1294
n15=	339
PFH	0.95
VHMD	
n15=	324

Nota: Elaboración propia

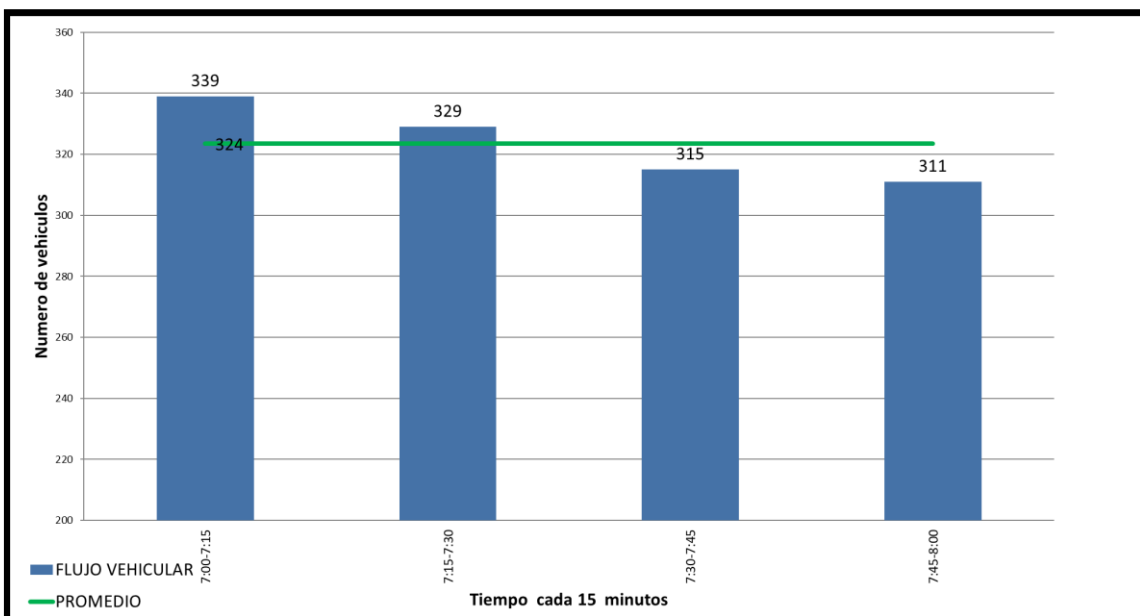


Figura 57: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la Intersección N°5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Elaboración propia

3.6.5. Proyección de Volúmenes.

Trafico Futuro:

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$Pf = Po(1 + Tc)^n$$

Pf: tránsito final.

P0: tránsito inicial (año base).

Tc: tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

n: año a estimarse.

Se proyectó los volúmenes a 20 años del 2018 al 2038

La fórmula se aplica en el Excel y nos da como resultados los siguientes cuadros de tráficos fututos para cada intersección.

Cuadros de trafico fututo al año 2038.

Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto.

Tabla 36: *Trafico futuro Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto.*

Resultados año 2038 sentido N-S.

HOJA RESUMEN																																								
INTERSECCION: AV. VELAZCO ASTETE- SALIDA DEL AEROPUERTO ALEJANDRO VELAZCO ASTETE																																								
FECHA: 11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																								
DIA : Martes																																								
APROXIMACION N-S:																																								
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA				
CONTROL	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA	TOTAL	HORARIA
8:00-8:15	4	0	101	0	9	0	44	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160	1004	1004
8:15-8:30	4	0	81	0	2	0	44	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	293	887	1891				
8:30-8:45	5	0	52	0	7	0	26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	384	802	2693				
8:45-9:00	4	0	65	0	12	0	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	489	882	3575				
DIA	16	0	298.9	0	31	0	135	0	2.4	0	3.7	0	0	0	0	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
H.P.A.M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								

Nota: Elaboración propia

Tabla 37: *Trafico futuro Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto.*

Resultados año 2038 sentido E-O.

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION: AV. VELAZCO ASTETE- SALIDA DEL AEROPUERTO ALEJANDRO VELAZCO ASTETE																																		
FECHA: 11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																		
DIA : Martes																																		
APROXIMACION E-O:																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
CONTROL	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	311	0	0	0	45	0	0	0	4	0	0	0	18	0	0	0	22	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	408	408
8:15-8:30	0	250	0	0	0	37	0	0	0	1	0	0	0	18	0	0	0	18	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	332	739
8:30-8:45	0	244	0	0	0	39	0	0	0	2	0	0	0	18	0	0	0	17	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	326	1065
8:45-9:00	0	257	0	0	0	35	0	0	0	2	0	0	0	20	0	0	0	20	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	338	1403
DIA	0	1063	0	0	0	156	0	0	0	9.8	0	0	0	74.4	0	0	0	77	0	0	0	15	0	0	0	8.5	0	0	0	0	0	0		
H.P.A.M	0	1063	0	0	0	156	0	0	0	10	0	0	0	74	0	0	0	77	0	0	0	15	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0		

Nota: Elaboración propia

Tabla 38 : *Trafico futuro Intersección N° 01. Av. Velasco Astete-Salida del Aeropuerto.*
Resultados año 2038 sentido O-E.

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELAZCO ASTETE- SALIDA DEL AEROPUERTO ALEJANDRO VELAZCO ASTETE																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		Martes																																
APROXIMACION O-E:																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
CONTROL	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	320	0	0	0	61	0	0	0	6	0	0	0	18	0	0	0	21	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	437	437	
8:15-8:30	0	321	0	0	0	54	0	0	0	4	0	0	0	18	0	0	0	18	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	422	859		
8:30-8:45	0	283	0	0	0	51	0	0	0	5	0	0	0	20	0	0	0	17	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	384	1243			
8:45-9:00	0	317	0	0	0	73	0	0	0	4	0	0	0	18	0	0	0	18	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	439	1683			
DIA	0	1241	0	0	0	239	0	0	0	18	0	0	0	74.4	0	0	0	74	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0					
H.P A.M	0	1241	0	0	0	239	0	0	0	18	0	0	0	74	0	0	0	74	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0					
H.P MD																																		
H.P PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Nota: Elaboración propia

Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto.

Tabla 39 : *Trafico futuro Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto.*
Resultados año 2038 sentido E-O.

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELAZCO ASTETE- ENTRADA DEL AEROPUERTO																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION E-O:																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
CONTROL	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	298	11	0	0	54	9	0	0	5	0	0	0	22	0	0	0	15	1	0	0	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	430	430	
8:15-8:30	0	243	11	0	0	43	9	0	0	4	0	0	0	18	0	0	0	12	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	350	780			
8:30-8:45	0	250	7	0	0	45	6	0	0	4	0	0	0	18	0	0	0	11	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	350	1130			
8:45-9:00	0	253	7	0	0	50	10	0	0	2	0	0	0	17	0	0	0	12	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	360	1490			
DIA	0	1043	37	0	0	192	33	0	0	15	0	0	0	75.7	0	0	0	50	2.4	0	0	40	0	0	0	2.4	0	0	0					
H.P A.M	0	1043	37	0	0	192	33	0	0	15	0	0	0	76	0	0	0	50	2	0	0	40	0	0	0	2	0	0	0					

Nota: Elaboración propia

Tabla 40 : *Trafico futuro Intersección N° 02. Av. Velasco Astete-Ingreso al Aeropuerto. Resultados año 2038 sentido O-E.*

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELAZCO ASTETE-ENTRADA DEL AEROPUERTO																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION O-E:																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
CONTROL	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	74	255	0	0	15	56	0	0	1	4	0	0	0	18	0	0	1	17	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	453	453
8:15-8:30	63	277	0	0	11	51	0	0	2	2	0	0	0	18	0	0	0	13	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	445	898
8:30-8:45	67	257	0	0	12	57	0	0	1	5	0	0	0	20	0	0	1	16	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	444	1342
8:45-9:00	68	264	0	0	12	38	0	0	1	1	0	0	0	17	0	0	0	18	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	427	1769
DIA	273	1053	0	0	50	203	0	0	6.1	12	0	0	0	73.2	0	0	2.4	65	0	0	0	29	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0		
H.P A.M	273	1053	0	0	50	203	0	0	6	12	0	0	0	73	0	0	2	65	0	0	0	29	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0		
H.P MD																																		
H.P PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Nota: Elaboración propia

Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias.

Tabla 41 : *Trafico futuro Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados año 2038 N-S.*

HOJA RESUMEN																																				
INTERSECCION:		AV. VELAZCO ASTETE - CALLE GARDENIAS																																		
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																		
DIA :		MARTES																																		
APROXIMACION N-S:		WANCHAQ																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA
CONTROL	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA	TOTAL	HORARIA
8:00-8:15	0	0	57	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	70	739	739
8:15-8:30	0	0	66	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	149	780	1519
8:30-8:45	0	0	48	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	212	759	2278
8:45-9:00	0	0	55	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	276	744	3022
DIA	0	0	225.7	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
H.P A.M	0	0	226	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Nota: Elaboración propia

Tabla 42: *Trafico futuro Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados año 2038 E-O.*

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELAZCO ASTETE- CALLE GARDENIAS																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION E-O:																																		
HORAS DE CONTROL	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	228	2	0	0	44	2	0	0	5	0	0	0	21	0	0	0	6	1	0	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	322	322
8:15-8:30	0	256	5	0	0	37	5	0	0	2	0	0	0	20	0	0	0	4	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	339	661	
8:30-8:45	0	245	0	0	0	41	2	0	0	2	0	0	0	18	0	0	0	6	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	327	988		
8:45-9:00	0	249	4	0	0	32	4	0	0	4	0	0	0	18	0	0	0	2	1	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	322	1310		
DIA	0	979	11	0	0	154	13	0	0	13	0	0	0	76.9	0	0	0	18	2.4	0	0	39	0	0	0	3.7	0	0	0	0	0			
H.P.A.M	0	979	11	0	0	154	13	0	0	13	0	0	0	77	0	0	0	18	2	0	0	39	0	0	0	4	0	0	0	0	0			

Nota: Elaboración propia

Tabla 43 : *Trafico futuro Intersección N° 03. Av. Velasco Astete-Calle Gardenias. Resultados año 2038 O-E.*

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELAZCO ASTETE- CALLE GARDENIAS																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION O-E:																																		
HORAS DE CONTROL	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	15	239	0	0	5	41	0	0	0	6	0	0	0	17	0	0	2	2	0	0	0	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	348	348	
8:15-8:30	15	259	0	0	5	39	0	0	0	5	0	0	0	18	0	0	1	5	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	361	709		
8:30-8:45	13	257	0	0	1	46	0	0	0	4	0	0	0	20	0	0	2	5	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	368	1077			
8:45-9:00	13	261	0	0	6	38	0	0	0	5	0	0	0	18	0	0	0	4	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	359	1436			
DIA	56	1016	0	0	17	165	0	0	0	20	0	0	0	73.2	0	0	6.1	16	0	0	0	66	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0			
H.P.A.M	56	1016	0	0	17	165	0	0	0	20	0	0	0	73	0	0	6	16	0	0	0	66	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
H.P.MD																																		
H.P.PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Nota: Elaboración propia

Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.

Tabla 44 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales. Resultados año 2038 N-S*

HOJA RESUMEN																																								
INTERSECCION: AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES																																								
FECHA: 11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																								
DIA : MARTES																																								
APROXIMACION N-S:																																								
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA				
CONTROL	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA	TOTAL	HORARIA
8:00-8:15	6	5	33	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	59	787	787		
8:15-8:30	5	4	31	0	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	109	774	1561		
8:30-8:45	5	4	26	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	151	725	2285			
8:45-9:00	2	6	29	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	194	739	3025			
DIA	18	18	118.4	0	2.4	6.1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
H.P.A.M	18	18	118	0	2	6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Nota: Elaboración propia

Tabla 45 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales. Resultados año 2038 S-N.*

HOJA RESUMEN																																						
INTERSECCION: AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES																																						
FECHA: 11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																						
DIA : MARTES																																						
APROXIMACION S-N:																																						
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA				
CONTROL	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	106	1	4	0	24	2	2	0	5	0	0	0	6	0	0	0	4	1	0	0	5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	165	
8:15-8:30	107	6	7	0	28	2	1	0	1	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	332	
8:30-8:45	105	1	6	0	18	1	1	0	5	0	0	0	9	0	0	0	1	0	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	487		
8:45-9:00	89	4	4	0	21	4	1	0	2	0	0	0	7	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	626		
DIA	408	12.2	21	0	92	9.8	6.1	0	13	0	0	0	28	0	0	0	8.5	2.4	1.2	0	15	4.9	2.4	0	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H.P.A.M	408	12	21	0	92	10	6	0	13	0	0	0	28	0	0	0	9	2	1	0	15	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Nota: Elaboración propia

Tabla 46 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.*

Resultados año 2038 E-O.

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION E-O:																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
CONTROL	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	148	6	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	183	
8:15-8:30	0	153	6	0	0	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	372	
8:30-8:45	0	143	5	0	0	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	553		
8:45-9:00	0	150	4	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	730		
DIA	0	593	21	0	0	98.8	4.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
H.P A.M	0	593	21	0	0	99	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Nota: Elaboración propia

Tabla 47 : *Trafico futuro Intersección N° 04. Av. Velasco Astete-Calle Los Rosales.*

Resultados año 2038 O-E.

