

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSGRADO



**NIVEL DE SERVICIO Y MEJORAMIENTO DE DISEÑO
GEOMÉTRICO EN AVENIDA PROLONGACIÓN GRAU DE
LA CIUDAD DE PIURA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TRANSPORTES Y
CONSERVACIÓN VIAL.**

AUTOR : Br. Zapata García Juan Humberto

ASESOR : Dr. Hurtado Zamora Oswaldo

FECHA : Sustentación octubre 2020

TRUJILLO-PERÚ

2020

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSGRADO



**NIVEL DE SERVICIO Y MEJORAMIENTO DE DISEÑO
GEOMÉTRICO EN AVENIDA PROLONGACIÓN GRAU DE
LA CIUDAD DE PIURA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN TRANSPORTES Y
CONSERVACIÓN VIAL.**

AUTOR : Br. Zapata García Juan Humberto

ASESOR : Dr. Hurtado Zamora Oswaldo

FECHA : Sustentación octubre 2020

TRUJILLO-PERÚ

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, y en especial a mi abuelo Erasmo García Coba Q.E.P.D y dios lo tenga en su gloria, por su constante enseñanza en la dura lucha por la superación intelectual.

A mi Esposa, por su Compresión y paciencia y a mis hijas por ser mi motivación más grande para concluir con éxito este Proyecto.

Y a mis hermanos por su apoyo incondicional en la motivación y perseverancia para siempre seguir en la constante superación.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento muy especial a la Universidad Privada Antenor Orrego, a través de la Escuela de Posgrado, al haber impartido los conocimientos que hacen enriquecer académicamente a los profesionales de esta casa de estudios y a todos mis docentes por el aporte en los nuevos conocimientos impartidos.

Al Ing. Oswaldo Hurtado Zamora, en especial por su Asesoría y haber Impartido conocimientos referentes al tema de Investigación para si poder llegar al objetivo de la culminación de la presente Tesis.

RESUMEN

Esta tesis titulada **Nivel de Servicio y Mejora del Diseño Geométrico en la Avenida Prolongación Grau de la Ciudad de Piura**, tiene como objetivo principal proponer la Mejora del Diseño Geométrico y el Nivel de Servicio como una de las posibilidades de solución para la congestión vehicular de la vía. Actualmente, el crecimiento acelerado de la flota automotriz genera congestión vehicular, uno de los problemas en primer orden que enfrentan las ciudades urbanas, incluida la ciudad de Piura, por lo que genera una molestia a la población que causa pérdidas de tiempo de transporte y un mayor consumo de combustible. A propietarios de vehículos. Por lo tanto, esta investigación toma como área de estudio en una avenida principal de aproximadamente 7.1 km, observando en la transitabilidad vehicular diaria el problema de congestión, Para tal objetivo se tomó como base estudio el aforo vehicular de 7 días consecutivos durante las 24 horas en cuatro puntos estratégicos datos proporcionado por el Gobierno Regional Piura mediante un Estudio de Trafico, determinándose así el índice Medio Diario IMD y las horas punta en los tramos en estudio, para luego realizar el aforo vehicular en las Intersecciones, mediante videocámara posteriormente se trabajó en gabinete con la base metodológica HCM 2010 y utilización de Software SYNCHRO 8 para la simulación y diseño geométrico propuesto, con los resultados se obtuvo la capacidad de la vía y la determinación del Nivel de Servicio en las intersecciones , y luego la propuesta de alternativas de solución, basada en el diseño geométrico.

Palabras Claves: Nivel de Servicio, Congestión vehicular, Capacidad vial

ABSTRACT

This thesis entitled Level of Service and Improvement of the Geometric Design in Avenida Prolongation Grau of the City of Piura, has as its main objective to propose the Improvement of the Geometric Design and the Level of Service as one of the alternative solutions for traffic congestion of the road. Currently, the accelerated growth of the automotive fleet generates vehicular congestion, one of the main problems faced by urban cities, including the city of Piura, for which it generates a nuisance to the population that causes loss of transportation time and a higher fuel consumption. To vehicle owners. Therefore, this research takes as a study area a main avenue of approximately 7.1 km, observing the problem of congestion in the daily vehicular traffic. For this objective, the vehicle capacity of 7 consecutive days during the 24 hours was taken as a study basis. In four strategic points, data provided by the Piura Regional Government through a Traffic Study, thus determining the Average Daily IMD index and the peak hours in the sections under study, and then carrying out the vehicle capacity at the Intersections, using a video camera. cabinet with the HCM 2010 methodological base and use of SYNCHRO 8 Software for the simulation and proposed geometric design, with the results the capacity of the road and the determination of the service level at the intersections were obtained, and then the proposal of alternative solutions, based on geometric design.

Key Words: Service level, Traffic congestion, Road capacity

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. MARCO TEÓRICO:.....	7
1.2.1. Antecedentes.....	7
1.2.2. Marco teórico.....	15
1.2.2.1. Vías urbanas.	15
1.2.2.1.1. Vías expresas.	15
1.2.2.1.2. Vías arteriales.	16
1.2.2.1.3. Vías colectoras.....	16
1.2.3. Marco Conceptual.....	67
1.3. METODOLOGÍA	72
1.3.1. Población	72
1.3.2. Muestra	73
1.3.3. Operacionalización de variables	72
1.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	73
1.3.5. Procedimiento.....	73
1.3.6. Diseño de Contrastación	74
1.3.7. Tipo y Nivel de Investigación.....	74
1.3.8. Procesamiento y análisis de datos.....	74
1.3.9. Consideraciones éticas.....	76

1.4. RESULTADOS.....	77
1.4.1. Diagnóstico de la av. Prolongación Grau.....	77
1.4.2. Aforo vehicular.....	94
1.4.3. Resultados.....	119
1.4.4. Cálculo relación de pelotón Rp.....	128
1.4.5. Determinación de Nivel de Servicio.....	129
1.4.6. Simulación de Propuesta con Programa Synchro 8.....	149
1.5. DISCUSIÓN	185
1.5.1. Evaluación Resultados Intersección con-Av. Gulman	185
1.5.2. Evaluación de Resultados Intersección con Av. Vice	188
1.5.3. Evaluación de Resultados Intersección con Av. Vallejo.....	191
1.5.4. Evaluación de Resultados Intersección con Av. Chulucanas	194
1.6. CONCLUSIONES.....	198
1.7. RECOMENDACIONES.....	201
1.8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	202
1.10. ANEXOS.....	205

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro Resumen de Resultado de Capacidad y Niveles de Servicio	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 Niveles de Servicio en Intersecciones con Semáforo	24
Tabla 3 Datos Necesarios Para el Análisis de Cada Grupo de Carriles	28
Tabla 4 Relación Entre Tipo de Llegada y la Relación Pelotón	30
Tabla 5 Factores de Ajuste de Flujo de Saturación.....	35
Tabla 6 Valores de factor de ajuste por ancho de carril	36
Tabla 7 Radios Mínimos en Intersecciones sin Canalizar.....	56
Tabla 8 Valores en Giros Mínimos en Intersecciones Canalizadas	60
Tabla 9 Valores Mínimos del Parámetro A de la Clotoide.	62
Tabla 10 Criterios de Diseño Geométrico de Rotondas.....	66
Tabla 11 Transferencias Vehiculares 2018	72
Tabla 12 Operacionalización de Variables.....	72
Tabla 13 Coordenadas de Ubicación UTM en Zona de Estudio.....	78
Tabla 14 Zonas Socioeconómicas en la Avenida Prolongación Grau	83
Tabla 15 Líneas de Transporte Circulan en la Prolongación Av. Grau	85
Tabla 16 Población Proyectada por Distrito (2007-2032)	86
Tabla 17 Principales Intersecciones con la Av. Prolongación Grau.....	87
Tabla 18 Características Geométricas de la Vía.....	91
Tabla 19 Clasificación Vehicular Entrada (Tramo Av. Sullana-Av.-Gulman)..	95
Tabla 20 Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. Sullana- Av. Gulman)....	96
Tabla 21 Clasificación Vehicular Entrada &Salida (Tramo Av. Sullana-Av. Gulman).....	97

Tabla 22 Resumen Semanal IMD (Tramo Av. Sullana-Av. Gulman).....	98
Tabla 23 Clasificación Vehicular Entrada (Tramo Av. Gulman-Av.-Vice)....	101
Tabla 24 Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. Gulman-Av.-Vice).....	102
Tabla 25 Clasificación Vehicular Entrada y Salida (Tramo Av. Gulman-Av. Vice).....	103
Tabla 26 Resumen Semanal IMD (Tramo Av. Gulman-Av. Vice)	104
Tabla 27 Clasificación Vehicular Entrada (Tramo Av. Vice -Av.-César Vallejo)	107
Tabla 28 Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo)	108
Tabla 29 Clasificación Vehicular Entrada y Salida (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo).....	109
Tabla 30 Resumen Semanal IMD (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo)	110
Tabla 31 Clasificación Vehicular Entrada (tramo Av. César Vallejo-Av.-Chulucanas).....	113
Tabla 32 Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. César Vallejo-Av.-Chulucanas).....	114
Tabla 33 Clasificación Vehicular Entrada-Salida (Tramo Av. César Vallejo-Av.-Chulucanas).....	115
Tabla 34 Resumen Semanal IMD (Tramo Av. César Vallejo -Av. Chulucanas)	116
Tabla 35 Aforo Vehicular: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Gulman.....	119
Tabla 36 Aforo Vehicular: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Vice	119

Tabla 37 Aforo Vehicular: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. César Vallejo	119
Tabla 38 Aforo Vehicular: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Chulucanas.	120
Tabla 39 Aforo Horario: Peatonal y Bicicletas	121
Tabla 40 Porcentaje de Vehículos Pesados-Paradas y Maniobras	122
Tabla 41 Factor Horario Máxima Demanda: Intersección Av. Prolong. Grau - Av. Gulman.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 42 F. H. M. D: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Vice.	124
Tabla 43 FHMD: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Cesar Vallejo.....	125
Tabla 44 FHMD: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. César Chulucanas.....	126
Tabla 45 Resumen de Factor y Volumen de Máxima Demanda.....	127
Tabla 46 Cálculo Relación Pelotón Acceso 1 (EB) Av. Prolong. Grau-Av. Gulman.....	128
Tabla 47 Hoja de Entrada de Trabajo:	129
Tabla 48 Volumen y Entrada de Tiempo	130
Tabla 49 Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación	131
Tabla 50 Análisis de la Intersección	132
Tabla 51 Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS	133
Tabla 52 Hoja de Trabajo de Entrada.....	134
Tabla 53 Volumen y Entrada de Tiempo	135
Tabla 54 Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación	136
Tabla 55 Análisis de la Intersección	137
Tabla 56 Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS	138
Tabla 57 Hoja de Trabajo de Entrada.....	139