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. VELASCO ASTETE - CALLE LOS ROSALES																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION O-E:																																		
HORAS DE	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA
CONTROL	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	40	41	42	43	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	146	167	0	0	13	24	0	0	0	5	0	0	10	0	0	0	4	5	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	381	381	
8:15-8:30	0	142	164	0	0	16	18	0	0	0	2	0	0	9	0	0	0	1	7	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	367	748	
8:30-8:45	0	135	150	0	0	15	26	0	0	0	2	0	0	7	0	0	0	0	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	347	1095		
8:45-9:00	0	144	174	0	0	12	23	0	0	0	4	0	0	9	0	0	0	0	10	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	381	1475		
DIA	0	567	655	0	0	56.1	92	0	0	0	13	0	0	34.2	0	0	0	4.9	26	0	0	8.5	18	0	0	0	0	0	0	0				
H.P A.M	0	567	655	0	0	56	92	0	0	0	13	0	0	34	0	0	0	5	26	0	0	9	18	0	0	0	0	0	0	0				
H.P MD																																		
H.P PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Nota: Elaboración propia

Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena

Tabla 48 : *Trafico futuro Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados año 2038 N-S.*

HOJA RESUMEN																																								
INTERSECCION: AV. EVITAMIENTO - URB. AGUA BUENA																																								
FECHA: 11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																								
DIA : MARTES																																								
APROXIMACION N-S:																																								
HORAS DE CONTROL	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA	GRAN	SUMA				
	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13	X 1/4 HORA	HORARIA	TOTAL	HORARIA
8:00-8:15	143	15	0	0	31	4	0	0	5	0	0	0	6	2	0	0	4	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	217	414	414
8:15-8:30	137	12	0	0	24	2	0	0	4	0	0	0	7	4	0	0	2	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	415	401	815				
8:30-8:45	134	16	0	0	23	2	0	0	2	0	0	0	5	2	0	0	5	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195	610	384	1199				
8:45-9:00	127	11	0	0	26	5	0	0	5	0	0	0	6	2	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	799	379	1579				
DIA	541	54	0	0	104	13	0	0	16	0	0	0	24	11	0	0	13	24	0	0	18	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
H.P.A.M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								

Nota: Elaboración propia

Tabla 49 : *Trafico futuro Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados año 2038 S-N.*

HOJA RESUMEN																																						
INTERSECCION: AV. EVITAMIENTO - URB. AGUA BUENA																																						
FECHA: 11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																						
DIA : MARTES																																						
APROXIMACION S-N:																																						
HORAS DE CONTROL	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL	SUMA				
	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	X 1/4 HORA	HORARIA
8:00-8:15	0	31	16	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	67				
8:15-8:30	0	33	13	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	135				
8:30-8:45	0	29	20	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	200				
8:45-9:00	0	27	18	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	260				
DIA	0	120	67	0	0	32	24	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
H.P.A.M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

Nota: Elaboración propia

Tabla 50 : *Trafico futuro Intersección N° 05. Av. Evitamiento – Urb. Agua Buena. Resultados año 2038 E-O*

HOJA RESUMEN																																		
INTERSECCION:		AV. EVITAMIENTO - URB. AGUA BUENA																																
FECHA:		11 DE SETIEMBRE DEL 2018																																
DIA :		MARTES																																
APROXIMACION E-O:																																		
HORAS DE CONTROL	AUTO				PICK UP				BUS				BUS DE TRANS				CAMION LIGERO				CAMION MEDIANO				CAMION PESADO				CAMION ARTICULO				TOTAL X 1/4 HORA	SUMA HORARIA
	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33	30	31	32	33		
8:00-8:15	9	0	78	0	0	0	26	0	0	0	6	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	129
8:15-8:30	7	0	83	0	1	0	28	0	0	0	4	0	0	0	4	0	1	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	265
8:30-8:45	9	0	87	0	0	0	21	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	389
8:45-9:00	11	0	79	0	1	0	27	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	520
DIA	35.4	0	327	0	2.4	0	101	0	0	0	15	0	0	0	16	0	1.2	0	6.1	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
H.P.A.M	35	0	327	0	2	0	101	0	0	0	15	0	0	0	16	0	1	0	6	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Nota: Elaboración propia

3.6.6. Procesamiento de Datos.

Se realizó el análisis para 4 escenarios:

Escenario 01: actual año 2018.

Escenario 02: año 2038 sin mejoras.

Escenario 03: con optimización semaforizada.

Escenario 04: año 2038 con nueva infraestructura.

Aquí analizaremos la intersección en el escenario actual 2018 con el software de simulación (Synchro 8.0), de la misma manera se realizó el procesamiento para los demás escenarios.

Determinar la cantidad vial y el estatus de servicio aplicando el método de HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)

Paso 1: Al comienzo se realiza la definición con una foto satelital en el lugar donde se realizarán la investigación esta tomada desde Google Earth, el siguiente paso a seguir es la definición del lugar en específico esta contiene la dirección de las calles.



Figura 58: Vista en Planta de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia



Figura 59: Vista en Planta de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia.



Figura 60: Vista en Planta de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Elaboración propia



Figura 61: Vista en Planta de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales.

Fuente: Elaboración propia



Figura 62: Vista en Planta de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Se definieron los siguientes datos de entrada a partir de los datos del análisis de tránsito con que se ha estado trabajando. Se identificó los movimientos de carriles.

Seguidamente se determinó la distribución del grupo de carriles para cada dirección, los volúmenes vehiculares ya son definidos anteriormente. No existen maniobras de parqueo. Al definir todos estos valores de entrada el software calcula por si solo la tasa de flujo por hora.

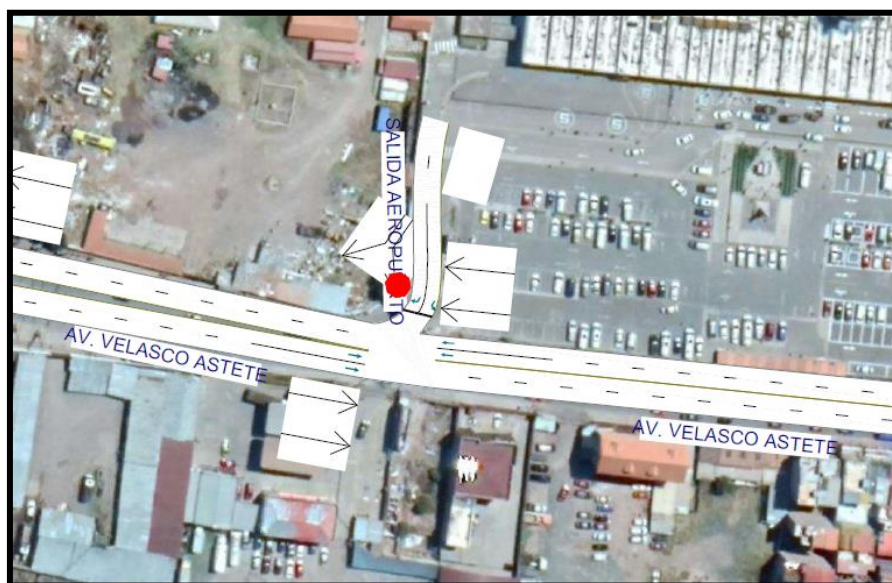


Figura 63: Codificación de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia



Figura 64: Codificación de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia.



Figura 65: Codificación de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Elaboración propia



Figura 66: Codificación de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Elaboración propia



Figura 67: Codificación de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Elaboración propia



Figura 68: Volúmenes por sentido, intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia



Figura 69: Volúmenes por sentido, intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Elaboración propia



Figura 70: Volúmenes por sentido, intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Elaboración propia



Figura 71: Volúmenes por sentido, intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Elaboración propia



Figura 72: Volúmenes por sentido, intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Elaboración propia

Paso 3 : Los anchos de carriles y grado de pendiente están definidos anteriormente. Con todo esto definido el programa calcula los factores y el flujo de saturación del grupo de carriles.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lanes and Sharing (#RL)	1	2	2	2	1	1
Traffic Volume (vph)	0	1650	1396	0	42	369
Street Name	AV. VELASCO AST		AV. VELASCO AST		SALIDA AEROPUE	
Link Distance (m)	—	118.0	174.8	—	62.7	—
Links Speed (km/h)	—	50	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	wB	—	SW	—
Travel Time (s)	—	8.5	12.6	—	4.5	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.2	3.2	3.6	3.6
Grade (%)	—	0	0	—	0	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	0.850
Left Turn Factor (prot)	—	1.000	1.000	—	0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	—	3343	3194	—	1787	1599
Left Turn Factor (perm)	—	1.000	1.000	—	0.950	1.000
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	1.000
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	—	3343	3194	—	1787	1599
Right Turn on Red?	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	0	—	0	0
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—

Figura 73: Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

LANE SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	281	1420	1407	63	0	0
Street Name	AV. VELASCO AST		AV. VELASCO AST		INGRESO AEROPU	
Link Distance (m)	—	174.8	132.0	—	71.7	—
Links Speed (km/h)	—	50	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SB	—
Travel Time (s)	—	12.6	9.5	—	5.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.6
Grade (%)	—	0	0	—	0	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	30.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	1	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000	1.000	0.994	—	—	—
Left Turn Factor (prot)	0.950	1.000	1.000	—	—	—
Saturated Flow Rate (prot)	1671	1759	3101	—	—	—
Left Turn Factor (perm)	0.950	1.000	1.000	—	—	—
Right Ped Bike Factor	1.000	1.000	1.000	—	—	—
Left Ped Factor	1.000	1.000	1.000	—	—	—
Saturated Flow Rate (perm)	1671	1759	3101	—	—	—
Right Turn on Red?	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	0	0	10	—	—	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—

Figura 74: Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

LANE SETTINGS	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	1245	26	1	233	75	1352
Street Name	AV. VELASCO AST		CA. GARDENIAS		AV. VELASCO AST	
Link Distance (m)	164.7	—	101.1	—	132.0	—
Links Speed (km/h)	50	—	50	—	50	—
Set Arterial Name and Speed	WB	—	SB	—	NE	—
Travel Time (s)	11.9	—	7.3	—	9.5	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0	—	0	—	0	—
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	0.997	—	0.866	—	0.872	—
Left Turn Factor (prot)	0.953	—	1.000	—	0.997	—
Saturated Flow Rate (prot)	1506	—	1629	—	1162	—
Left Turn Factor (perm)	0.953	—	1.000	—	0.997	—
Right Ped Bike Factor	1.000	—	1.000	—	1.000	—
Left Ped Factor	1.000	—	1.000	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	1506	—	1629	—	1162	—
Right Turn on Red?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	2	—	130	—	1079	—
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—

Figura 75: Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	[Dropdown]			[Dropdown]			[Dropdown]			[Dropdown]		
Traffic Volume (vph)	0	604	750	1	589	31	548	38	32	17	24	126
Street Name	AV. VELASCO ASTETE			AV. ROSALES			CA. ROSALES			CA. ROSALES		
Link Distance (m)	164.7			133.0			190.8			130.3		
Links Speed (km/h)	50			50			50			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	11.9			9.6			13.7			9.4		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Storage Length (m)	0.0	100.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Storage Lanes (#)	1											
Right Turn Channelized	Free			None			None			None		
Curb Radius (m)	15.0											
Add Lanes (#)	0											
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	0.975			0.850			0.993			0.898		
Left Turn Factor (prot)	1.000			1.000			0.958			0.995		
Saturated Flow Rate (prot)	1712			1245			1850			1686		
Left Turn Factor (perm)	1.000			1.000			0.633			0.929		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	1712			1245			1489			1114		
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
Saturated Flow Rate (RTOR)	14			685			4			5		
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

Figura 76: Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

LANE SETTINGS	WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER
Lanes and Sharing (#RL)	[Dropdown]		[Dropdown]		[Dropdown]	
Traffic Volume (vph)	34	462	680	86	154	78
Street Name	AV. VIA DE EVITAM		CA. ROSALES		ACCESO AGUA BU	
Link Distance (m)	319.2		190.8		39.1	
Links Speed (km/h)	50		50		50	
Set Arterial Name and Speed	WB		SB		NE	
Travel Time (s)	23.0		13.7		2.8	
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0		0		0	
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Storage Length (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)						
Right Turn Channelized	None		None		None	
Curb Radius (m)						
Add Lanes (#)						
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000	0.850	0.985		0.954	
Left Turn Factor (prot)	0.950	1.000	0.957		0.968	
Saturated Flow Rate (prot)	1752	1495	1683		1720	
Left Turn Factor (perm)	0.950	1.000	0.957		0.968	
Right Ped Bike Factor	1.000	1.000	1.000		1.000	
Left Ped Factor	1.000	1.000	1.000		1.000	
Saturated Flow Rate (perm)	1752	1495	1683		1720	
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Saturated Flow Rate (RTOR)	0		0		0	
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Figura 77: Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Paso 4: Se introdujeron los datos del tipo de semáforos, fases, así como sus respectivos tiempos de luz verde, ámbar y roja. De esta forma el software por medio de la metodología del HCM, determina la tasa de flujo de saturación ajustada, la capacidad, la relación volumen/capacidad, tiempos de demora y nivel de servicio según los datos ingresados para cada carril por separado.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	303.7
Y North (m):	-228.5
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	1.51
Intersection Delay (s):	8.6
Intersection LOS:	A
ICU:	0.79
ICU LOS:	D

Figura 78: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 1: Av Velasco Astete-Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS								EBL		EBT		WBT		WBR		SBL		SBR		PED		HOLD	
Node #	2	Lanes and Sharing (#RL)	↖	↗	↕	↙	↘	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	
Zone:		Traffic Volume (vph)	831	1420	1407	63	0	0																	
X East (m):	477.4	Turn Type	Prot																						
Y North (m):	-248.0	Protected Phases	4	2	6																				
Z Elevation (m):	0.0	Permitted Phases																							
Description		Detector Phases	4	2	6																				
Control Type	Pretimed	Switch Phase	0	0	0																				
Cycle Length (s):	84.0	Leading Detector (m)	2.0	10.0	10.0																				
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0																				
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0																				
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Split (s)	21.0	21.0	21.0																				
Actuated Cycle(s):	84.0	Total Split (s)	26.0	58.0	58.0																				
Natural Cycle(s):	150.0	Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0																				
Max v/c Ratio:	1.39	All-Red Time (s)	2.0	2.0	2.0																				
Intersection Delay (s):	101.2	Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0																				
Intersection LOS:	F	Lagging Phase?																							
ICU:	0.79	Allow Lead/Lag Optimize?																							
ICU LOS:	D	Recall Mode	Max	Max	Max																				
Offset (s):	0.0	Actuated Effct. Green (s)	21.0	53.0	53.0																				
Referenced to:	Begin of Green	Actuated g/C Ratio	0.25	0.63	0.63																				
Reference Phase:	2+6 - EBT WBT	Volume to Capacity Ratio	0.73	1.39	0.81																				
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)	40.8	201.3	16.1																				
Yield Point:	Single	Queue Delay (s)	0.0	0.0	0.0																				
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s)	40.8	201.3	16.1																				
		Level of Service	D	F	B																				
		Approach Delay (s)		174.8	16.1																				
		Approach LOS		F	B																				
		Queue Length 50th (m)	47.3	~351.5	95.7																				
		Queue Length 95th (m)	#83.7	#431.9	129.0																				
		Stops (vph)	247	1069	1056																				

Figura 79: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	601.9
Y North (m):	-226.7
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	2.54
Intersection Delay (s):	596.2
Intersection LOS:	F
ICU:	1.83
ICU LOS:	H

Figura 80: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS														
Node #	4	Lanes and Sharing (#RL)	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Zone:		Traffic Volume (vph)	0	604	750	1	589	31	548	38	32	17	24	126		
X East (m):	763.7	Turn Type	—	—	Perm	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—		
Y North (m):	-257.3	Protected Phases	—	4	—	8	—	—	2	—	—	6	—	—		
Z Elevation (m):	0.0	Permitted Phases	—	4	8	—	—	—	2	—	—	6	—	—		
Description		Detector Phases	—	4	4	8	8	—	2	2	—	6	6	—		
Control Type	Pretimed	Switch Phase	—	0	0	0	0	—	0	0	—	0	0	—		
Cycle Length (s):	84.0	Leading Detector (m)	—	10.0	2.0	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—		
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—		
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Initial (s)	—	4.0	4.0	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—		
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Split (s)	—	20.0	20.0	20.0	20.0	—	20.0	20.0	—	20.0	20.0	—		
Actuated Cycle(s):	84.0	Total Split (s)	—	38.0	38.0	38.0	38.0	—	46.0	46.0	—	46.0	46.0	—		
Natural Cycle(s):	120.0	Yellow Time (s)	—	3.5	3.5	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—		
Max v/c Ratio:	1.20	All-Red Time (s)	—	0.5	0.5	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—		
Intersection Delay (s):	73.4	Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—		
Intersection LOS:	E	Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
ICU:	1.01	Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
ICU LOS:	G	Recall Mode	—	Max	Max	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—		
Offset (s):	0.0	Actuated Effct. Green (s)	—	34.0	34.0	—	34.0	—	42.0	—	—	42.0	—	—		
Referenced to:	Begin of Green	Actuated g/C Ratio	—	0.40	0.40	—	0.40	—	0.50	—	—	0.50	—	—		
Reference Phase:	2+6 - NBTL SBTL	Volume to Capacity Ratio	—	1.12	0.75	—	1.12	—	1.20	—	—	0.21	—	—		
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)	—	99.1	7.7	—	99.2	—	129.8	—	—	4.3	—	—		
Yield Point:	Single	Queue Delay (s)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—		
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s)	—	99.1	7.7	—	99.2	—	129.8	—	—	4.3	—	—		
		Level of Service	—	F	A	—	F	—	F	—	—	A	—	—		
		Approach Delay (s)	—	56.6	—	—	99.2	—	129.8	—	—	4.3	—	—		
		Approach LOS	—	E	—	—	F	—	F	—	—	A	—	—		
		Queue Length 50th (m)	—	~162.6	0.0	—	~132.7	—	~140.1	—	—	3.7	—	—		
		Queue Length 95th (m)	—	#236.6	31.6	—	#200.1	—	#207.2	—	—	14.0	—	—		
		Stops (vph)	—	588	85	—	505	—	483	—	—	28	—	—		

Figura 81: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 4: Av Velasco Astete-Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	5
Zone:	
X East (m):	732.5
Y North (m):	-445.5
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	1.50
Intersection Delay (s):	145.4
Intersection LOS:	F
ICU:	0.70
ICU LOS:	C

Figura 82: Ventana de Ajuste de metodología HCM Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Paso 5: En esta parte se le da clic el botón que nos lleva al SimTraffic 8.0. y exportar automáticamente el trabajo al otro software y presionando a continuación el botón de “play” se simula el movimiento visto desde arriba de la intersección.

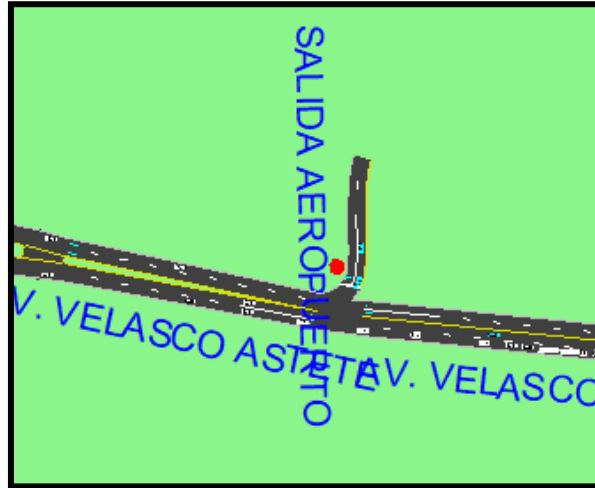


Figura 83: Simulación de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 84: Simulación de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 85: Simulación de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0



Figura 86: Simulación de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 87: Simulación de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena.

Fuente: Synchro 8.0

Capitulo IV: Resultados

4.1. Resultados situación actual con el software de simulación (Synchro 8.0)



Figura 88: Geometría de la situación actual 2018

Fuente: Synchro 8.0

Demoras de la situación actual 2018

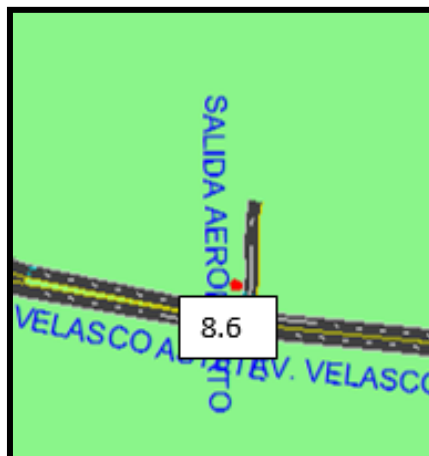


Figura 89: Demoras en la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 90: Demoras en la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

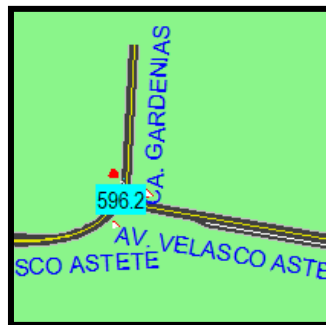


Figura 91: Demoras en la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0



Figura 92: Demoras en la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

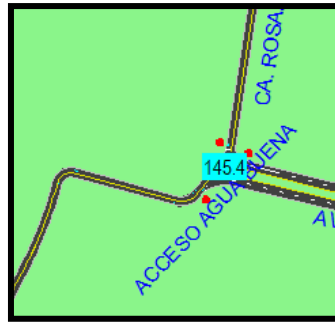


Figura 93: Demoras en la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Nivel de servicio de la situación actual 2018

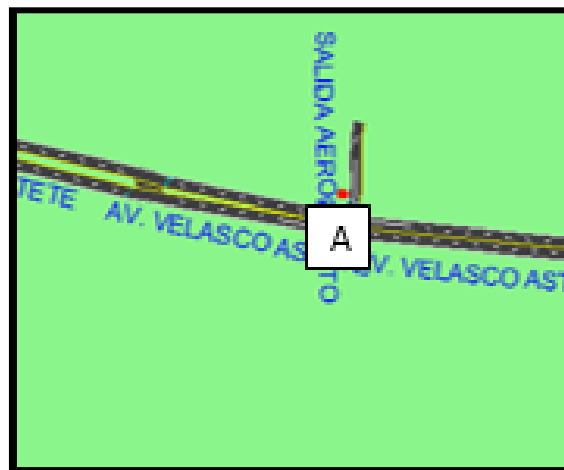


Figura 94: Nivel de servicio de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 95: Nivel de servicio de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 96: Nivel de servicio de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias.

Fuente: Synchro 8.0

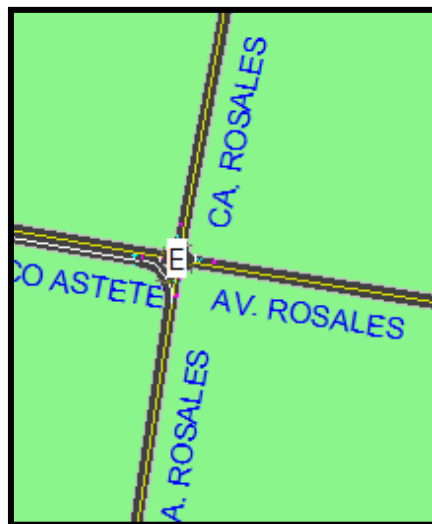


Figura 97: Nivel de servicio de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

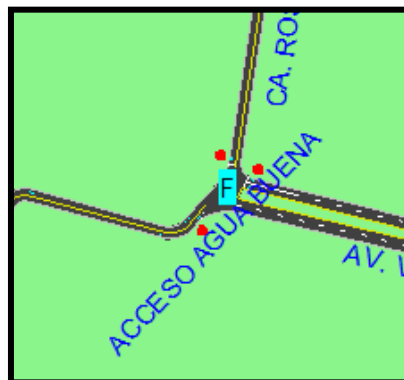


Figura 98: Nivel de servicio de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Relación de volumen/capacidad (v/c) de la situación actual 2018

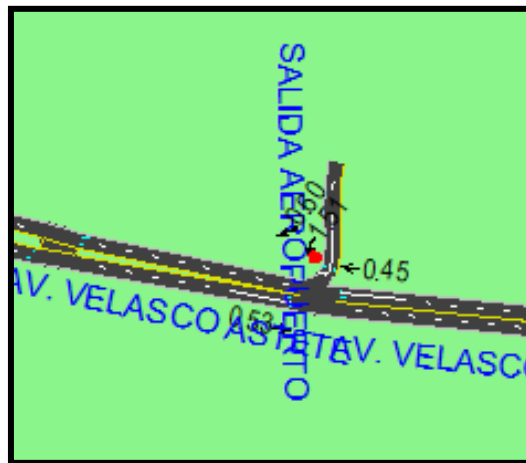


Figura 99: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete-Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 100: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete-Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 101: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete-Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0



Figura 102: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete-Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 103: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Índice de utilización de capacidad (ICU) % de la situación actual 2018



Figura 104: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete-Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 105: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

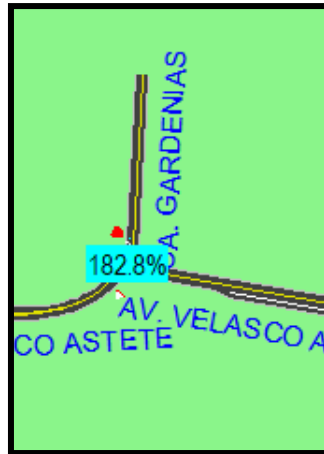


Figura 106: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete-Calle Gardenias.