Tabla 58 Volumen y Entrada de Tiempo	140
Tabla 59 Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación	141
Tabla 60 Análisis de la Intersección	142
Tabla 61 Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS	143
Tabla 62 Hoja de Trabajo de Entrada.....	144
Tabla 63 Volumen y Entrada de Tiempo	145
Tabla 64 Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación	146
Tabla 65 Análisis de la Intersección	147
Tabla 66 Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS	148
Tabla 67 Resumen de Simulación: Av. Prolong. Grau-Av. Gulman	188
Tabla 68 Resumen de Simulación: Av. Prolong. Grau-Av. Vice	191
Tabla 69 Resumen de Simulación: Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo	194
Tabla 70 Resumen de Simulación: Av. Prolong. Grau-Av. Chulucanas	197

ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1 Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano	17
figura 2 Relación entre Diagrama Fundamental y Nivel de Servicio LOS	21
figura 3 Niveles de Servicio	22
figura 4 Esquema Metodológico Análisis Intersección con Semáforos.....	27
figura 5 Curva Compuesta de Tres Centros	57
figura 6 Intersecciones Sin Canalizar Simples	57
figura 7 Intersecciones Canalizadas	61
figura 8 Esquema Básico de Una Intersección Tipo Rotonda o Glorieta.....	63
figura 9 Elementos Contenidos en la Formula de Wardrop	65
figura 10 Av. Prolongación Grau-Av. Guillermo Gulman.....	79
figura 11 Av. Prolongación Grau-Av. Vice	79
figura 12 Av. Prolongación Grau-Av. Cesar Vallejo	80
figura 13 Av. Prolongación Grau-Av. Chulucanas	80
figura 14 Sistema Vial Piura: Ubicación y Área de Estudio	81
figura 15 Zonas Económicas Desarrolladas Av. Prolongación Grau.....	82
figura 16 Esquema de Ubicación de Impacto Secundario.....	88
figura 17 Dirección Flujo Vehicular en Intersecciones en Estudio.....	89
figura 18 Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Guillermo Gulman.....	92
figura 19 Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Vice.....	92
figura 20 Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo	93
figura 21 Intersección Av. Grau -Av. Chulucanas	93
figura 22 Tránsito Promedio Horario Semanal (Tramo Av. Sullana -Av. Gulman).....	99

figura 23 Resumen Semanal (Tramo Av. Sullana-Av. Gulman)	100
figura 24 Tránsito Promedio Horario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Gulman-Av. Vice).....	105
figura 25 Tránsito Promedio Diario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Gulman -Av. Vice).....	106
figura 26 Tránsito Promedio Horario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo).....	111
figura 27 Tránsito Promedio Diario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo).....	¡Error! Marcador no definido.
figura 28 Tránsito Promedio Horario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. César vallejo-Av. Chulucanas).....	¡Error! Marcador no definido.
figura 29 Tránsito Promedio Diario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. César Vallejo-Av. Chulucanas).....	¡Error! Marcador no definido.

1.1. INTRODUCCIÓN

El transporte es una de las variables que aporta el desarrollo económico de una población y por ende de un País, actualmente se ha visto un crecimiento vehicular desmesurado en las ciudades de muchos Países, Los vehículos circulan a una velocidad relativamente libre cuando se considera un cierto nivel de tránsito, determinada por los límites de Velocidad, intersecciones etc. Es así que, a volúmenes mayores, el incremento de cada vehículo genera obstrucción en la circulación de los demás, es decir, empieza el fenómeno de la congestión.

A nivel Internacional. Nieto como se citó en Celi (2018) El sistema de transporte público japonés es uno de los más avanzados del planeta. Gran parte de los más 20 millones de personas que trabajan en Tokio y residen en sus alrededores pasan entre una y cuatro horas diarias en el transporte público. Japón es un excelente ejemplo de la democratización del transporte público. Brinda opciones de conexión dentro y entre los grandes espacios urbanos mediante trenes locales, rápidos, exprés e, incluso, ciudades con el famoso tren bala (Shinkansen), alternativas subterráneas, como el metro, mixtas, como el monorriel, y terrestres, como los autobuses

América Latina y el Caribe. El transporte urbano más usado son los autobuses, sin embargo, en su mayoría ineficientes ya que estas unidades circulan en medio de automóviles y otros tipos de vehículos, generando congestión en las vías, retraso en la llegada de los usuarios, incremento de contaminación ambiental y accidentes de tránsito. Estos problemas se deben a deficientes criterios en la organización del tránsito y de transporte en general, es decir, la calidad del sistema

depende fundamentalmente de una planificación acertada y de la regulación por parte de las autoridades gubernamentales (Celi, 2018).

Sant ‘Anna, como se citó en Celi (2018) El autobús es el principal medio de transporte público en diferentes ciudades latinoamericanas dado que requerían inversiones mucho menores que los sistemas ferroviarios y tenían gran capacidad de adaptación al crecimiento de las urbes. En la actualidad los servicios de transporte público en autobús conforman la principal forma de movilización motorizada de las personas de bajos ingresos económicos en las grandes y medianas ciudades.

El Perú es un país integrado por varias ciudades que se encuentran en distintas fases de crecimiento y que enfrentan diferentes retos acordes a su geografía y a sus actividades económicas principales. Sin embargo, un problema común a todas las ciudades peruanas es la falta de un adecuado sistema de transporte que facilite los desplazamientos de personas y bienes. Las políticas públicas, reflejadas en la gestión del transporte y obras, junto a las demandas ciudadanas, en particular de los conductores de vehículos, han estado orientadas a favorecer al auto privado y no a plantear soluciones que se centren en la movilidad sostenible como eje de desarrollo para ofrecer distintas formas de moverse que prioricen, sobre todo al transporte público al peatón y al ciclista (Alegre, 2016).

Piura, como se citó en Bayona y Márquez (2015) según Timaná Las medidas para tratar de solucionar la problemática por parte de las autoridades siempre han encontrado obstrucción por parte de los transportistas quienes logran

sus objetivos en confabulación con determinados sectores políticos. Las propuestas de soluciones técnicas concluyen que se requiere desarrollar infraestructura y semaforización. También se determina el predominio de las motos lineales y moto taxis en el tráfico actual, siendo este alrededor del 62% del total (Gobierno Regional 2012). La congestión vehicular ha comenzado a ser un problema para Piura. En general durante las horas punta, los niveles de frustración, disconformidad y pérdida de tiempo actuales son muy altos en la zona.

En la actualidad (2020) y últimos años, el crecimiento de parque automotor en Piura ha crecido considerablemente tal como se menciona en las estadísticas reportadas de transferencias vehiculares registrados por la SUNARP 13,189 unidades , según revista Institucional (2018) , la Ciudad de Piura actualmente refleja que no cuenta con una eficiente planificación de la red vial e infraestructura diseñada para lograr el cumplimiento de las demandas: incremento de volúmenes de tráfico en horas puntas, infraestructura inadecuada en el sistema vial (diseño geométrico, señalización, semaforización, etc.) y la existencia de transportistas informales son los principales problemas de la ciudad en el área de transporte.

La Av. Prolongación Grau es una de las vías colectoras importantes de la ciudad, que no escapa al congestionamiento, por lo que se propondrá mejorar el Nivel de Servicio y el diseño geométrico en cuanto lo requiera, de acuerdo a los resultados obtenidos con el uso de la metodología HCM 2010, logrando para ello reducir el congestionamiento y/o niveles de servicio, es por ello que se realizará un diagnóstico de Nivel de Servicio mediante conteo vehicular y de acuerdo al resultado se propondrá medidas preventivas, correctivas y/o mitigadoras para

evitar y/o minimizar impactos negativos en el tramo de estudio ,así como precisar qué acontecerá con la congestión vehicular cuando se ejecute la propuesta de mejoramiento de Nivel de Servicio y diseño geométrico.

El Objetivo general es determinar el Nivel de Servicio para el mejoramiento de diseño geométrico en las intersecciones de estudio de la Av. Prolongación Grau, y como objetivos específicos, realizar un diagnóstico referido al Nivel de Servicio, diseño geométrico existente, la relación que se da entre el Nivel de Servicio y diseño geométrico según la capacidad y/o congestión vehicular.

Se formula la Hipótesis en la propuesta de Mejora del Nivel de Servicio a través de Mejoramiento diseño geométrico en la Intersección de Av. Prolongación Grau con las transversales Av. Gulman, Av. Vice, Av. César Vallejo y Av. Chulucanas, reduciendo así el tiempo de transporte, congestión, contaminación.

La Investigación se justifica a realizar dado que por medio de la misma se busca, Mitigar el Problema de Nivel de Tránsito y Mejoramiento de Diseño Geométrico con la propuesta de un nuevo diseño y los procedimientos regulado por la Normativa vigente en el año 2019. Contribuir a la población y los usuarios Mitigando el Problema de Congestión de Transporte vehicular realizando un nuevo Diseño Geométrico. Con el nuevo diseño propuesto se pretende descongestionar el tránsito vehicular ya que se considera ampliar las vías a 3 carriles, respetando las medidas mínimas establecidas en la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos Reglamento Nacional de Edificaciones RNE. Se cuenta con recursos de acceso a la Información, conocimientos académicos adquiridos en la

Maestría de Transporte y Conservación Vial, entre otros para la realización del Proyecto propuesto.

Referente al contenido de la presente investigación se desarrolla de la siguiente manera.

En el Capítulo I, Introducción. plantea los antecedentes del problema, la formulación del problema, los objetivos y la naturaleza de estudio mediante la formulación de la hipótesis. Justificación y relevancia del trabajo en la actualidad, aporte al conocimiento científico y propuesta de los resultados a los problemas regionales y nacionales, sus limitaciones.

En el capítulo II, Marco teórico. Este capítulo considera algunos antecedentes, investigaciones realizadas en base al tema y referencias teóricas en las que se sustenta el proyecto de investigación, determinando de esta manera la interpretación de resultados y finalmente la enunciación de conclusiones.

En el capítulo III, Metodología. En este capítulo se expone las técnicas, métodos y procedimientos que se aplican durante el desarrollo de la investigación. se explica en forma detallada el Diseño de estudio, Población, Muestra, Matriz de Operacionalización de variables, Procedimientos, técnicas y el Plan de análisis de datos propiamente de la investigación.