Fuente: Synchro 8.0

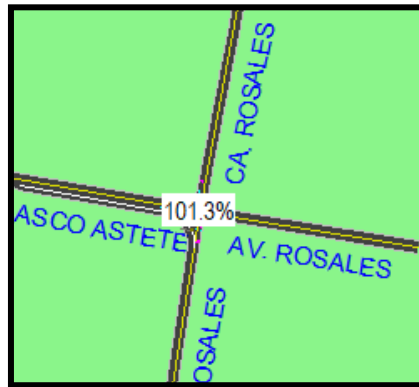


Figura 107: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete-Calle Rosales.

Fuente: Synchro 8.0



Figura 108: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

4.2. Resultados escenario futuro +20 años sin mejoras con el software de simulación (Synchro 8.0)

Geometría del escenario futuro +20 años sin mejoras.

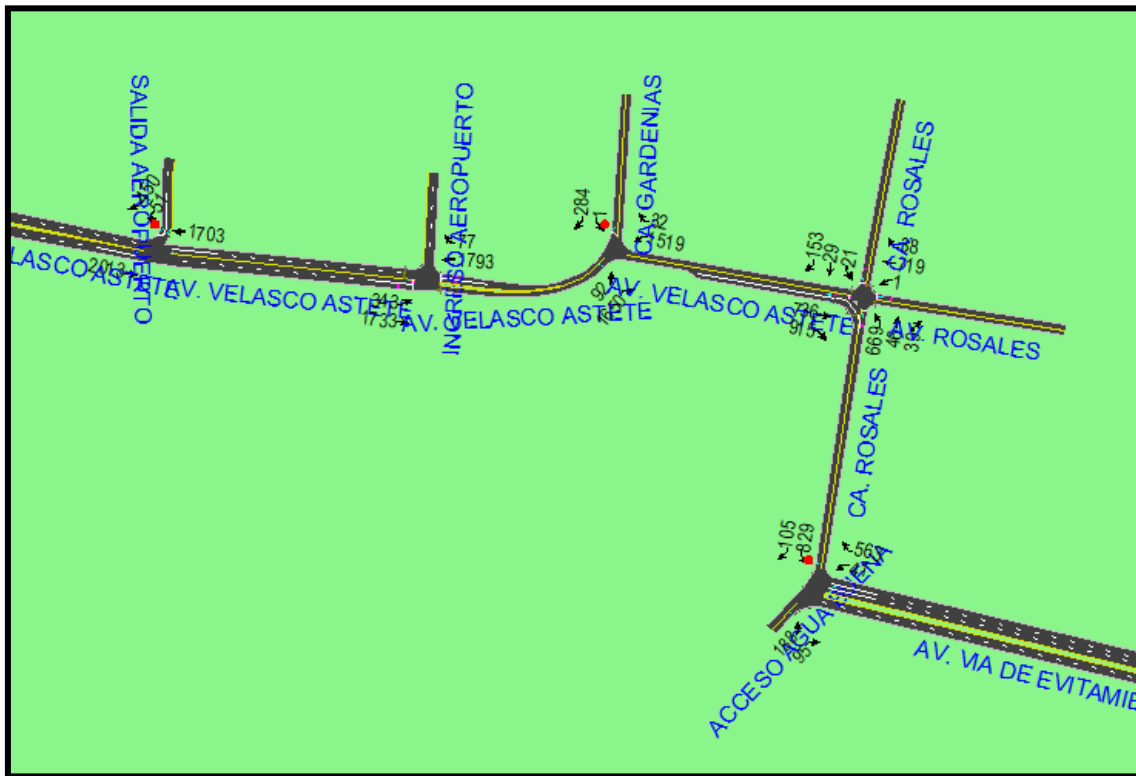


Figura 109: Geometría y volúmenes Nodos de estudio 1 al 5

Fuente: Synchro 8.0

Ventana de Ajuste de metodología HCM del escenario futuro +20 años sin mejoras.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	1
X East (m):	303.7
Y North (m):	-228.5
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	10.07
Intersection Delay (s):	131.6
Intersection LOS:	F
ICU:	0.95
ICU LOS:	F

Figura 110: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	2	Lanes and Sharing (HRL)							
Zone:		Traffic Volume (vph)							
X East (m):	477.4	343	1733	1793	77	0	0		
Y North (m):	-248.0	Turn Type							
Z Elevation (m):	0.0	Prot							
Description		Protected Phases							
Control Type	Pretimed	Permitted Phases							
Cycle Length (s):	84.0	Detector Phases							
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Switch Phase							
Optimize Cycle Length:	Optimize	Leading Detector (m)							
Optimize Splits:	Optimize	Trailing Detector (m)							
Actuated Cycle(s):	84.0	Minimum Initial (s)							
Natural Cycle(s):	150.0	Minimum Split (s)							
Max v/c Ratio:	1.70	Total Split (s)							
Intersection Delay (s):	170.2	Yellow Time (s)							
Intersection LOS:	F	All-Red Time (s)							
ICU:	0.95	Lost Time Adjust (s)							
ICU LOS:	F	Lagging Phase?							
Offset (s):	0.0	Allow Lead/Lag Optimize?							
Referenced to:	Begin of Green	Recall Mode							
Reference Phase:	2+6 - EBT WBT	Actuated Effct. Green (s)							
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Actuated g/C Ratio							
Yield Point:	Single	Volume to Capacity Ratio							
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)							
		Queue Delay (s)							
		Total Delay (s)							
		Level of Service							
		Approach Delay (s)							
		Approach LOS							
		Queue Length 50th (m)							
		Queue Length 95th (m)							
		Stops (vph)							

→ e2	← e4	→ e6
Number of lanes and sharing (0 to 8, L, R)		
v/c > 1 Mins ok		

Figura 111: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	601.9
Y North (m):	-226.7
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	11.00
Intersection Delay (s):	797.5
Intersection LOS:	F
ICU:	2.21
ICU LOS:	H

Figura 112: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS											
Node #	4	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> EBLEBTEBRWBLWBTWBRNBLNBTNBRSBLSBTSBRPEDHOLD </div>											
Zone:		Lanes and Sharing (#RL)											
X East (m):	763.7	Traffic Volume (vph)											
Y North (m):	-257.3	Turn Type											
Z Elevation (m):	0.0	Protected Phases											
Description		Permitted Phases											
Control Type	Pretimed	Detector Phases											
Cycle Length (s):	84.0	Switch Phase											
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Leading Detector (m)											
Optimize Cycle Length:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m)											
Optimize Spills:	<input type="checkbox"/>	Minimum Split (s)											
Actuated Cycle(s):	84.0	Minimum Split (s)											
Natural Cycle(s):	110.0	Total Split (s)											
Max v/c Ratio:	1.95	Yellow Time (s)											
Intersection Delay (s):	159.2	All Red Time (s)											
Intersection LOS:	F	Lost Time Adjust (s)											
ICU:	1.21	Lagging Phase?											
ICU LOS:	H	Allow Lead/Lag Optimize?											
Offset (s):	0.0	Recall Mode											
Reference to:	Begin of Green	Actuated Effect Green (s)											
Reference Phase:	246 - NBTL SBTTL	Actuated g/C Ratio											
Yield Point:	<input type="checkbox"/>	Volume to Capacity Ratio											
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)											
		Queue Delay (s)											
		Total Delay (s)											
		Level of Service											
		Approach Delay (s)											
		Approach LOS											
		Queue Length 50th (m)											
		Queue Length 95th (m)											
		Stops (vph)											

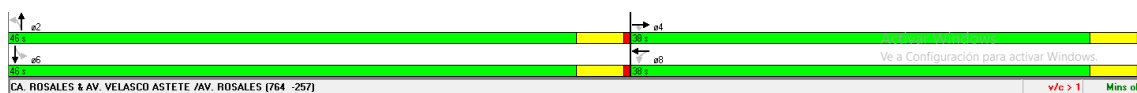


Figura 113: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	5
Zone:	1
X East (m):	732.5
Y North (m):	-445.5
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	2.39
Intersection Delay (s):	337.3
Intersection LOS:	F
ICU:	0.86
ICU LOS:	E

Figura 114: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Demoras del escenario futuro +20 años sin mejoras



Figura 115: Demoras Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 116: Demoras Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 117: Demoras Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0



Figura 118: Demoras Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 119: Demoras Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Nivel de servicio del escenario futuro +20 años sin mejoras



Figura 120: Nivel de Servicio Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 121: Nivel de Servicio Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 122: Nivel de Servicio Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

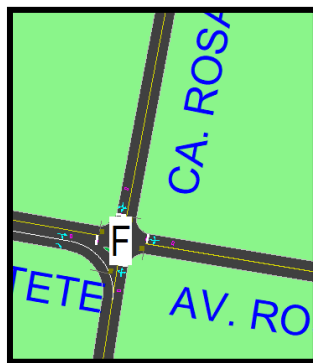


Figura 123: Nivel de Servicio Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 124: Nivel de Servicio Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Relación de Volumen/Capacidad (v/c) del escenario futuro +20 años sin mejoras



Figura 125: Relación volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 126: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 127: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

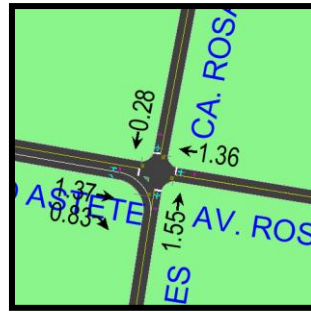


Figura 128: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete-Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

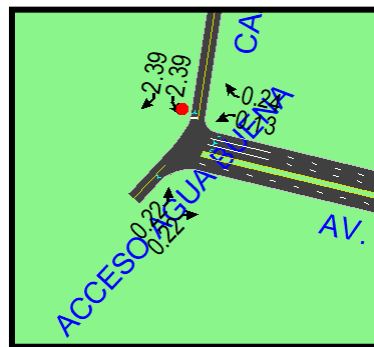


Figura 129: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Índice de utilización de capacidad (ICU) % del escenario futuro +20 años sin mejoras

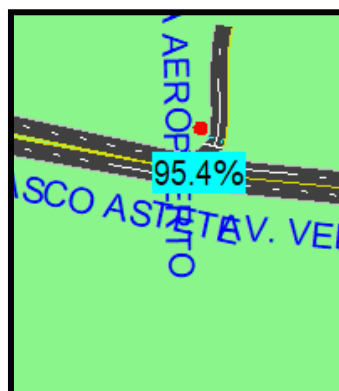


Figura 130: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete-Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

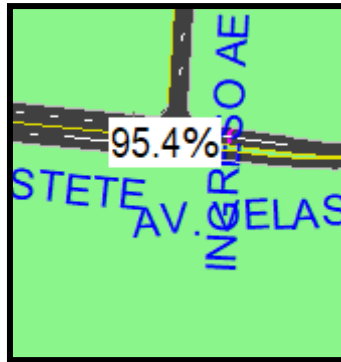


Figura 131: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 132: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

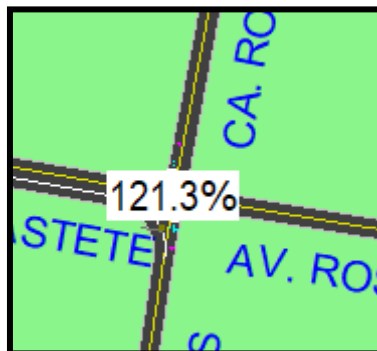


Figura 133: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

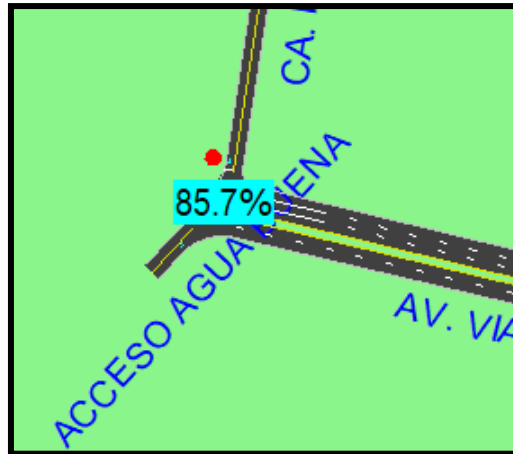


Figura 134: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

4.3. Resultados escenario futuro +20 años optimizado y semafórico con el software de simulación (Synchro 8.0)



Figura 135: Geometría del escenario futuro +20 años optimizado y semafórico

Fuente: Synchro 8.0

Ventana de Ajuste de metodología HCM del escenario futuro +20 años optimizado y semafórico