En el capítulo IV. Resultados, datos obtenidos como producto de los trabajos realizados en campo, así como determinados en gabinete, todo ello basado en el uso de la metodología del HCM 2010, considerando también las Normas Peruanas reglamentadas por el MTC.

En el capítulo V, Discusión de Resultados, se analizan los resultados basados en los criterios y metodologías del HCM 2010 y otras bases teóricas relacionadas a la presente investigación.

En el capítulo VI y capítulo VII, Conclusiones y Recomendaciones, se estudia los datos obtenidos en forma clara y concisa relacionándolos a los objetivos de la investigación, generando respuesta a la pregunta e hipótesis de esta. En relación a las recomendaciones se propone futuras investigaciones relacionadas al tema de Investigación, así como las consideraciones de las nuevas normas legales que regulen la circulación del tránsito.

En el capítulo VII, Referencia Bibliográfica, se menciona a detalle la fuente bibliografía consultada, y aplicación de las normas APA séptima edición en el desarrollo de la presente investigación.

1.2. MARCO TEÓRICO:

1.2.1. *Antecedentes*

Para sustentar la presente tesis se consideró como antecedentes estudios realizados, en Congestión vehicular, los cuales se describen a continuación:

Palomino (2018) Tesis “Propuesta de gestión vial para reducir la congestión vehicular y su impacto social en la Intersección de la Av. Arequipa con la Av. Aramburú” el objetivo principal de la Investigación es mejorar la circulación vehicular en la Intersección de Av. Arequipa con la Av. Aramburú, con el propósito de mitigar el impacto social (Perdidas horas/hombre, Accidentes, Contaminación ambiental) que generan los conflictos operacionales. Con el Diagnóstico realizado Insitu, se observa que los principales conflictos operacionales son generados debido a los giros a la izquierda, los vehículos que realizan este movimiento se congestionan dentro de la Intersección (Altura del separador central de la Av. Arequipa), bloqueando el paso de los ciclistas y peatones que circulan por la ciclovía de la Av. Arequipa; También se observa que otro de los factores que generan conflictos operacionales es el inadecuado diseño de la geometría vial, el cual impide la circulación del flujo de vehículos generando la formación de colas dentro de la Intersección, ello reduce la capacidad vial de la Intersección y a su vez incrementa la probabilidad que se generen accidentes de tránsito.

El principal aporte a la investigación es la demostración de resultados a través de encuestas sobre el impacto social generado sobre la Construcción de Bypass y propone establecer giros indirectos a la izquierda, rediseño de la

Intersección, construcción de una ciclovía en la Av. Aramburu y la implementación de aparcaderos de bicicletas sobre la Av. Arequipa, los cuales facilitarían el desplazamiento y la intermodalidad entre bicicletas con el corredor azul y con el Metropolitano que circulan por la Av. Arequipa y la Av. Paseo de la Republica respectivamente; ello a fin de articular como un sistema e incentivar la intermodalidad, lo cual conllevará a disminuir el impacto social .

Bayona y Márquez (2015) Trabajo de Investigación, “LA CONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE PIURA”, el objetivo del presente trabajo es determinar los principales factores asociados al incremento del parque automotor que generan como consecuencia la congestión vehicular en la ciudad de Piura, facilitando a su vez información actual relacionado al problema e instando a las autoridades a enfrentar el problema mediante una acertada planificación urbana. Obteniendo como resultado el motivo principal del uso de las unidades vehiculares en Piura: Primer lugar para trasladarse a su centro de trabajo (47.19%). En segundo lugar, para movilizarse a los centros de estudios (30.02%) y en último lugar las personas se trasladan para otros menesteres (22.79%).

El principal aporte a la investigación es determinar el motivo de transporte y el Nivel de Servicio en las horas punta de las principales vías de la ciudad de Piura obteniendo como resultado Nivel F, definido como el período en el cual un vehículo demora más de 60 segundos en cada Intersección. Ocasionando como resultado la congestión vehicular.

Henríquez (2019) Tesis,” PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS MIGUEL GRAU Y GULMAN EN LA CIUDAD DE PIURA, PIURA”, Determina el Nivel de Servicio en la Intersección Av. Grau y Av. Gulman de la ciudad de Piura. En relación a los datos obtenidos como flujos vehiculares, velocidades y geometría en la Intersección, aplicó la metodología del HCM 2010 obteniéndose resultados por acceso según la tabla N° 01 adjunta.

Datos	ACCESOS									
	Norte			Sur			Oeste		Este	
Movimientos por grupo	RT	TH	LT	RT	TH	LT	RT	LT	RT	LT
Flujo de saturación ajustado (Si)	1644.53	1449.35	1459.65	1552.64	1470.23	1497.39	1659.30	1733.89	1783.11	1788.82
Capacidad del grupo de carriles Ci	535	471	474	388	368	374	311	325	334	335
Relación (v/ci): Xi	0.97	0.91	0.81	1.58	1.36	1.30	1.59	1.57	3.00	2.99
NIVEL DE SERVICIO EN EL ACCESO	D			F			F		F	

Fuente: Paul Henriquez Ulloa

El aporte es la determinación de variaciones de flujo vehicular durante los diferentes días de la semana presentan la misma tendencia de comportamiento dentro de las horas de máxima demanda entre los intervalos horarios de 7:00 a.m. a 21:00 p.m. para cada acceso.

Surichaqui (2018) Tesis “Capacidad Vehicular y Nivel de Servicio del Parque Ovalo Huancavelica, con la Metodología HCM 2010, en el Distrito el Tambo Huancayo, Junín-2018 “ El objetivo es determinar la capacidad vehicular

y Nivel de Servicio del Parque Ovalo Huancavelica, usando la metodología del HCM 2010. El estudio es Descriptivo – Explicativo con diseño Correlacional, presentando como tipo de muestra no probabilístico, seleccionando las intersecciones con alto tránsito vehicular en la ciudad del Distrito de El Tambo. Se observó el comportamiento de las rotondas en condiciones de demanda y se determinó el Nivel de Servicio que se experimenta en los diferentes accesos actualmente. Los resultados indican que existe tramos con mayor densidad vehicular alta con un Nivel de Servicio F y tramos que presentar un flujo vehicular con un Nivel de Servicio A

El aporte del estudio determina que a medida que aumenta el diámetro inscrito en la rotonda, la demora suele disminuir, las maniobras giro a la izquierda y giro en U, son los movimientos más conflictivos y generan pérdidas de tiempo.

Maquera (2019) Tesis, “Evaluación de Nivel de Servicio de Flujo Vehiculares, en Dos Intersecciones SemafORIZADAS de la Av. Jorge Basadre G. Intersección con la Av. Tarata y Av. Internacional, Alto Alianza-Tacna, 2018 “

El objetivo de la presente tesis fue determinar el Nivel de Servicio de los flujos vehiculares en la Intersección planteada, en periodos de 15 minutos obteniendo para ello las horas punta, Diagnostico a la congestión generada por el flujo, la semaforización y de la calidad de la calzada. Para determinar el Nivel de Servicio, se aplicó la metodología de análisis del HCM 2010 y el uso del programa Synchro V8.0, la simulación obtuvo como resultado un Nivel de Servicio de F, proponiendo para ello algunas alternativas de solución para mejorar en Nivel de Servicio del flujo vehicular en dicha Intersección.

El aporte del estudio es la optimización de los tiempos del ciclo y cambio de fases de los semáforos, y la propuesta de generar un intercambio vial considerando las dos intersecciones para tener los flujos libres de saturación.

Salazar (2018) Tesis, "ANÁLISIS POR MICRO SIMULACIÓN DE LA INTERSECCIÓN ENTRE LA AV. BRASIL Y EL JR. GENERAL BORGÑO EMPLEANDO VISSIM 8". La investigación del proyecto se centra en una Intersección ubicada en el distrito de Jesús María, analizando los desplazamientos de todos los modos de transporte, utiliza un modelo microscópico. Empleando el software VISSIM y VISWALK 8.0, con la finalidad de crear un modelo de micro simulación el cual pueda representar eficientemente la realidad, y obtener indicadores de mejora en la Intersección de estudio, como la reducción en el tiempo de viaje peatonal y vehicular, longitudes de cola vehiculares, etc.

El principal aporte a la investigación es el estudio de la micro simulación con los datos obtenidos en campo como la geometría y la demanda existente y la interpretación de los resultados obtenidos.

Gobierno Regional Piura GRP (2016). Estudio de tráfico para la formulación del PIP a nivel de Perfil "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO PEATONAL Y VEHICULAR DE PROLONGACIÓN AV. GRAU DE LOS DISTRITOS DE PIURA Y VEINTISÉIS DE OCTUBRE DE LOS DISTRITOS DE PIURA Y VEINTISÉIS DE OCTUBRE – PROVINCIA PIURA" tiene una longitud de 7.100 km. comprende desde la Av. Sullana hasta la vía de Evitamiento Sur siendo una vía urbana de competencia municipal.

El principal aporte a la Investigación es la obtención de Conteo vehicular obtenido en varias Intersecciones de Estudio para lo cual se tomarán en cuenta con las proyecciones que corresponden.

Ríos (2018) Tesis “MODELACIÓN DEL TRÁNSITO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN VIAL A LA AV. CÁCERES CON INFRAWORKS Y SYNCHRO 8 “realiza un diagnóstico situacional de la Av. Cáceres para identificar las fallas técnicas en el sistema vial y proponer soluciones a mediano y largo plazo desde el punto de vista técnico-económico, utilizando softwares de simulación y análisis de tránsito como INFRAWORKS y SYNCHRO 8 con metodología HCM 2010 y normativa MTC DG-2018.

El principal aporte es la propuesta de rediseñar las intersecciones que consiste en añadir carril para giro a la izquierda, optimización y sincronización de semáforos accionados por el tráfico.

Paucara (2018) Tesis, “EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN FLUJOS VEHICULARES DE LAS INTERSECCIONES DE LA AV. JORGE BASADRE GROHMANN, UTILIZANDO SYNCHRO V.8 – TACNA, 2018” el objetivo es obtener el Nivel de Servicio en las intersecciones de la Av. Gregorio Albarracín y la Av. A.B. Leguía, determinando los mayores flujos en horas de máxima demanda, y como consecuencia la congestión vehicular, diagnosticando que no cuentan con señalización vertical ni horizontal suficiente. La metodología usada es la observación de campo mediante aforos vehiculares de ingreso y salida de la avenida principal, en las intersecciones se registra mayores datos posibles

conociendo sus características en el cual se realizan aforos vehiculares direccionales, los estudios de aforo que se realizan son conteos manuales de vehículos de 12 horas diarias durante tres días, para obtener volúmenes de dirección de recorrido, datos que se procesarán con el uso del Excel bajo la metodología de HCM 2010, que luego son modelados en el Programa Synchro V.8. Las intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann; Av. Gregorio Albarracín y Av. A.B. Leguía presentan en el escenario actual un Nivel de Servicio, con una clasificación de C y F; cuyo resultado genera retrasos de viaje, largos tiempos de espera y colas. En la situación proyectada a 20 años los niveles de servicio de F, y F, ambos sobrepasan su capacidad, lo cual confirma la hipótesis planteada. Concluyendo con la necesidad de la construcción de un carril preferencial de giro a la izquierda, fases optimizadas de los tiempos de los semáforos, señalización horizontal y vertical; y la proyección de Paso elevado a desnivel para mejorar el Nivel de Servicio y vías de descongestionamiento.

El Principal aporte de esta Investigación es la Metodología aplicada para la medición de Nivel de Servicio y la interpretación de los resultados obtenidos mediante los cálculos utilizando la metodología HCM 2010.

Casallas y Segura (2016) Tesis “ PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN A LA CONGESTION VEHICULAR EN LA INTERSECCION DE LA CALLE 53 CON AV. CARACAS,BOGOTÁ D.C.” la investigación plantea la solución de la congestión vehicular que se presenta actualmente en la Intersección de la calle 53 con Av. Caracas en la ciudad de Bogotá, lo cual es el congestionamiento y

truncamiento de los vehículos debido al mal parqueo vehicular alterando los tiempos de espera en la Intersección, en la solución se tendrán en cuenta factores vehiculares y tiempos de cambio semafórico. Con las herramientas de soporte, se hace un análisis correspondiente para determinar mediante una modelación en software especializado en tránsito (Synchrho 8), y variables dadas por el manual HCM-2010, donde se logra una inspección de la Intersección en base a las características que se intervinieron para el estudio, se realizaron aforos vehiculares, levantamiento de la señalización y registros fotográficos. Con esta información se calculó la capacidad y el Nivel de Servicio de la Intersección con el fin de plantear soluciones a la problemática y así seleccionar la adecuada teniendo en cuenta ventajas y desventajas que presenta la Intersección.

El principal aporte es de acuerdo a los tipos de soluciones planteadas, se realizó la modelación en el programa Synchrho 8, y de allí se seleccionó la solución más óptima para la problemática planteada. Se llegó a la conclusión que a partir de la solución seleccionada lo cual fue la adecuación de un carril en sentido oriente-occidente a occidente-oriente, con el fin de adicionar un carril al movimiento 3, dejando un carril en el movimiento 4, exclusivo para SITP, obteniendo un Nivel de Servicio de mejor clasificación para la Intersección.

1.2.2. Marco teórico

Se mencionan conceptos básicos para realizar el estudio propuesto, con los estándares del Highway Capacity Manual 2010, NTE CE- 010-Pavimentos Urbanos, (Inagep.com, 2019) Manual MTC DG-2018. Así mismo se desarrolla la aplicación de softwares de simulación y análisis de tránsito con el programa Synchro 8.0 Herramienta que nos servirá para desarrollar en la interpretación la problemática actual de la vía colectora Av. Prolongación Grau y como resultado se dará el criterio técnico a las mejoras planteadas.

1.2.2.1. Vías urbanas.

Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas se encuentra dentro del límite urbano. Según la función que prestan se clasifican en:

Vías Expresas;

Vías Arteriales;

Vías Colectoras; y

Vías Locales (Inagep.com, 2019,p. 153).

1.2.2.1.1. Vías expresas.

Son vías que permiten conexiones interurbanas con alta fluidez vehicular. integran zonas de elevada generación de tráfico, Circulando grandes volúmenes de vehículos livianos, a alta velocidad y limitadas condiciones de accesibilidad. Eventualmente, el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en carriles segregados con paraderos en los intercambios. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la

descarga de mercancías ni el tránsito de peatones. (Inagep.com, 2019,p. 154).

1.2.2.1.2. Vías arteriales.

Son vías que integran conexiones interurbanas con media fluidez, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. Son vías que deben integrarse con el sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular. Eventualmente el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios. (Inagep.com, 2019,p. 154).

1.2.2.1.3. Vías colectoras.

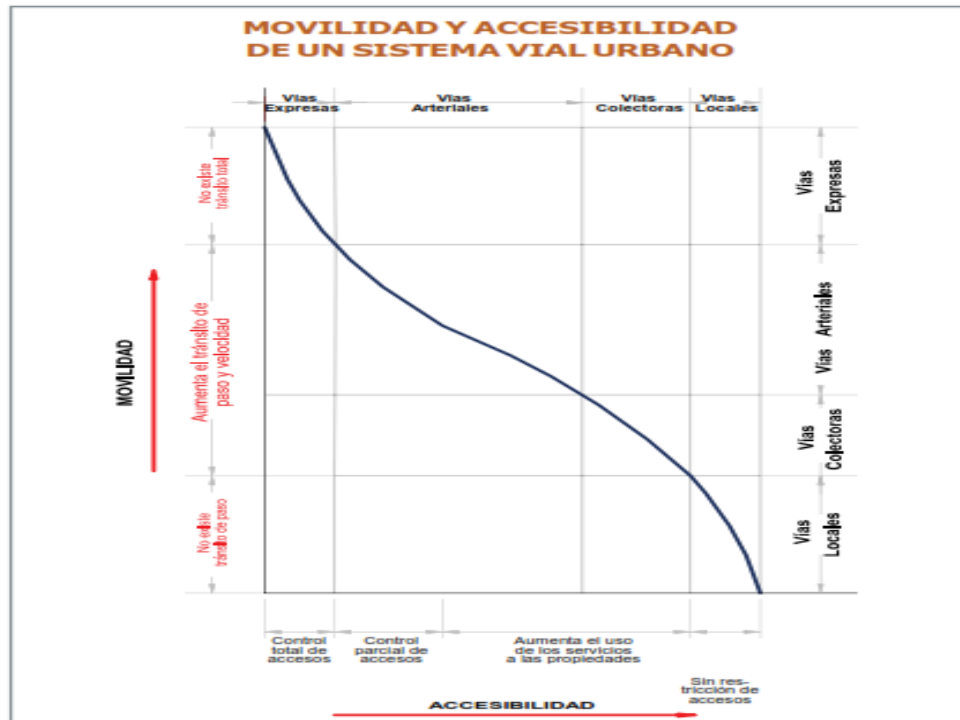
vías que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo de vehículos es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y con controles simples con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales. El estacionamiento de vehículos se realiza en áreas adyacentes, destinadas especialmente a este objetivo. Se usan para todo tipo de vehículo. (Inagep.com, 2019,p. 154).

1.2.2.1.4. Vías locales.

Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas (Inagep.com, 2019,p. 154).

figura 1

Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano



Fuente: (Instituto de la Construcción y la Gerencia ICG, 2004)

La Figura N° 01 nos grafica los grados de movilidad y acceso de un sistema vial. En la Ordenada, las vías principales son de accesos controlados destinados a proveer alta movilidad y poco o nulo acceso a la propiedad lateral, mientras que, en la abscisa, las vías locales son de accesos no controlados que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las utiliza el tránsito de paso. (Instituto de la Construcción y la Gerencia ICG, 2004)

1.2.2.2. Conceptos de Capacidad y Niveles de Servicio LOS en Vías Urbanas, con Metodología HCM 2010.

1.2.2.2.1. Capacidad

Cantidad máxima de flujo que puede soportar una autopista o calle. De manera particular, la Capacidad de una vía es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones existentes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de Capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable. Como se sabe, que el volumen en 15 minutos así obtenido es convertido a tasa de flujo horaria, entonces la Capacidad de un sistema vial, es la tasa máxima horaria. Con el análisis de Capacidad, también se estima la cantidad máxima de vehículos que el sistema vial puede acomodar mientras se mantiene una determinada calidad de operación, introduciéndose aquí el concepto de Nivel de Servicio. (Cal y Reyes, 2015, p. 355).

1.2.2.2.2. Nivel de Servicio.

Es una medida cualitativa que describe el estado de operación de un flujo vehicular, y de su confort de los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. los factores que afectan el Nivel de Servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que correspondan a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc. El Manual de Capacidad Vial HCM 2000 del TRB determina seis Niveles de Servicio denominados: A, B, C, D, E, y F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según que las condiciones de operación sean de circulación continua o discontinua, como se verá más adelante (Cal y Reyes, 2015, p. 328).

Nivel de Servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El Nivel general de comodidad y conveniencia

proporcionado por la circulación es excelente (Cal y Reyes, 2015, p. 328).

Nivel de Servicio B

Esta aún dentro del rango de flujo libre, aunque se empieza a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar. El Nivel de comfort comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno (Cal y Reyes, 2015, p. 330).

Nivel de Servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El Nivel de comfort desciende notablemente (Cal y Reyes, 2015, p. 330).

Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de giro de maniobra es restringido, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas (Cal y Reyes, 2015, p. 330).

Nivel de Servicio E

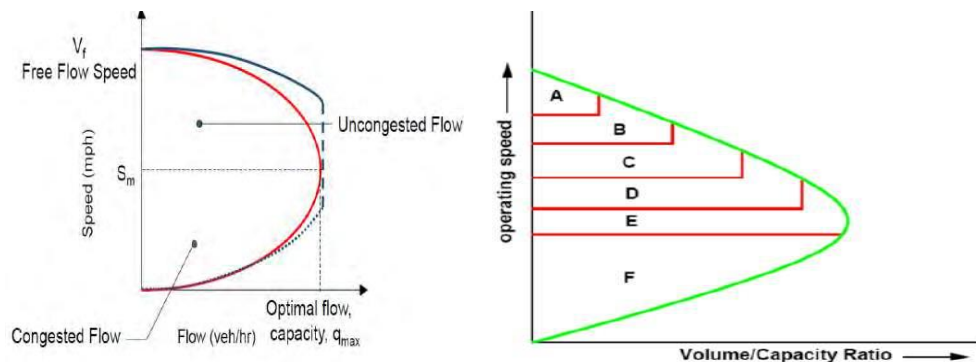
El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a ceder el paso. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos (Cal y Reyes, 2015, p. 330).

Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de flujo vehicular que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los cuellos de botella (Cal & Reyes, 2015, p. 330).

figura 2

Relación entre Diagrama Fundamental y Nivel de Servicio



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010

figura 3

Niveles de Servicio



Figura 3.2-3 Nivel de Servicio C



Figura 3.2-4 Nivel de Servicio D



Figura 3.2-5 Nivel de Servicio E



Figura 3.2-6 Nivel de Servicio F



Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamento y Aplicaciones

1.2.2.2.3. Análisis de la Congestión.

Los Ingenieros de Transito tienen como objetivo planear, diseñar y operar los sistemas viales de manera eficiente, tal que las demoras a los usuarios sean mínimas.

En los periodos de máxima demanda el movimiento vehicular se va tornando deficiente con las pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, saturándose la vía con las consiguientes demoras y colas asociadas. (Cal y Reyes, 2015, p. 298)

1.2.2.2.4. Niveles de Servicio en Intersección.

El Nivel de Servicio de una Intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida de tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la Frustración Específicamente el Nivel de Servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un periodo de análisis de 15 minutos, considerado como periodo de máxima demanda. (Cal & Reyes, 2015, p. 410)

En tabla N° 02 define los niveles de servicio cuyas características principales son:

Tabla 1

Niveles de Servicio en Intersecciones con Semáforo

Nivel de Servicio	Demora por control segundo/vehículo
A	≤ 10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

Fuente: Highway Capacity Manual 2000

Nivel de Servicio A.

Operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de vehículos llegan durante la fase verde y no se detienen del todo, longitudes de ciclo corto pueden contribuir a demoras mínimas (Cal y Reyes, 2015,p. 365).

Nivel de Servicio B

Operación con demoras en las intersecciones entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse (Cal y Reyes, 2015,p. 365).

Nivel de Servicio C

Operación con demoras en las intersecciones entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse (Cal y Reyes, 2015,p. 365).

Nivel de Servicio D

Operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de

ciclo amplias, o relaciones v/c muy altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notable los ciclos malogrados (Cal y Reyes, 2015,p. 366).

Nivel de Servicio E

Operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demoras, las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas (Cal y Reyes, 2015,p. 366).

Nivel de Servicio F

Operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la Intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada (Cal y Reyes, 2015,p.366).

1.2.2.3. Metodología HCM 2010 para el cálculo de niveles de servicio

Niveles de servicio.

Mediante el análisis operacional se determina la capacidad y el Nivel de Servicio de cada grupo de carril o acceso, lo mismo que el Nivel de Servicio de la Intersección como un todo o globalmente, a partir de una información detallada de las condiciones prevalecientes geométricas, del tránsito y del control semafórico (Cal y Reyes, 2015,p.366).

Parámetros de Entrada.

En la tabla N° 03 se presenta un resumen de la información requerida para conducir un análisis operacional (Cal y Reyes, 2015, p.366).

Condiciones Geométricas

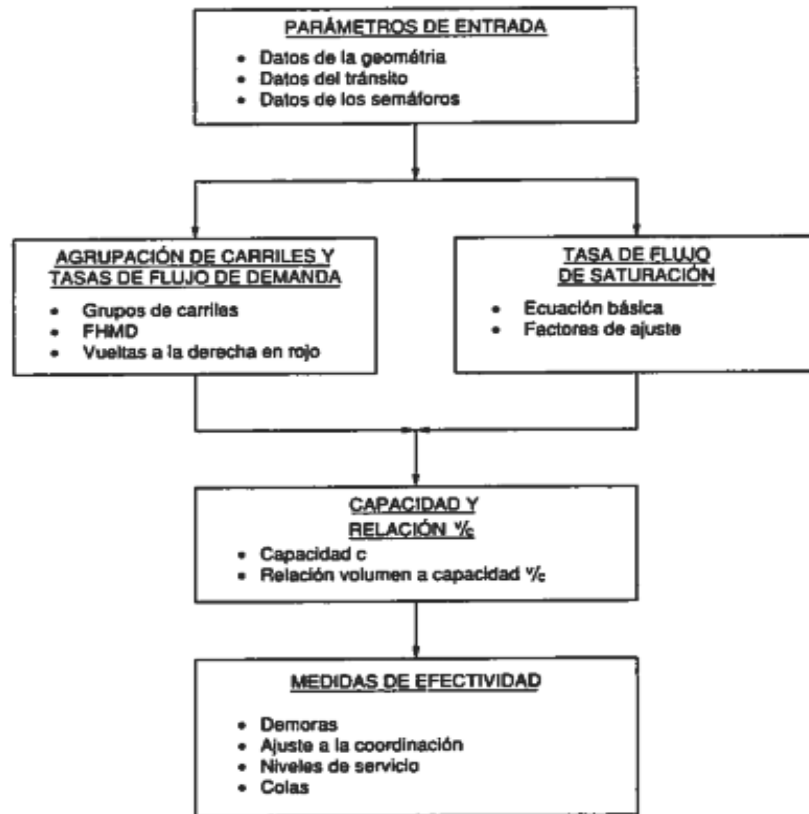
La geometría de la Intersección generalmente se presenta en diagramas, que se refieren a la configuración física de la Intersección en términos de números de carriles, ancho de carriles, movimientos por carril, ubicación de estacionamiento, longitudes de bahías para vueltas y pendientes de los accesos. (Cal y Reyes, 2015, p. 366)

Condiciones del Tránsito

Se debe disponer de volúmenes de tránsito para cada movimiento en cada acceso y su composición en términos de automóviles, autobuses y camiones. Se debe considerar también el número de autobuses urbanos que realizan paradas, antes y después de la Intersección para cargar y/o descargar pasajeros. Los autobuses que no paran se consideran como vehículos pesados. Igualmente se deben aforar los flujos peatonales y de bicicletas que entran en conflictos con las vueltas permitidas a la derecha. Los flujos peatonales y de bicicletas utilizados para analizar un acceso dado, son los flujos en el cruce peatonal que interfieren con los vehículos que dan vuelta a la derecha; así por ejemplo para el acceso Este, los flujos peatonales y de bicicletas usadas para el análisis son los del cruce peatonal Norte. (Cal y Reyes, 2015,p. 367)

figura 4

Esquema Metodológico Análisis Intersección con Semáforos



(Fuente: TBR Highway Capacity Manual HCM 2000)

La calidad de la progresión del flujo vehicular entre intersecciones se describe a través de seis tipos de llegada a los accesos de las intersecciones, para cada grupo de carriles, así

Tipo 1: grupo denso que llegan al inicio del rojo. Calidad de Progresión muy deficiente, como resultado de optimización de toda malla.

Tipo 2: grupos moderados que llegan a la mitad de rojo. Progresión desfavorable en calle de doble sentido.

Tipo 3: llegadas aleatorias. Representa la operación en intersecciones aisladas o no interconectadas, o donde los beneficios de la progresión son mínimos.

Tipo 4: grupo moderados que llegan a la mitad del verde. Progresión favorable en calles de doble sentido.

Tipo 5: grupos densos que llegan al inicio del verde. Calidad de progresión altamente favorable.

Tipo 6: progresión excepcional Grupos densos que progresan a través de varias intersecciones cortamente espaciadas (Cal y Reyes, 2015).

Tabla 2

Datos Necesarios Para el Análisis de Cada Grupo de Carriles

Tipo de Condición	Parámetro
Geométricas	Tipo de área
	Número de Carriles, N
	Ancho promedio de carriles, W(m)
	Pendiente (%)
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT
	Longitud de bahías, LT o RT, L1 (m)
Tránsito	Estacionamiento
	Volumen de demanda por movimiento, V(veh/h)
	Tasa de flujo de saturación base, S_0 (vehículos livianos/h/carril)
	Factor de la Hora de máxima demanda FHMD
	Porcentaje de vehículos pesados, HV%
	Tasa de flujo peatonal en el acceso, V ped (peatones/h)
	Autobuses locales que paran en la intersección Nb((autobuses/hora)
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)
	Tipo de llegada, AT
	Proporción de vehículos que llegan en verde, P
Velocidad de aproximación SA (Km/h)	
Semáforos	Longitud de ciclo, C (s)
	Tiempo verde, G (s)
	Amarillo +todo rojo, intervalo de cambio y despeje entre verde Y /s)
	Operación accionada o prefijada
	Botón peatonal
	Verde mínimo peatonal, Gp (s)
Plan de fases	
Periodo de análisis, T(h)	

(Fuente: TBR Highway Capacity Manual HCM 2000)

Ratio Pelotón Rp

Ratio Pelotón Rp se define como la calidad de la progresión relacionada con llegadas a una fase en la Intersección. Para determinar los movimientos de giro a la izquierda en la eliminación permitida, la relación pelotón describe arribos durante la Fase Protegida. Para los movimientos de dirección derechos con una concurrente operación protegida con la complementaria izquierda, la relación pelotón se divide llegadas durante el giro a la derecha permitida operación.

Ratio Pelotón se designa mediante un número de 0 a 2.0 Las condiciones asociadas con varias relaciones se describen a continuación (Cal & Reyes, 2015)

La relación de Pelotón Rp, se calcula como:

$$Rp = \frac{P}{\frac{g}{c}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Rp=relación de Pelotón

P= proporción de todos los vehículos que llegan durante la fase verde.

($P \leq 1$)

C= longitud del ciclo (s)

g= tiempo de verde efectivo del movimiento o grupo carriles (s)

Tabla 3*Relación Entre Tipo de Llegada y la Relación Pelotón*

<i>Tipo de llegada</i>	<i>Rango de Pelotón (Rp)</i>	<i>Valor por Defecto</i>	<i>Calidad de la Progresión</i>
1	≤ 0.50	0.333	Muy Pobre
2	$>0.50-0.85$	0.667	Desfavorable
3	$>0.85-1.15$	1.000	Llegadas aleatorias
4	$>1.15-1.50$	1.333	Favorable
5	$>1.50-2.00$	1.667	Altamente Favorable
6	>2.0	2.00	Excepcional

*Fuente: Highway Capacity Manual HCM 2010***Condiciones de Semaforización**

Se refiere a la información del diagrama de fases que ilustra el plan de fases, longitud del ciclo, tiempos de verde e intervalos de cambio y despeje, para cada uno de los movimientos dados. Si existen requerimientos de tiempo para los peatones, el tiempo mínimo de verde para una fase es:

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + 0.81 \left(\frac{N_{ped}}{WE} \right) \text{ Para } WE > 3.0m \quad \text{Ecuación 2}$$

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + 0.27 \left(\frac{N_{ped}}{WE} \right) \text{ Para } WE \leq 3.0m \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

G_p = tiempo mínimo de verde (s)

L = longitud de cruce peatonal (m)

S_p = Velocidad media del peatón (1.2 m/s)

WE = ancho de cruce peatonal (m)

N_{ped} = número de peatones que cruzan durante un intervalo (peatones)

Agrupación de Carriles.