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS								EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR	PED	HOLD
Node #	1	Lanes and Sharing (#RL)															
Zone:		Traffic Volume (vph)	0	2013	1703	0	51	450									
X East (m):	303.7	Turn Type						Perm									
Y North (m):	-228.5	Protected Phases		4	8		6										
Z Elevation (m):	0.0	Permitted Phases					6										
Description		Detector Phases		4	8		6	6									
Control Type	Pretimed	Switch Phase		0	0		0	0									
Cycle Length (s):	80.0	Leading Detector (m)		10.0	10.0		2.0	2.0									
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m)		0.0	0.0		0.0	0.0									
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Initial (s)		4.0	4.0		4.0	4.0									
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Split (s)		20.0	20.0		20.0	20.0									
Actuated Cycle(s):	80.0	Total Split (s)		54.0	54.0		26.0	26.0									
Natural Cycle(s):	90.0	Yellow Time (s)		3.5	3.5		3.5	3.5									
Max v/c Ratio:	1.08	All-Red Time (s)		0.5	0.5		0.5	0.5									
Intersection Delay (s):	89.7	Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0		0.0	0.0									
Intersection LOS:	F	Lagging Phase?															
ICU:	0.95	Allow Lead/Lag Optimize?															
ICU LOS:	F	Recall Mode		Max	Max		Max	Max									
Offset (s):	0.0	Actuated Effct. Green (s)		50.0	50.0		22.0	22.0									
Referenced to:	Begin of Green	Actuated g/C Ratio		0.62	0.62		0.28	0.28									
Reference Phase:	2+6 - Unassigned	Volume to Capacity Ratio		1.05	0.93		0.11	1.08									
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)		50.6	8.2		22.5	94.2									
Yield Point:	Single	Queue Delay (s)		103.6	6.2		0.5	0.0									
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s)		154.1	14.4		23.0	94.2									
		Level of Service		F	B		C	F									
		Approach Delay (s)		154.1	14.4		87.0										
		Approach LOS		F	B		F										
		Queue Length 50th (m)		~203.3	16.3		6.6	~86.5									
		Queue Length 95th (m)		#247.1	m16.3		15.3	#145.8									
		Stops (vph)		1639	1076		39	358									

→ e4	54 s
← e6	26 s
← e8	54 s

AV. VELASCO ASTETE & SALIDA AEROPUERTO (304 -228)

Figura 136: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

2 AV. VELASCO ASTETE & INGRESO AEROPUERTO

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS							
		EBL	EBT	wBT	wBR	SBL	SBR	PED	HOLD
Node #	2	Lanes and Shading (HRL)							
Zone		Traffic Volume (vph)							
X East (m)	477.4	343	1733	1733	77	0	0		
Y North (m)	-248.0	Turn Type							
Z Elevation (m)	0.0	Protected Phases							
Description		4	2	6					
Control Type	Pretimed	Permitted Phases							
Cycle Length (s)	80.0	Detector Phases							
Lock Timings	<input type="checkbox"/>	4	2	6					
Optimize Cycle Length	Optimize	Switch Phase							
Optimize Splits	Optimize	0	0	0					
Actuated Cycle(s)	80.0	Leading Detector (m)							
Natural Cycle(s)	150.0	2.0	10.0	10.0					
Max v/c Ratio	1.59	Trailing Detector (m)							
Intersection Delay (s)	217.9	0.0	0.0	0.0					
Intersection LOS	F	Minimum Initial (s)							
ICU	0.95	4.0	4.0	4.0					
ICU LOS	F	Minimum Split (s)							
Offset (s)	7.0	21.0	21.0	21.0					
Referenced to	Begin of Green	Total Split (s)							
Reference Phase	2+6 - EBT wBT	21.0	59.0	59.0					
Master Intersection	<input type="checkbox"/>	Yellow Time (s)							
Yield Point	Single	3.0	3.0	3.0					
Mandatory Stop On Yellow	<input type="checkbox"/>	All-Red Time (s)							
		2.0	2.0	2.0					
		Lost Time Adjust (s)							
		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		
		Lagging Phase?							
		Allow Lead/Lag Optimize?							
		Recall Mode							
		Max	Max	Max					
		Actuated Effect Green (s)							
		16.0	54.0	54.0					
		Actuated g/C Ratio							
		0.20	0.68	0.68					
		Volume to Capacity Ratio							
		1.12	1.58	0.97					
		Control Delay (s)							
		82.1	285.4	10.4					
		Queue Delay (s)							
		0.0	74.4	101.1					
		Total Delay (s)							
		82.1	359.7	111.5					
		Level of Service							
		F	F	F					
		Approach Delay (s)							
			313.9	111.5					
		Approach LOS							
			F	F					
		Queue Length 50th (m)							
		~68.0	~433.1	80.8					
		Queue Length 95th (m)							
		m#63.9	m#407.4	m27.8					
		Stops (vph)							
		262	904	1100					

Figura 137: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS		WBL	WBR	SBL	SBR	NEL	NER	PED	HOLD
Node #	3	Lanes and Sharing (#RL)		Y		Y					
Zone:		Traffic Volume (vph)		1519	32	1	284	92	1650		
X East (m):	601.9	Turn Type									
Y North (m):	-226.7	Protected Phases		8		6		4			
Z Elevation (m):	0.0	Permitted Phases									
Description		Detector Phases		8		6		4			
Control Type	Pretimed	Switch Phase		0		0		0			
Cycle Length (s):	80.0	Leading Detector (m)		2.0		2.0		2.0			
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m)		0.0		0.0		0.0			
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Initial (s)		4.0		4.0		4.0			
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Split (s)		20.0		20.0		20.0			
Actuated Cycle(s):	80.0	Total Split (s)		60.0		20.0		60.0			
Natural Cycle(s):	150.0	Yellow Time (s)		3.5		3.5		3.5			
Max v/c Ratio:	1.66	All-Red Time (s)		0.5		0.5		0.5			
Intersection Delay (s):	285.5	Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		
Intersection LOS:	F	Lagging Phase?									
ICU:	2.21	Allow Lead/Lag Optimize?									
ICU LOS:	H	Recall Mode		Max		Max		Max			
Offset (s):	56.0	Actuated Effct. Green (s)		56.0		16.0		56.0			
Referenced to:	Begin of Green	Actuated g/C Ratio		0.70		0.20		0.70			
Reference Phase:	2+6 - Unassigned	Volume to Capacity Ratio		1.60		0.86		1.66			
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s)		288.0		50.4		316.4			
Yield Point:	Single	Queue Delay (s)		6.2		0.0		0.0			
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s)		294.1		50.4		316.4			
		Level of Service		F		D		F			
		Approach Delay (s)		294.1		50.4		316.4			
		Approach LOS		F		D		F			
		Queue Length 50th (m)		~397.9		41.3		~396.2			
		Queue Length 95th (m)		m#240.1		#86.5		#480.5			
		Stops (vph)		1100		213		401			

AV. VELASCO ASTETE & AV. VELASCO ASTETE & CA. GARDENIAS (602 -227)

Figura 138: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

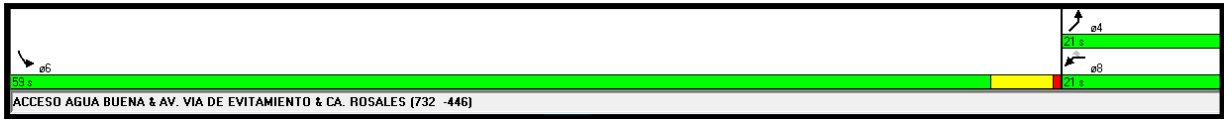


Figura 140: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Demoras del escenario futuro +20 años optimizado y semafórico

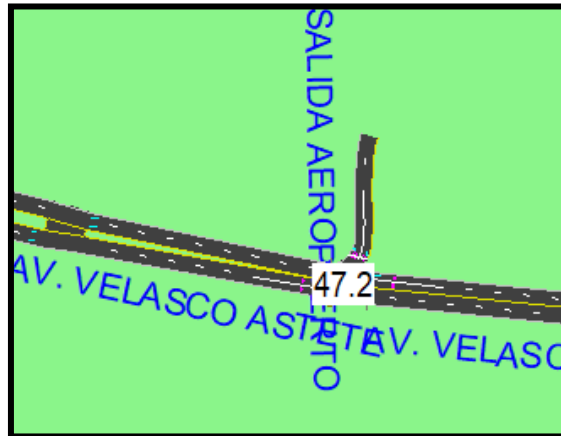


Figura 141: Demoras en la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 142: Demoras en la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

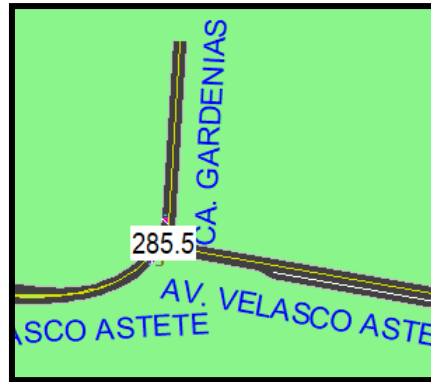


Figura 143: Demoras en la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

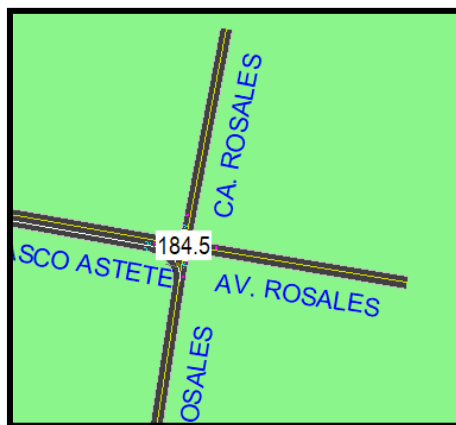


Figura 144: Demoras en la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 145: Demoras en la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Nivel de servicio del escenario futuro +20 años optimizado y semafórico



Figura 146: Nivel de servicio de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 147: Nivel de servicio de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 148: Nivel de servicio de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

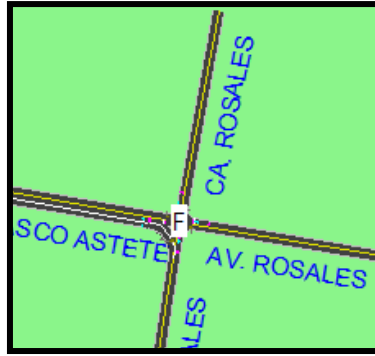


Figura 149: Nivel de servicio de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

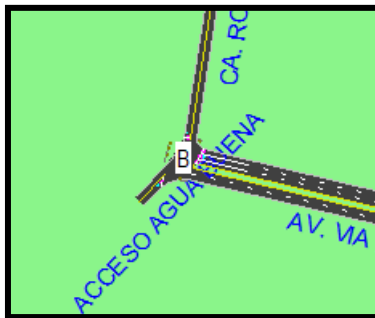


Figura 150: Nivel de servicio de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena.

Fuente: Synchro 8.0

Relación de volumen/capacidad (v/c) del escenario futuro +20 años optimizado y semafórico

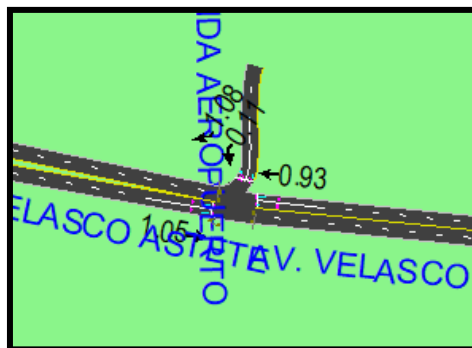


Figura 151: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 152: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 153: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

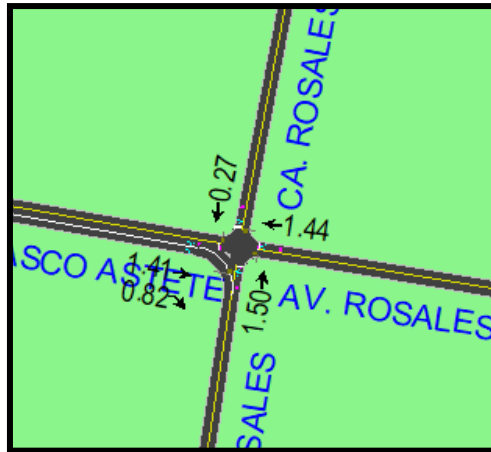


Figura 154: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete-Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

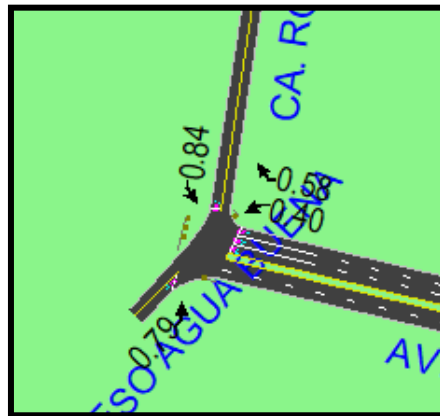


Figura 155: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Índice de utilización de capacidad (ICU) % del escenario futuro +20 años optimizado y semafórico

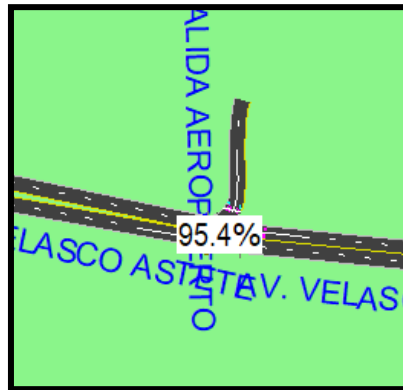


Figura 156: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av Velasco Astete-Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 157: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 158: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av Velasco Astete-Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

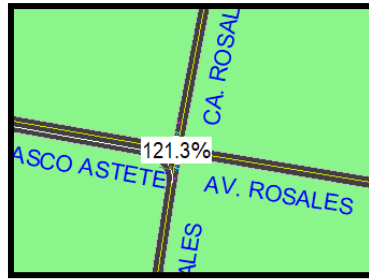


Figura 159: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 160: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

4.4. Resultados escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial con el software de simulación (Synchro 8.0)

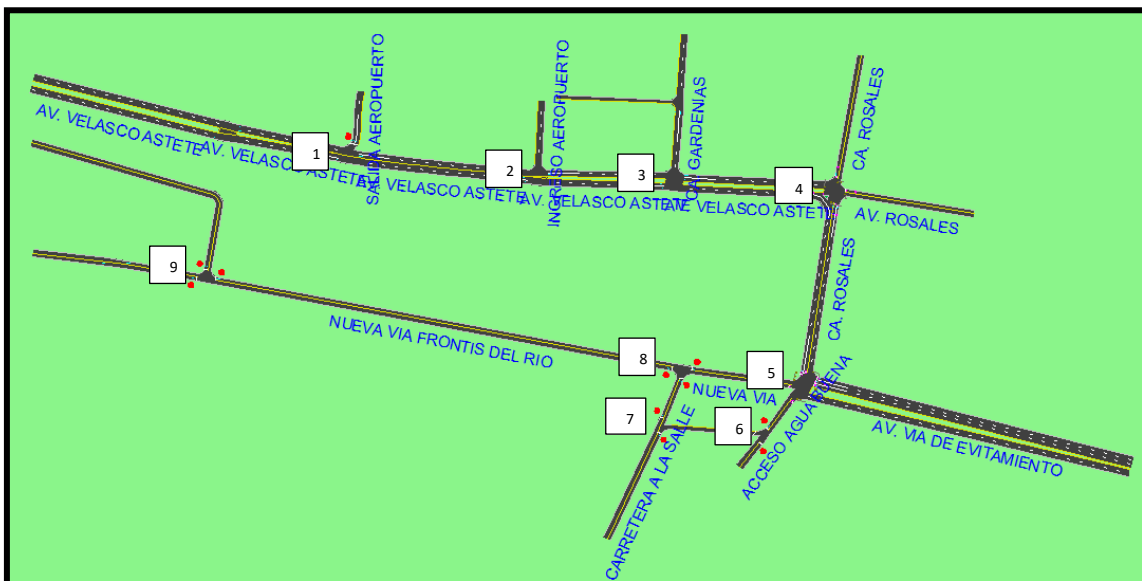


Figura 161: Geometría escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial

Fuente: Synchro 8.0

Demoras del escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial.

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	303.7
Y North (m):	-228.5
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.85
Intersection Delay (s):	7.1
Intersection LOS:	A
ICU:	0.89
ICU LOS:	E

Figura 162: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	2
Zone:	
X East (m):	477.4
Y North (m):	-248.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	1.04
Intersection Delay (s):	0.0
Intersection LOS:	A
ICU:	0.89
ICU LOS:	E

Figura 163: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	I
X East (m):	606.6
Y North (m):	-253.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.99
Intersection Delay (s):	1.9
Intersection LOS:	A
ICU:	0.85
ICU LOS:	E

Figura 164: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS												EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	4	Turn Type	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	Perm	
Zone:		Protected Phases	4	8	8	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
X East (m):	762.8	Permitted Phases	4	8	8	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Y North (m):	-261.1	Detector Phases	4	8	8	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Z Elevation (m):	0.0	Switch Phase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Description		Leading Detector (m)	10.0	2.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
Control Type	Pretimed	Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cycle Length (s):	100.0	Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Optimize Cycle Length:	Optimize	Total Split (s)	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	
Optimize Splits:	Optimize	Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
Actuated Cycle(s):	100.0	All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Natural Cycle(s):	60.0	Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Max v/c Ratio:	0.95	Lagging Phase?																									
Intersection Delay (s):	28.5	Allow Lead/Lag Optimize?																									
Intersection LOS:	C	Recall Mode	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	
ICU:	1.21	Actuated Effct. Green (s)	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	
ICU LOS:	H	Actuated g/C Ratio	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	
Offset (s):	32.0	Volume to Capacity Ratio	0.89	0.72	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	
Referenced to:	Begin of Green	Control Delay (s)	31.4	5.2	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	
Reference Phase:	2+6 - NBTL SBT	Queue Delay (s)	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s)	33.8	5.4	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	
Yield Point:	Single	Level of Service	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Approach Delay (s)	20.6		21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	
		Approach LOS	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
		Queue Length 50th (m)	157.3	0.0	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	
		Queue Length 95th (m)	258.7	16.5	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	172.0	
		Stops (vph)	666	60	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	
		Fuel Used (l/hr)	47	15	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
		Dilemma Vehicles (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

↑ e2	→ e4	↓ e6	← e8
38 s	32 s	38 s	32 s
38 s	32 s	38 s	32 s
Determines if the phase will appear every cycle and for how long.			
v/c > 1 Mins ok			

Figura 165: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS		TIMING SETTINGS											
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBR	SBR2	NEL2	NEL	NER
Node #	5	Lanes and Sharing (#RL) ↑											
Zone:		Traffic Volume (vph) ↑											
X East (m):	732.5	Turn Type Split Perm											
Y North (m):	-445.5	Protected Phases 4 8 8 6 4											
Z Elevation (m):	0.0	Permitted Phases 8 6											
Description		Detector Phases 4 8 8 8 6 6 4											
Control Type	Pretimed	Switch Phase 0 0 0 0 0 0											
Cycle Length (s):	100.0	Leading Detector (m) 10.0 2.0 10.0 2.0 2.0 2.0 2.0											
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	Trailing Detector (m) 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0											
Optimize Cycle Length:	Optimize	Minimum Initial (s) 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0 4.0											
Optimize Splits:	Optimize	Minimum Split (s) 20.0 20.0 20.0 20.0 20.0											
Actuated Cycle(s):	100.0	Total Split (s) 20.0 20.0 20.0 60.0 60.0 20.0											
Natural Cycle(s):	90.0	Yellow Time (s) 3.5 3.5 3.5 3.5 3.5											
Max v/c Ratio:	0.86	All-Red Time (s) 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5											
Intersection Delay (s):	24.0	Lost Time Adjust (s) 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0											
Intersection LOS:	C	Lagging Phase? 											
ICU:	0.67	Allow Lead/Lag Optimize? 											
ICU LOS:	C	Recall Mode Max Max Max Max Max											
Offset (s):	86.0	Actuated Effct. Green (s) 16.0 16.0 16.0 56.0 56.0 16.0											
Referenced to:	Begin of Green	Actuated g/C Ratio 0.16 0.16 0.16 0.56 0.56 0.16											
Reference Phase:	2+6 - Unassigned	Volume to Capacity Ratio 0.02 0.16 0.73 0.69 0.86 0.14											
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>	Control Delay (s) 35.6 38.0 55.4 11.1 24.6 9.1											
Yield Point:	Single	Queue Delay (s) 0.0 0.0 0.0 1.7 0.0 0.0											
Mandatory Stop On Yellow:	<input type="checkbox"/>	Total Delay (s) 35.6 38.0 55.4 11.1 26.2 9.1											
		Level of Service D D E B C A											
		Approach Delay (s) 35.6 27.6 24.1											
		Approach LOS D C C A											
		Queue Length 50th (m) 0.9 8.0 42.6 0.0 125.7 9.5											
		Queue Length 95th (m) 4.2 18.4 #75.6 28.7 m#209.8 m10.5											
		Stops (vph) 7 36 182 45 574 40											



Figura 166: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 5: Av Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	6
Zone:	
X East (m):	696.9
Y North (m):	-491.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.12
Intersection Delay (s):	7.5
Intersection LOS:	A
ICU:	0.15
ICU LOS:	A

Figura 167: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 6

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	7
Zone:	
X East (m):	598.0
Y North (m):	-482.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.23
Intersection Delay (s):	8.0
Intersection LOS:	A
ICU:	0.14
ICU LOS:	A

Figura 168: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 7

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	8
Zone:	
X East (m):	621.0
Y North (m):	-430.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.32
Intersection Delay (s):	9.5
Intersection LOS:	A
ICU:	0.36
ICU LOS:	A

Figura 169: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 8

Fuente: Synchro 8.0

NODE SETTINGS	
Node #	9
Zone:	
X East (m):	166.0
Y North (m):	-344.0
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Unsig
Max v/c Ratio:	0.43
Intersection Delay (s):	9.2
Intersection LOS:	A
ICU:	0.33
ICU LOS:	A

Figura 170: Ventana de Ajuste de metodología HCM de la Intersección N° 9

Fuente: Synchro 8.0



Figura 171: Demoras Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 172: Demoras Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto.

Fuente: Synchro 8.0



Figura 173: Demoras Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

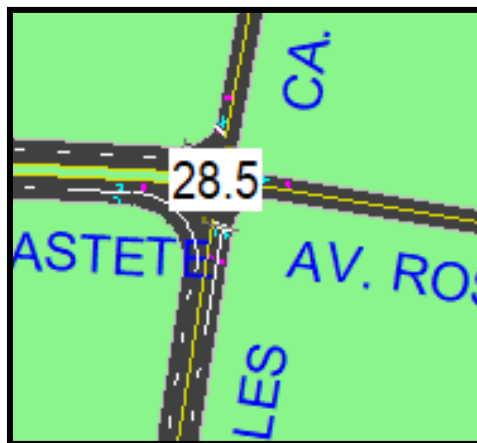


Figura 174: Demoras Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

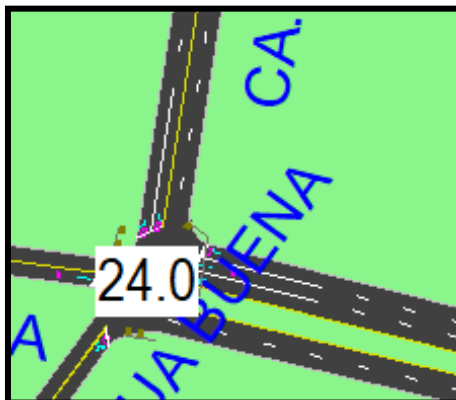


Figura 175: Demoras Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Nivel de Servicio del escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial.

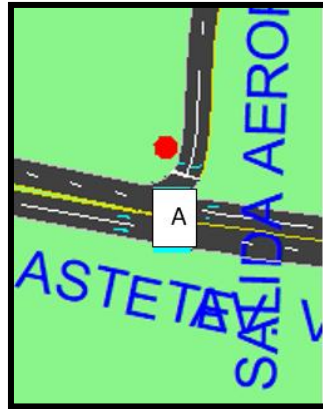


Figura 176: Nivel de Servicio de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida

Fuente: Synchro 8.0



Figura 177: Nivel de Servicio de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 178: Nivel de Servicio de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete- Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

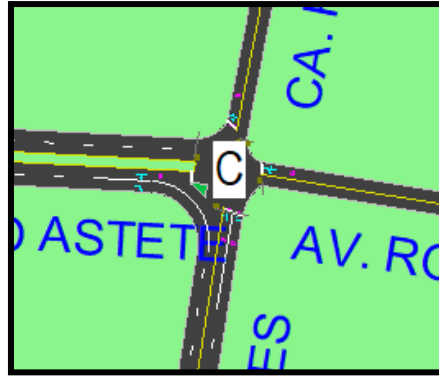


Figura 179: Nivel de Servicio de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete- Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

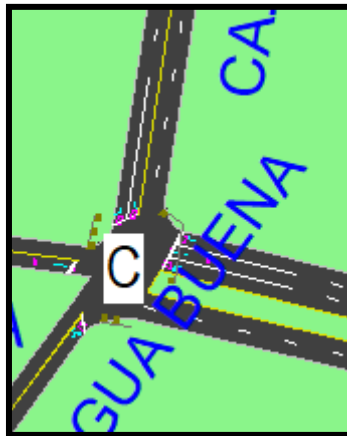


Figura 180: Nivel de Servicio de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Relación Volumen / capacidad (v/c) del escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial.



Figura 181: Relación volumen/capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete- Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 182: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete- Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0



Figura 183: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete-Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

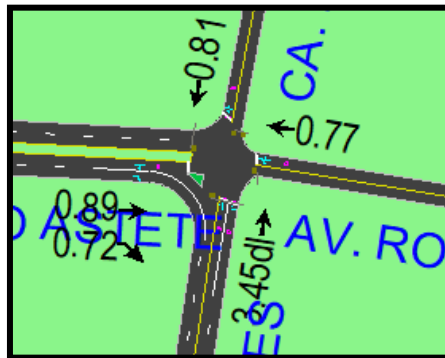


Figura 184: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete-Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0



Figura 185: Relación de volumen/capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

Índice de utilización de capacidad (ICU)% del escenario futuro +20 años, modelo con infraestructura vial.