Un grupo de carriles es un conjunto de carriles de un acceso que carga un conjunto de flujos vehiculares. Se deben establecer en la Intersección grupo de carriles apropiados, considerando tanto la geometría de la Intersección como la distribución de los movimientos vehiculares. En general deberán establecerse grupo de carriles separados, cuando se disponga de bahías exclusivas de vuelta a la izquierda y a la derecha, los demás carriles directos se consideran en un grupo simple de carriles. Cuando se tenga carriles de vuelta a izquierda compartidos, se deberá evaluar operación en el carril compartido para determinar si efectivamente funciona como carril exclusivo de vuelta a la izquierda, debido a la presencia de alto volúmenes de vuelta a la izquierda. Para un acceso, cuando el flujo de vuelta a la izquierda en el carril del extremo izquierdo es menor que el flujo promedio en los demás carriles, se supone que los vehículos directos comparten el carril izquierdo y todo el acceso puede suponerse en un grupo de carriles simple. En caso de ser mayor, el carril exterior se debe designar como un carril exclusivo de vuelta a la izquierda en un grupo de carriles separado. Matemáticamente esta se expresa así:

$$Vi < \frac{Va - Vi}{N - 1} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$Vi > \frac{Va - Vi}{N - 1} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

V_i = Volumen actual de vuelta a la izquierda (vehículos/h)

V_a = Volumen actual en el acceso (vehículos/h)

N= número de carriles del acceso.

Si se cumple la desigualdad (Ec.04), el carril extremo izquierdo es un carril compartido y se usa un solo grupo de carriles para todo el acceso. Si, por el contrario, se cumple la desigualdad (Ec.05), el carril extremo izquierdo actúa como un carril exclusivo de vuelta a la izquierda, y por lo tanto, deberá establecerse como un grupo separado de carriles (Cal y Reyes, 2015)

Determinación de la Tasa de Flujo.

Es necesario convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo durante 15 minutos, a través del factor de la hora de máxima demanda, así:

$$V_p = \frac{V}{FHMD} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

V_p = tasa de flujo durante los 15 minutos más cargados (vehículos/h).

V = Volumen horario (vehículos/hora)

$FHMD$ = factor de la hora de máxima demanda

Debido a que no todos los movimientos en la Intersección tienen el volumen máximo durante el mismo intervalo de 15 minutos, es aconsejable observar directamente los flujos en cada 15 minutos y seleccionar un período crítico de análisis. Se tiene un criterio conservador, si se usan diferentes periodos máximos.

Determinación de la Tasa de Flujo de Saturación.

La tasa de flujo de saturación se define como la tasa máxima de flujo, en un acceso o grupo de carriles, que puede pasar a través de la Intersección bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y la calle, suponiendo que dicho acceso o grupo de carriles tiene el 100% del tiempo disponible como verde efectivo (esto es, $g/c=1.0$).

Las condiciones prevalecientes del tránsito incluyen los volúmenes por tipo de movimiento (izquierdo, directo, derecha), su composición vehicular (automóviles, autobuses, camiones) maniobras de estacionamiento, paradas de autobuses y conflictos con peatones y ciclistas. Las condiciones prevalecientes de la calle describen las características geométricas de los accesos en términos del número y ancho de carriles, pendiente y uso de carriles incluyendo carriles de estacionamiento. Las condiciones prevalecientes del semáforo incluyen la secuencia de fases, asignación de tiempos y el tipo de operación o control.

El flujo de saturación se expresa en vehículos por hora de luz verde, y puede determinarse mediante estudios de campo o calcularse con la siguiente expresión:

$$S_i = S_o(N)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})(f_{Lpb})(f_{Rpb})$$

Ecuación 7

Donde:

S_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i
(vehículos/hora verde)

S_o = tasa de flujo de saturación base por carril (autos/hora verde/carril)

N = número de carriles del grupo de carriles.

f_w = factor de ajuste por ancho de carriles.

f_{HV} = factor de ajuste por vehículos pesados.

f_g =factor de ajuste por pendiente del acceso.

f_p = factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

f_{bb} =factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de Intersección

f_a =factor de ajuste por tipo de área.

f_{LU} = factor de ajuste por utilización de carril

f_{LT} = factor de ajuste por vueltas a la izquierda.

f_{RT} = factor de ajuste por vueltas a la derecha

f_{Lpb} = factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda.

f_{Rpb} = factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha.

En la tabla N° 04 se presentan los factores para calcular los diferentes factores de ajuste (Cal y Reyes, 2015).

Tabla 4

Factores de Ajuste de Flujo de Saturación

Factor	Fórmula	Definición de Variables	Observaciones
Ancho de Carril	W<3, fw=0.96	W=ancho de Carril (m)	W>2.4
	10<W<12.9, fw=1.00		W>4.8, puede considerarse para dos carriles de análisis
	W>12.9, fw=1.04		
Vehículos Pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(ET - 1)}$	%HV=Porcentaje de vehículos pesados-grupo de carriles	ET=2 vehículos equivalentes /HV
Pendiente	$fg = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G=pendiente en el acceso -grupo carriles	-6 ≤ G ≤ 10 Negativo para cuesta abajo
Parqueos	$f_P = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$	N=número de carriles por grupo Nm= número de maniobras de parqueo /hora	0 ≤ N ≤ 180 fp ≥ 0.050 fp=1.00 sin parqueos
Bloqueo de Buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4NB}{3600}}{N}$	N=número de carriles en el acceso. NB=número de parada de buses/hora	0 ≤ NB ≤ 250 fbb ≥ 0.050
Tipo de Área	fa= 0.9 en CBD fa =1.0 en otras áreas	CBD=Central Business-District-Centro de negocios	
Utilización de Carril	f _{LU} = 1.00 para grupos con carril exclusivo. F _{LU} = 1.00 para grupos con carril compartido.		
Giros a la Izquierda	(1) f _{LT} = 0.95	(1) para carril único O compartido	Consultar capítulo 31 HCM 2010
	(2) f _{LT} = 0.92	(2) Para carril doble	
	(3) f _{LT} = 0.85	(3) Intersección T, un carril	
	(4) f _{LT} = 0.75	(4) Intersección T, doble carril	

Factor	Fórmula	Definición de Variables	Observaciones
Giros a la Derecha	(1) $f_{RT}=0.85$	(1) para giros protegidos en carril compartido o único	Consultar capítulo 31 HCM 2010
	(2) $f_{RT}=0.75$	(2) Para giros permitidos o carril doble	
Bloque por Peatones y Bicicletas	(1) $f_{Lpb}=Apbt$	(1) si existiese conflicto peatón/ciclista con vehículos	OCrr toma en cuenta la zona de conflicto durante la fase verde
	(2) $f_{Lpb}=1.00$	Apbt=1-OCrr, si carriles receptores son iguales a carriles de giro. Apbt=1-0.60 Crr, si carriles receptores son mayores a los carriles de giro	
		(2) si no existiese conflicto peatón /Ciclista con vehículos	Consultar capítulo 31 HCM 2010

Fuente: Transportation Reserach Board TBR 2010 (TRB, 2010)

Factor de Ajuste por ancho de Carril. (fw)

Factor que considera el impacto negativo de carriles angostos. Los valores asumen diversos valores de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla 5

Valores de factor de ajuste por ancho de carril

Valores de Factores de Ajuste por Ancho de Carril	
Ancho de Carril (m)	Factor de Ajuste (fw)
< 3.0	0.96
≥ 3.0-4.0	1.0
>4.00	1.04

Fuente: Highway Capacity Manual 2010

Factor de ajuste por vehículos pesados (fHV):

Un vehículo pesado se define como cualquier vehículo con más de cuatro neumáticos tocando el pavimento. Los autobuses locales que paran en el área de Intersección no se incluyen en el recuento de vehículos pesados. El porcentaje de vehículos pesados representa el número de vehículos pesados que llegan durante el período de análisis, dividido por el número total de vehículos contados para el mismo período. Este porcentaje se proporciona para cada Intersección a la circulación del tráfico; sin embargo, un valor representativo para todos los movimientos puede ser utilizado para un análisis de la planificación.

Este factor de añade el espacio adicional ocupado por vehículos pesados y sus diferencias en sus capacidades operativas con respecto a los vehículos livianos. Los valores de este factor se calculan con la siguiente ecuación.

(Cal & Reyes, 2015)

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV} * (E_T - 1)} \quad \text{Ecuación 8}$$

En donde:

P_{HV} = Porcentaje (%) de vehículos pesados en el grupo de movimiento correspondiente

E_T = Número de automóviles equivalentes a un camión.

Factor de ajuste por pendiente de acceso (f_g):

Este factor añade el efecto de la pendiente de la rasante sobre la operación de todos los vehículos.

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200} \quad \text{Ecuación 9}$$

En donde:

P_g = Porcentaje de pendiente del acceso.

Consideraciones:

- $6 \leq \% G \leq +10$ Negativa en cuesta abajo (descensos). (Cal y Reyes, 2015)

Factor de ajuste por estacionamiento adyacente (f_p)

El factor de ajuste de estacionamiento f_p tiene en cuenta el efecto friccionante de un carril de estacionamiento sobre el flujo del grupo de carriles adyacente al carril de estacionamiento. Esto también representa el bloqueo ocasional de un carril adyacente por los vehículos que circulan dentro y fuera de la zona de estacionamiento. Si el estacionamiento no está presente, entonces este factor tiene un valor de 1,00. Si el estacionamiento está presente, entonces el valor de este factor se calcula con la ecuación. (Cal & Reyes, 2015)

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 \cdot Nm}{3600}}{N} \geq 0.050 \quad \text{Ecuación 10}$$

En donde:

N = Número de carriles del grupo.

Nm = Número de maniobras de estacionamiento por hora.