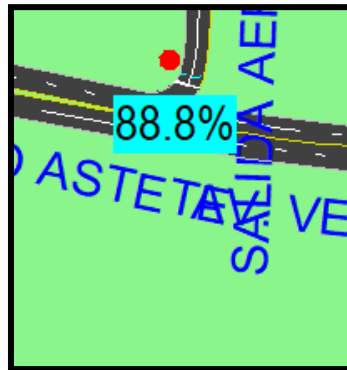


Figura 186: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 1: Av. Velasco Astete-Salida del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

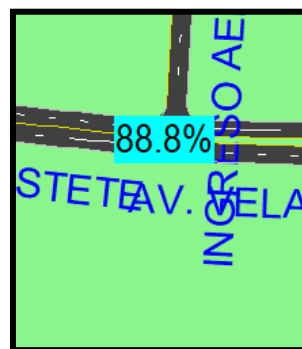


Figura 187: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 2: Av. Velasco Astete-Ingreso del aeropuerto

Fuente: Synchro 8.0

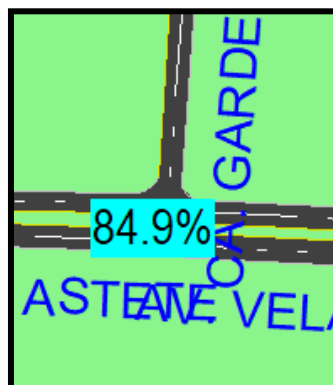


Figura 188: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 3: Av. Velasco Astete-Calle Gardenias

Fuente: Synchro 8.0

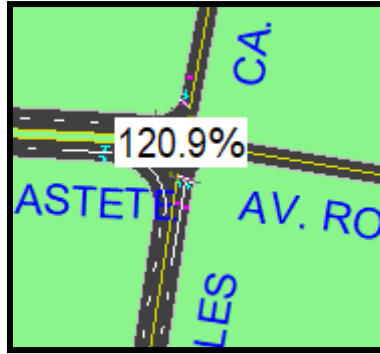


Figura 189: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 4: Av. Velasco Astete-Calle Rosales

Fuente: Synchro 8.0

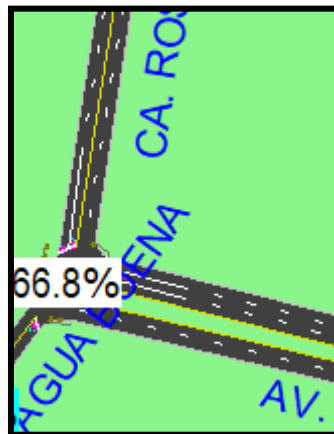


Figura 190: Índice de utilización de capacidad de la Intersección N° 5: Av. Evitamiento- Urb. Agua Buena

Fuente: Synchro 8.0

4.5. Análisis Comparativo De Los Resultados

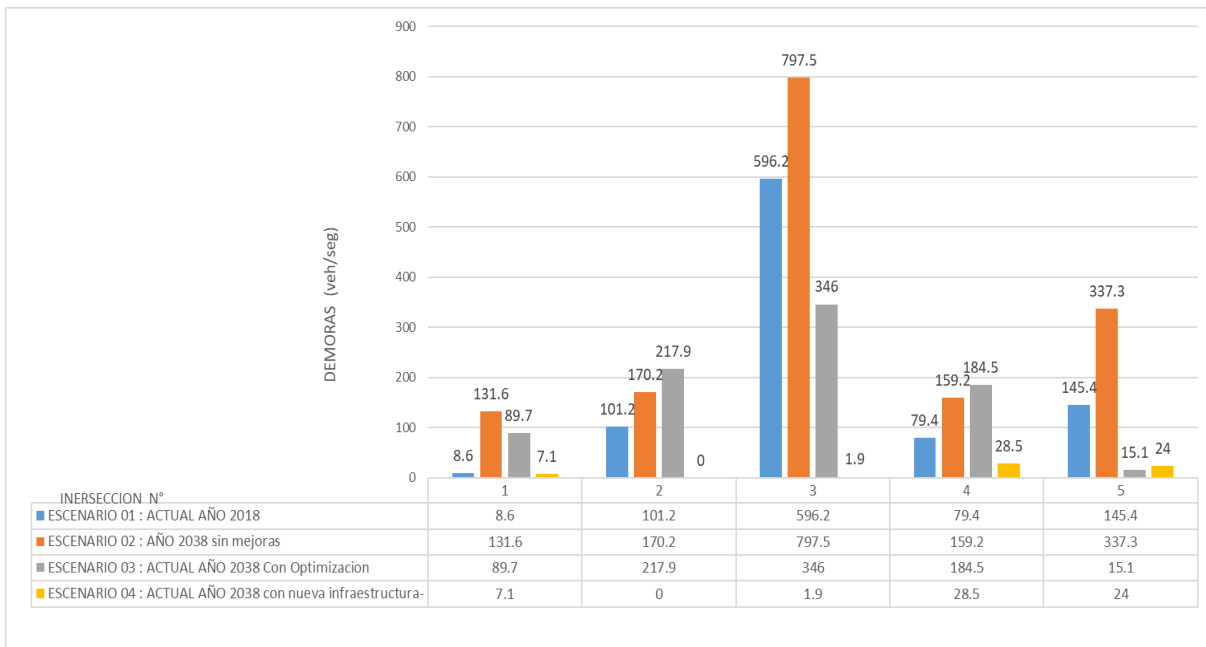


Figura 191: Demoras para todos los escenarios

Fuente: Elaboración Propia

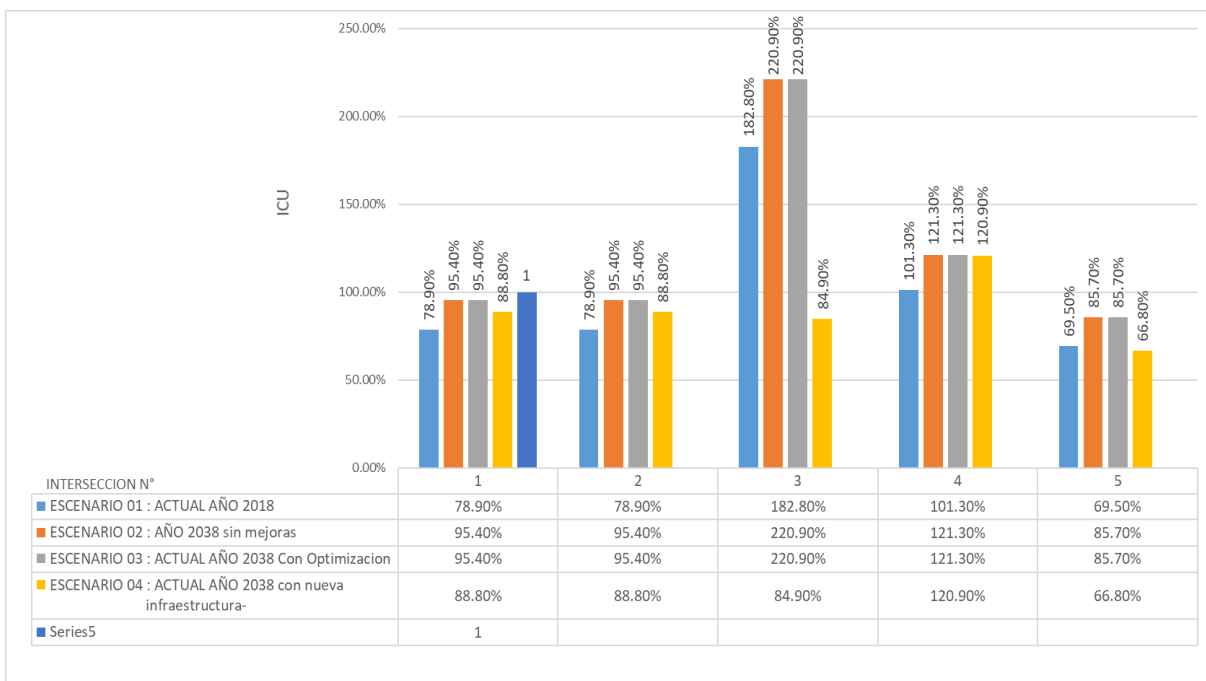


Figura 192: Porcentaje de utilización ICU%

Fuente: Elaboración Propia

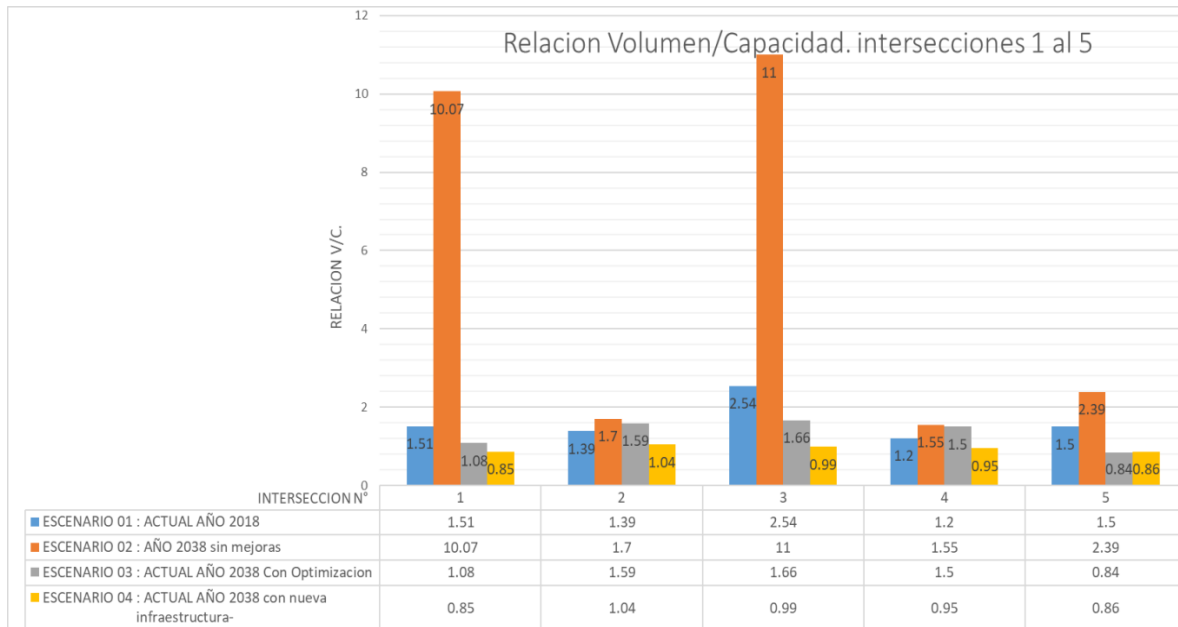


Figura 193: Volumen /capacidad

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados se tiene que las demoras proyectadas a futuro año 2038 son demasiado altas para condiciones no optimizadas. Luego de proponer soluciones semafóricas y optimización a la nueva demanda los valores disminuyen para todas las intersecciones. En la cuarta condición con nueva infraestructura las demoras se reducen y mejoran los niveles de servicio, así como todos los parámetros de congestión (relación v/c).

Capítulo V: Discusión

Discusión 1:

¿La modificación de la geometría vial en las intersecciones del corredor vial Av. Velasco influye en el cálculo de los niveles de servicio?

Sí, porque la infraestructura vial NO es la misma. Los niveles de servicio mejoran debido al aumento de la capacidad vial. En esta investigación la infraestructura vial es variable y tiene valores diferentes para escenarios de análisis diferente.

**Discusión 2:**

¿Es posible la adecuación de los métodos y aplicación de la metodología del HCM (Highway Capacity Manual) para el Cusco?

Si, ya que el Highway Capacity Manual es un manual norteamericano, ya que en nuestro país no existe un manual para analizar la capacidad y nivel de servicio vial, es por ello que utilizamos este manual, como se puede apreciar en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras que se refiere explícitamente en su anexo 01: “Capacidades y Niveles de Servicio” a la teoría de capacidad desarrollada por el Transportation Research Board, de acuerdo a metodología descrita en el HCM.

Discusión 3:

¿Para los procesos de cálculos, análisis y evaluación de las intersecciones de estudio, es factible el uso del programa determinístico especializado SYNCHRO 8.0?

Si es factible, ya que SYNCHRO 8.0 es un software desarrollado por la marca Trafficware, que realiza el cálculo del flujo de saturación, capacidad, relación volumen – capacidad (v/c), niveles de servicio, incorporando a este cálculo todos los ajustes y metodología del Highway Capacity Manual 2010. Adicionalmente el SYNCHRO 8.0 provee un análisis propio del software basado en el método percentil.

Discusión 4:

¿Por qué cada uno de los accesos a la intersección de estudio posee diferente capacidad y nivel de servicio?

El método de Highway Capacity Manual 2010 aplicado en la tesis, indican las propiedades geométricas, propiedades semafóricas, cantidad de vehículos y personas que existe en los carriles, con la finalidad de que cada acceso a la intersección sea único y por ende tenga diferente capacidad y nivel de servicio.

Este método consiste en revisar la intersección semafórica y no semafórica, por ello este método es algo diferente a los criterios semafóricos solamente. El software incluye la metodología HCM como base de cálculo para la estimación de demoras.

**Discusión 5:**

¿Se ha cuantificado una mejora en los NDS para los vehículos mixtos del corredor vial?