Consideraciones: $0 \leq Nm \leq 180$; $fp \geq 0.050$ Cuando no se cuenta con estacionamiento el $fp = 1$

Factor ajuste por bloqueo buses que paran en el área de la Intersección (fbb)

Este factor ajusta el impacto que genera los buses que paran para descargar o recoger pasajeros de un paradero que se encuentra a 78.00m de la línea de parada (aguas abajo o aguas arriba). Según el HCM 2010 el tiempo promedio por cada parada de buses es de 14.4 segundos durante una indicación verde; por lo cual se entiende que este factor solo se usa cuando los buses detenidos bloquean el flujo de tráfico. (Cal y Reyes, 2015)

$$fbb = \frac{N - \frac{14.4 * Nb}{3600}}{N} \geq 0.050 \quad \text{Ecuación 11}$$

En donde:

N = Número de carriles por grupo

Nb = Número de buses que paran por hora

Consideraciones: $0 \leq Nb \leq 250$; Además el $fbb \geq 0.050$

Factor de ajuste por el tipo de área (fa)

Este factor es aquel que considera la ineficiencia de áreas en los carriles. En el Distrito central de negocios (CBD) este factor tiene un valor de 0.90. Sin embargo, este valor no solo debe usarse en el CBD, pues se debe analizar caso a caso; por ejemplo, zonas en donde el diseño geométrico, el flujo de peatones son mayores que ocasionan que los vehículos aumenten significativamente.

En caso no tengamos condiciones por tipo de área que afecten el Tránsito se deberá considerar el valor de 1.0. (Cal & Reyes, 2015)

Factor de ajuste por utilización de carriles (*f_{LU}*)

Factor de ajuste por la utilización del carril cuenta para la desigualdad en la distribución del tráfico entre los carriles de circulación en aquellos grupos con más de un carril exclusivo. Este factor proporciona un ajuste a la tasa de flujo de saturación base para la cuenta de uso desigual de los carriles. Esto no se utiliza a menos que un grupo de movimiento tenga más de un carril exclusivo. Se calcula con la ecuación. (Cal y Reyes, 2015)

$$f_{LU} = \frac{V_g}{N_e * V_{g1}} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

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

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

V_{g1}: 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/carril)

N_e: Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (LN).

Los valores inferiores a 1,0 se aplican cuando el tráfico no está distribuido uniformemente. Enfoques como la demanda de capacidad, el factor de utilización de carril es a menudo más cerca de 1.0 porque los conductores tienen menos oportunidad de seleccionar su carril.

En algunas intersecciones, los conductores pueden elegir uno por encima de otro carril en anticipación del giro en una Intersección posterior. Cuando

este tipo de pre posicionamiento ocurre, una evaluación más precisa será obtenida cuando la actual tasa de flujo para cada carril enfocado es medida en el campo y siempre como una aportación a la metodología.

Si el grupo de carriles no tiene carril exclusivo este factor es de 1,0.

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (*f_{LT}*)

Este factor está destinado a reflejar los giros a la izquierda son protegidos o permitidos y si se realizan desde un carril exclusivo o compartido. Este factor se obtiene con la siguiente ecuación:

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L} \quad \text{Ecuación 13}$$

En donde:

E_L = Número equivalente de vehículos que giran a la izquierda por un carril exclusivo

Para vías con carril exclusivo o compartido:

$E_L = 1.05$ teniendo como factor el valor de 0.95. Si se tiene presencia de doble carril usar 0.92. Para una calle de Intersección en T, usar 0.85 para un carril y 0.75 para dos carriles. (Cal y Reyes, 2015)

Factor de ajuste por vueltas a la derecha (*f_{RT}*)

Este factor está destinado para reflejar el efecto de la geometría de las vías y dependen si se realizan desde un carril exclusivo, compartido o único.

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R} \quad \text{Ecuación 14}$$

En donde:

E_R = Número equivalente de vehículos que giran a la derecha por un carril exclusivo. Para vías con carril exclusivo o compartido: $f_R = 1.18$ teniendo

como factor el valor de 0.85. Si tenemos presencia de carriles dobles el factor a usar es de 0.75 (Cal y Reyes, 2015).

Factor ajuste para peatones y bicicletas

El procedimiento para determinar el factor de ajuste de giro a la izquierda de bicicletas y peatones **fLpb** y el factor de ajuste de giro a la derecha de bicicletas y peatones **fRpb** se basa en el concepto de ocupación de la zona de conflicto, el cual tiene en cuenta el conflicto entre el giro de vehículos, peatones y bicicletas. La ocupación correspondiente de la Zona de Conflicto toma en cuenta si el flujo vehicular oponente, también está en conflicto con el movimiento de giro a la izquierda. El porcentaje de tiempo en verde en el cual la zona de conflicto es ocupada se determina en función de la ocupación correspondiente y el número de carriles receptores del giro de vehículos. (Cal & Reyes, 2015)

$$V_{pedg} = v_{ped} \frac{C}{g_{ped}} \leq 5,000 \quad \text{Ecuación 15}$$

$$V_{bicg} = V_{bic} \frac{C}{g} \leq 1,900 \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

V_{pedg} = flujo de peatones durante el tiempo de servicio de peatones (p/h)

v_{ped} = flujo de peatones en el cruce de estudio (caminando en ambas direcciones)

C = longitud (s) del ciclo

g_{ped} = tiempo de verde (s) para el paso peatonal

V_{bicg} =flujo de bicicleta durante la dirección verde (bicicleta/h)

V_{bic} =flujo de bicicleta (bicicleta/h)

g = tiempo verde para la fase de grupo (s)

Si el flujo de peatones durante el tiempo de servicio es de 1,000 p/h o menos, entonces la ocupación de peatones se calcula con la ecuación 17, si es mayor usar la ecuación 18.

$$OCCpedg = \frac{Vpedg}{2,000} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$OCCpedg = 0.4 + \frac{Vpedg}{10,000} \leq 0.90 \quad \text{Ecuación 18}$$

La ocupación promedio de bicicleta se calcula con la ecuación 19.

$$OCCbicg = 0.02 + \frac{Vbicg}{2,700} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

OCCpedg = es la ocupación peatonal en verde.

Se debe mantener un límite superior práctico en Vpedg de 5,000 p/h cuando se usa la ecuación 18.

OCCbicg = es la ocupación ciclista en verde

Para Peatones y Bicicletas Vías de un solo sentido:

Solo Peatones:

$$OCCr = \frac{gped}{g} OCCpedg \quad \text{Ecuación 20}$$

Peatones y Bicicletas:

$$OCCr = (gped/g * OCCped) + OCCbicg - \left(\frac{gped}{g} * OCCped * OCCbicg \right) \quad \text{Ecuación 21}$$

$$Apbt = 1 - OCCr \quad \text{Ecuación 22}$$

$$ApbT = 1 - 0.6OCCr \quad \text{Ecuación 23}$$

La ecuación 20 se utiliza para recepción de carriles iguales y la ecuación 21 para recepción de carriles diferentes

Donde:

A_{pbT} = es el tiempo libre y $OCCr$ es la ocupación relevante de la zona de conflicto.

$$f_{Lpb} = A_{pbT} \quad \text{Ecuación 24}$$

$$f_{Rpb} = A_{pbT} \quad \text{Ecuación 25}$$

Donde:

f_{Lpb} y f_{Rpb} es el factor de ajuste de la tasa de flujo de saturación, para vueltas a la izquierda y derecha respectivamente.

Tasa de flujo

La tasa de flujo (V_P) refleja la variación temporal del flujo vehicular dentro de la hora punta (durante los 15 minutos más cargados), la influencia de los vehículos pesados (Cal y Reyes, 2015).

$$V_P = \frac{VHMD}{FHMD * F_{HV}} \quad \text{Ecuación 26}$$

En donde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda (Veh – mixtos/h)

FHMD = Factor de hora de máxima demanda

f_{HV} = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

Relación de volumen

La relación de volumen y capacidad para un grupo de carriles es definida como el volumen del grupo de carriles sobre su capacidad. Se calcula mediante la ecuación (Cal y Reyes, 2015).

$$X = v/c \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

X = relación del volumen y capacidad

v = tasa de flujo (veh/h),

c = capacidad (veh/h).

Determinación de la Capacidad y la relación volumen a capacidad.

Capacidad.

La capacidad en una Intersección con control con semáforos se define para cada acceso o grupo de carriles, como la tasa de flujo máximo que puede pasar a través de la Intersección bajo condiciones prevalecientes del tránsito, de la calle y semáforo. Se calcula mediante la siguiente expresión.

(Cal & Reyes, 2015)

$$C_i = S_i \left(\frac{g_i}{c} \right) \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

C_i = Capacidad de grupo carriles (vehículos /h).

S_i = tasa de flujo de saturación del grupo de carriles, (vehículos/hora verde).

g_i = tiempo verde efectivo para el grupo de carriles (segundos verdes)

C = ciclo del semáforo (segundos).

g_i/C = relación de verde efectivo para el grupo de carriles.

Relación Volumen a Capacidad

La relación volumen a capacidad, típicamente llamada grado de saturación y simbolizado con la letra X_i , se calcula como:

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i} \right) \quad \text{Ecuación 29}$$

Donde:

V_i , es la tasa de flujo de demanda actual o proyectada del grupo de carriles i , reemplazando la capacidad dada por la ecuación (08), se obtiene:

$$X_i = \frac{V_i}{S_i \left(\frac{g_i}{C}\right)} = \frac{\left(\frac{V}{S}\right)}{\left(\frac{g_i}{C}\right)} \quad \text{Ecuación 30}$$

En esta última expresión, al cociente (v/s) , se le denomina relación de flujo, obsérvese que cuando la tasa de flujo V_i es igual a la capacidad C_i , el grado de saturación X_i , es igual a 1.00, y cuando la tasa de flujo V_i , es cero, X_i es igual a cero, valores de X_i superiores a 1.00, indican un exceso de demanda sobre la capacidad.

Para evaluar globalmente la Intersección, con respecto a su geometría y al ciclo, se utiliza el concepto de grado de saturación crítico de la Intersección X_c . Considera solamente los accesos o grupo de carriles críticos, definidos como aquellos que tienen la relación de flujo más alta para cada fase, (v/s) c_i , se define como:

$$X_c = \left(\frac{C}{C-L}\right) \left[\sum \left(\frac{V}{S}\right) c_i \right] \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

X_c = relación volumen a capacidad crítica de la Intersección

C = ciclo del semáforo (s)

L =Tiempo total perdido por ciclo (s)

$\sum (v/s) c_i$ = sumatoria de las relaciones de flujo de todos los grupos de carriles i . (Cal y Reyes, 2015)

Determinación de las Demoras.