Si tal como se ha mostrado en resultados, en general, todas las intersecciones han reducidos sus demoras, gracias al aumento de la capacidad en cada una de ellas.

Glosario**Acceso**

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

Calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles

Capacidad Vial

Máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o un carril durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y tránsito.

Carril

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales.

Ciclo O Longitud De Ciclo

Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones del Semáforo.

Conductor

Individuo que conduce un vehículo.



Infraestructura Vial

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.

Intersecciones Viales

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel.

Nivel De Servicio.

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico.

Pendiente

Inclinación del pavimento.

Ramal

Es un acceso a la intersección.

Semáforos

Los semáforos nos ayudan a ordenar el tránsito para que exista un mejor flujo de la circulación entre personas y vehículos

Transito:

Consiste en la cantidad de vehículos y personas que circulan por una vía o avenidas.

Vehículo

La maquina que transita por las vías y que es conducida por una persona.

Velocidad

Consiste en la cantidad de espacio en un tiempo determinado.

Volumen De Tránsito

Cantidad de automóviles y personas que circulan por las vías.

Factor de ajuste por pendiente:

El factor de ajuste por pendiente consiste en las pendientes que se aproximan en el rendimiento del vehículo.

Factor de ajuste de ancho de carril (Fw):

Factor de Ajuste por ancho de carril f_w consiste en la parte negativa del carril angosto y la congestión y permite que se realicen carriles amplios.

Factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico (F_{hv}):

Un transporte ya sea de carga consiste en cuatro llantas sobre el pavimento.

Los buses interurbanos que se estaciona en el área de intersección no pueden estar en el recuadro de vehículos pesados.

La cantidad de vehículos pesados es el numero de vehículos que están en la etapa de análisis, entre el número total de vehículos de esta misma etapa.

Factor de ajuste para el tipo de zona (F_a):

El factor de tipo de área consiste en la unión que está en un distrito central de negocios (CBD).

El factor de tipo de área f_a tiene en cuenta la ineficiencia de las intersecciones en CBDs (zonas comerciales) en comparación a aquellas situadas en otras ubicaciones. Cuando se utiliza, tiene un valor de 0,90.

Factor de ajuste de peatones para los grupos de giros a la izquierda (F_{lpb})

El factor de ajuste de giro a la izquierda f_{LT} está consiste en realizar el giro hacia la izquierda de flujo de la saturación.

Factor de ajuste de peatones para los grupos de giros a la derecha (F_{rpb})

El factor de ajuste de giro derecha f_{RT} está consiste en realizar el efecto de la geometría para voltear hacia la derecha de flujo de la saturación.

Factor de ajuste por carril utilizado (F_{lu}):

El factor de ajuste para utilizar el carril cuenta para la irregularidad en la división de la congestión de autos de los carriles de movilización en ciertos grupos con más de un carril en especial. Esta nos ayuda en la congestión y de esta manera hay un mejor flujo de autos en los carriles.

Método Percentil

La definición de percentil es parte integrante de la gran cantidad de definiciones que agrupan las matemáticas, entonces, es de uso cotidiano y frecuente en el campo mencionado y en el léxico de aquellos que están estudiando y a la enseñanza del mismo. El percentil es cada uno de los noventa y nueve segmentos que resultan tras dividir algo en cien partes de igual frecuencia. Se lo representa a través de la letra mayúscula P.



Al hablar de un percentil en concreto será el valor de la variable a observar y que está por debajo del porcentaje que se ha dado. Así es que P20 será la puntuación que se le atribuirá cuando esté por debajo del 20 % de los valores ordenados que se han hallado.

La manera más fácil de obtener el percentil es de la forma: $x = n*i/100$. En la formula mostrada el percentil es la letra i en minúscula, la letra n en minúscula es el numero de elementos de la muestra.

Conclusiones

Conclusión 1

Se ha cumplido parcialmente la hipótesis principal, los niveles de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, están en el rango de E y F, tal como se observa en el análisis operacional 2018, con excepción de la intersección 1 donde el Nivel de Servicio es A.

Tal como muestra la Tabla:

Tabla 51: *Resultados de niveles de servicio del escenario actual 2018*

ESCENARIO 01 : ACTUAL AÑO 2018		
#	INTERSECCION	NDS
		(A-F)
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	A
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	F
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	F
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	E
5	Av. Evitamiento - Urb. Agua Buena.	F

Nota: Elaboración Propia

Conclusión 02.

Se ha cumplido con la sub hipótesis N° 1, las condiciones de tráfico si tienen una influencia directa respecto a la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena. La capacidad de la vía depende de la composición vehicular local, porcentaje de vehículos pesados, así como parámetros semafóricos y configuración de giros.

Conclusión 03.

Se ha cumplido con la sub hipótesis N° 2, las Condiciones geométricas tienen una influencia directa en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena. Al ampliar el contenido y la cantidad de carriles se mejora la capacidad de cada llegada. Lo que se ve en la gráfica comparativa de demoras para cada escenario.

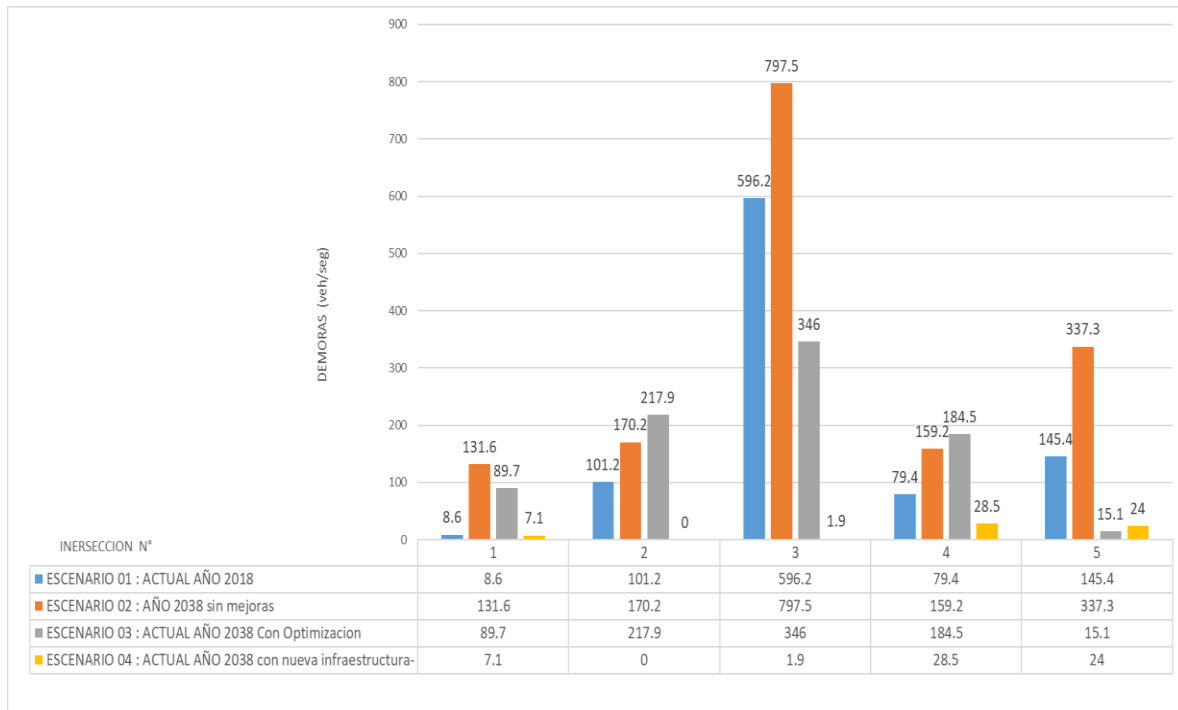


Figura 194 : Demoras para los 4 escenarios

Fuente: Elaboración Propia

Conclusión 04.

Se ha cumplido con la sub hipótesis N° 3, Las Condiciones semafóricas influyen de forma directa en la capacidad vial del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena son ineficientes Al cambiar el tipo de control para las intersecciones 1, 2, 3, 4 y 5 se ha tenido mejoras y diferentes valores para las demoras.

Tabla 52: Resultados de las demoras para el escenario actual 2018

ESCENARIO 01 : ACTUAL AÑO 2018		
#	INTERSECCION	Demoras seg/veh
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	8.6
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	101.2
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	596.2
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	79.4
5	Av. Evitamiento - Urb. Agua Buena.	145.4

Nota: Elaboración Propia

Tabla 53: Resultados de las demoras para el escenario 2038 sin mejoras

ESCENARIO 02 : AÑO 2038 sin mejoras		
#	INTERSECCION	Demoras
		seg/veh
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	131.6
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	170.2
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	797.5
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	159.2
5	Av.Evitamiento - Urb. Agua Buena.	337.3

Nota: Elaboración Propia

Tabla 54: Resultados de las demoras para el escenario 2038 con optimización semafórica.

ESCENARIO 03 : ACTUAL AÑO 2038 Con Optimizacion		
#	INTERSECCION	Demoras
		seg/veh
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	89.7
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	217.9
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	346
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	184.5
5	Av.Evitamiento - Urb. Agua Buena.	15.1

Nota: Elaboración Propia

Conclusión 05.

Se ha cumplido parcialmente con la sub hipótesis N° 4, Los tiempos de demora inciden directamente en el nivel de servicio del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena. Al realizar la opción optimizada se han cambiado los ciclos semafóricos, su tamaño y el tamaño de los splits o tiempos en verde.

Tabla 55: Resultados de las demoras y NDS para el escenario actual 2018

ESCENARIO 01 : ACTUAL AÑO 2018			
#	INTERSECCION	Demoras	NDS
		seg/veh	(A-F)
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	8.6	A
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	101.2	F
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	596.2	F
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	79.4	E
5	Av.Evitamiento - Urb. Agua Buena.	145.4	F

Nota: Elaboración Propia

Tabla 56: Resultados de las demoras y NDS para el escenario 2038 sin mejoras.

ESCENARIO 02 : AÑO 2038 sin mejoras			
#	INTERSECCION	Demoras	NDS
		seg/veh	(A-F)
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	131.6	F
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	170.2	F
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	797.5	F
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	159.2	F
5	Av. Evitamiento - Urb. Agua Buena.	337.3	F

Nota: Elaboración Propia

Tabla 57: Resultados de las demoras y NDS para el escenario 2038 con optimización semafórica.

ESCENARIO 03 : ACTUAL AÑO 2038 Con Optimización semafórica.			
#	INTERSECCION	Demoras	NDS
		seg/veh	(A-F)
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	89.7	F
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	217.9	F
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	346	F
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	184.5	F
5	Av. Evitamiento - Urb. Agua Buena.	15.1	B

Nota: Elaboración Propia

Tabla 58: Resultados de las demoras y NDS para el escenario 2038 con nueva infraestructura

ESCENARIO 04 : ACTUAL AÑO 2038 con nueva infraestructura-			
#	INTERSECCION	Demoras	NDS
		seg/veh	(A-F)
1	Av. Velasco - Salida del Aeropuerto	7.1	A
2	Av. Velasco - Ingreso al Aeropuerto	0	A
3	Av. Velasco - Calle Gardenias.	1.9	A
4	Av. Velasco - Calle Rosales.	28.5	C
5	Av. Evitamiento - Urb. Agua Buena.	24	C

Nota: Elaboración Propia

Conclusión 06.

Se ha cumplido parcialmente con la sub hipótesis N° 5, hay una coherencia precisa con la relación Volumen/Capacidad de las intersecciones semaforizadas del sistema vial Av. Velasco Astete, Ca. Gardenias, Ca. Rosales y Vía de Evitamiento.



Recomendaciones

Recomendación N°1

El método aplicado a esta tesis de investigación, es recomendada por la normativa peruana DG-2018, esta se tiene que adaptar a la realidad de país para ser más precisos, porque es distinto a estados unidos por su comportamiento vial. Por ello se debe realizar una norma, con data de nuestra realidad.

Recomendación N°2

Se sugiere la intervención de la autoridad respectivas así poder resolver los problemas que tenemos en el corredor vial analizado, tomando en cuenta nuestra propuesta de solución, que podrá mejorar de manera notable los problemas.

Recomendación N°3

Se sugiere en futuras investigaciones hacer una indagación de COSTO/BENEFICIO de la solución de la presente tesis.

Recomendación N°4

Se sugiere que la configuración sea nueva para controlar los dispositivos del corredor vial Av. Velasco Astete –altura del aeropuerto, Calle los Rosales, Calle Gardenias, Av. Evitamiento, Urb. Agua Buena, para mejorar la función de esta intersección.



Referencias

- Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geométrico de carreteras. (2018).
- Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., B. (2000). Manual de carreteras.
- CAL Y MAYOR & ASOCIADOS. (2018). Ingeniería de Tránsito.
- MTC (2008). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Perú.
- Capacidad en intersecciones no semaforizadas de tres ramas. Córdoba Argentina. Depiante V. (2011).
- Highway Capacity Manual HCM. (2010). WASHINGTON.
- Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.
- Ministerio de Economía y Finanzas, M. (2015). Guía metodológica para PIP de vialidad urbana, a nivel de perfil.
- Ministerio de transportes y comunicaciones, (2016).
- Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.