Los valores derivados de los cálculos representan la demora media por control experimentada por todos los vehículos que llegan en el periodo de Análisis, incluidas las demoras que ocurren antes del período de análisis cuando el grupo de carriles esta sobresaturado. La demora por control incluye los movimientos a velocidades bajas y las detenciones en los accesos a la Intersección, cuando los vehículos disminuyen la velocidad corriente arriba o cambian de posición en la cola, se calcula como. (Cal & Reyes, 2015)

$$d=d1 (PF)+d2+d3 \qquad \text{Ecuación 32}$$

Donde:

d = demora media por control (s/veh)

d1= demora uniforme (s/veh), suponiendo llegadas uniformes

PF= factor de ajuste por coordinación

Tiene en cuenta los efectos de la coordinación de los semáforos

d2 =demora incremental (s/veh), que tiene en cuenta el efecto de llegadas aleatorias y colas sobresaturadas durante el periodo de análisis (supone que no existe cola inicial al comienzo del periodo de análisis)

d3= demora por cola inicial (s/veh), que tiene en cuenta las demoras de todos los vehículos debido a la presencia de colas iniciales antes del periodo de análisis. (Cal y Reyes, 2015).

Factor de Ajuste por Coordinación

Una buena coordinación de semáforos dará como resultado una proporción alta de vehículos que llegan en el verde. La coordinación afecta principalmente a la demora uniforme, por lo que se realiza el ajuste sólo a d_1 , mediante la siguiente expresión:

$$PF = \frac{(1-P)fPA}{1-\left(\frac{g}{C}\right)} \quad \text{Ecuación 33}$$

Donde:

P = proporción de vehículos que llegan en verde

g/c = proporción de tiempo verde disponible

fPA = factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde.

Si se llega a cabo mediciones de campo, P deberá determinarse como la Proporción de los vehículos en el ciclo que llegan a la línea de pare o que se una a la cola (estática o en movimiento) mientras se despliega la fase verde. El valor de P también se puede estimar como:

$$P = Rp\left(\frac{g}{C}\right) \quad \text{Ecuación 34}$$

Donde Rp representa la relación de grupo de vehículos.

Rp =representa la relación de grupo de vehículos. (Cal y Reyes, 2015)

Demora Uniforme

La demora uniforme d_1 , es la que ocurrirá si los vehículos llegan uniformemente distribuidos, tal que no existe saturación durante ningún ciclo. Se determina mediante la siguiente expresión (Cal y Reyes, 2015).

$$d1 = \frac{0.5C(1-\frac{g}{C})^2}{1-\left[\min(1, X)\frac{g}{C}\right]} \quad \text{Ecuación 35}$$

Demora Incremental

La demora incremental $d2$, toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasiona que algunos ciclos se sobresaturen. Se expresa como:

$$d2 = 900\left[T + \sqrt{(X - 1)^2} + \frac{8klX}{cT}\right] \quad \text{Ecuación 36}$$

Donde:

T = duración del período de análisis (0.25h)

K = factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones accionada, $K=0.50$ para intersecciones prefijadas

l = factor de ajuste por entradas de la Intersección corriente arriba,

$l=1.00$ para intersecciones aisladas. (Cal y Reyes, 2015)

Demora Por Cola Inicial

Cuando una cola residual o remanente existe antes del período de análisis T , los vehículos experimentan (los que llegan durante T) una demora adicional, debido a que la cola inicial deberá primero desalojar la Intersección

En los casos en que $X > 1.0$ para un periodo de 15 minutos, el siguiente periodo empieza con una cola inicial llamada Q_b en vehículos. Q_b se debe observar al inicio del rojo, Cuando $Q_b \neq 0$, los vehículos que llegan durante el periodo de análisis experimentarán una demora adicional por la

presencia de la cola inicial. La demora por cola inicial d_3 , se calcula mediante la siguiente expresión. (Cal y Reyes, 2015)

$$d_3 = \frac{1,800Q_b(1+u)t}{cT} \quad \text{Ecuación 37}$$

Donde:

Q_b = cola inicial al principio del período T (veh)

C = capacidad (veh/h)

T =duración del período de análisis (0.25h)

t =duración de la demanda insatisfecha (h)

u =parámetro de demora.

Existen cinco escenarios, para estimar la demora:

Caso I: el periodo es no saturado sin cola inicial, $Q_b = 0$. Por lo tanto $d_3 = 0$.

Caso II: el periodo es sobresaturado sin cola inicial, $Q_b = 0$. Por lo tanto, $d_3 = 0$.

Caso III: ocurre cuando la cola inicial Q_b se disipa durante T. Para que esto ocurra deberá cumplirse que $Q_b + q_T < cT$, siendo q_T la demanda total en T, y cT la capacidad disponible en T.

Caso IV: ocurre cuando existe aún demanda insatisfecha al final de T, pero decreciente. Para que esto ocurra deberá cumplirse $q_T < cT$.

Caso V: ocurre cuando la demanda en T excede la capacidad. Aquí la demanda insatisfecha se incrementa al final de T, Para que esto ocurra deberá cumplirse que $q_T > cT$

Para los casos III, IV, y V

$t = 0$ si $Q_b = 0$, de otra manera:

$$t = \left\{ T, \frac{Qb}{c[1-\min(1,x)]} \right\} \quad \text{Ecuación 38}$$

U=0 si t<T, de otra manera:

$$U = 1 - \frac{cT[1-\min(1,x)]}{Qb} \quad \text{Ecuación 39}$$

El tiempo de despeje Tc, se calcula con la siguiente expresión:

$$Tc = \text{máx}\left(T, \frac{Qb}{c} + TX\right). \quad (\text{Cal y Reyes, 2015}).$$

Demoras Agregadas

La demora en cualquier acceso, se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles del acceso, utilizando los flujos ajustados de los grupos de carriles (Cal y Reyes, 2015)

$$dA = \frac{\sum_{i=1}^A (diVi)}{\sum_{i=1}^A Vi} \quad \text{Ecuación 40}$$

Donde:

A= número de grupo de carriles en el acceso A

dA= demora en el acceso A (s/veh)

di= demora en el grupo de carriles i, en el acceso A (s/veh)

Vi= volumen ajustado del grupo de carriles i (veh/h)

La demora en la Intersección, igualmente se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la Intersección, según:

$$di = \frac{\sum_{A=1}^I (dAVA)}{\sum_{A=1}^I VA} \quad \text{Ecuación 41}$$

Donde:

I= número de accesos de la Intersección I

d_i = demora en la Intersección I (s/veh)

d_A = demora en el acceso A (s/veh)

V_A = volumen ajustado del acceso A (veh/h) (Cal & Reyes, 2015).

Determinación del Nivel de Servicio.

Como se ha descrito anteriormente, el Nivel de Servicio de una Intersección está directamente relacionado con la demora promedio por controles por vehículo. Una vez obtenida la demora para cada grupo de carriles y agregada para cada acceso y para la Intersección como un todo, se determinan los niveles de servicio, consultando la tabla N° 05. (Cal y Reyes, 2015).

1.2.2.4. Diseño Geométrico en Intersecciones

Para solucionar los problemas de una Intersección vial se debe analizar una serie de factores asociados fundamentalmente a la topografía, las particularidades geométricas de las vías que se cruzan, la capacidad de las vías y las características del flujo vehicular. Como generalmente existen varias soluciones, deben evaluarse alternativas y seleccionar la más conveniente.

La presente norma, no restringe los tipos de solución por adoptar para una Intersección, por lo que en el diseño se evaluarán las alternativas más adecuadas para las condiciones particulares del proyecto. Las intersecciones

viales pueden ser a nivel o desnivel, entre carreteras o con vías férreas, en función a las características de las vías que se cruzan y los requerimientos del diseño geométrico del proyecto. (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.215)

Intersección a Nivel

Solución geométrica que tiene como objetivo permitir que los vehículos puedan realizar todos los movimientos necesarios para el cambio de Trayectoria. Las intersecciones a nivel son elementos de discontinuidad, por representar situaciones críticas que requieren tratamiento específico, teniendo en consideración que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce no son usuales en la mayor parte de los recorridos. Las intersecciones, deben contar con las mejores condiciones de seguridad, visibilidad y capacidad, posibles (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.216).

Criterios de Diseño.

La mejor solución para una Intersección a nivel, es la más simple y segura posible. Esto significa que cada caso debe ser tratado cuidadosamente, recurriendo a todos los elementos de que se dispone (ensanches, islas o isletas, carriles auxiliares, etc.), con el criterio de evitar maniobras difíciles o peligrosas y recorridos innecesarios. En tal proceso, es necesario tener presente los

siguientes criterios generales (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.217)

Criterios Generales.

Preferencia de los movimientos más importantes.

En el diseño, debe especificarse la(s) vía(s) principales y secundarias con el fin de determinar la preferencia y las limitaciones del tránsito vehicular.

Reducción de las áreas de conflicto.

En las intersecciones a nivel no debe proyectarse grandes áreas pavimentadas, ya que ellas inducen a los vehículos y peatones a movimientos erráticos y confusión, con el consiguiente peligro de ocurrencia de accidentes.

Perpendicularidad de las intersecciones.

Las Intersecciones en ángulo recto, por 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.

Separación de los movimientos.

Cuando el diseño del proyecto lo requiera, la Intersección a nivel estará dotada de vías de sentido único (carriles de aceleración o deceleración), para la separación del movimiento vehicular.

Canalización y puntos de giro.

Además de una adecuada señalización horizontal y vertical acorde a la normativa vigente, la canalización y el diseño de curvas de

radio adecuado, contribuyen a la regulación de la velocidad del tránsito en una Intersección a nivel. Asimismo, la canalización permite evitar giros en puntos no convenientes, empleando islas marcadas en el pavimento o con sardineles, los cuales ofrecen mayor seguridad.

Visibilidad

La velocidad de los vehículos que acceden a la Intersección, debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto, debe existir como mínimo, la distancia de visibilidad de parada.

Intersecciones sin Canalizar

Cuando el espacio disponible para la Intersección sea reducido, se podrán utilizar intersecciones sin islas de canalización. En estos casos, el diseño está gobernado por las trayectorias mínimas de giro del vehículo tipo elegido.

En casos justificados en que sea necesario utilizar trazados mínimos, podrán utilizarse los valores indicados en la **Tabla 7.0** o valores similares, siempre que se consideren carriles de deceleración (y aceleración en el caso de calzadas unidireccionales), para poder pasar de la velocidad de diseño del camino principal a los 15 Km/h que permite el ramal de giro, (y viceversa). Los radios mínimos que se indican en dicha Tabla, están

referidos al borde interior del pavimento en la curva y están diseñados para las siguientes condiciones de operación:

Velocidad de giro hasta 15 Km/h.

Inscripción en la curva sin desplazamiento a los carriles vecinos tanto en la entrada como en la salida.

Distancia mínima de las ruedas interiores al borde del pavimento (0,30 m), a lo largo de la trayectoria (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.220).

Tabla 6

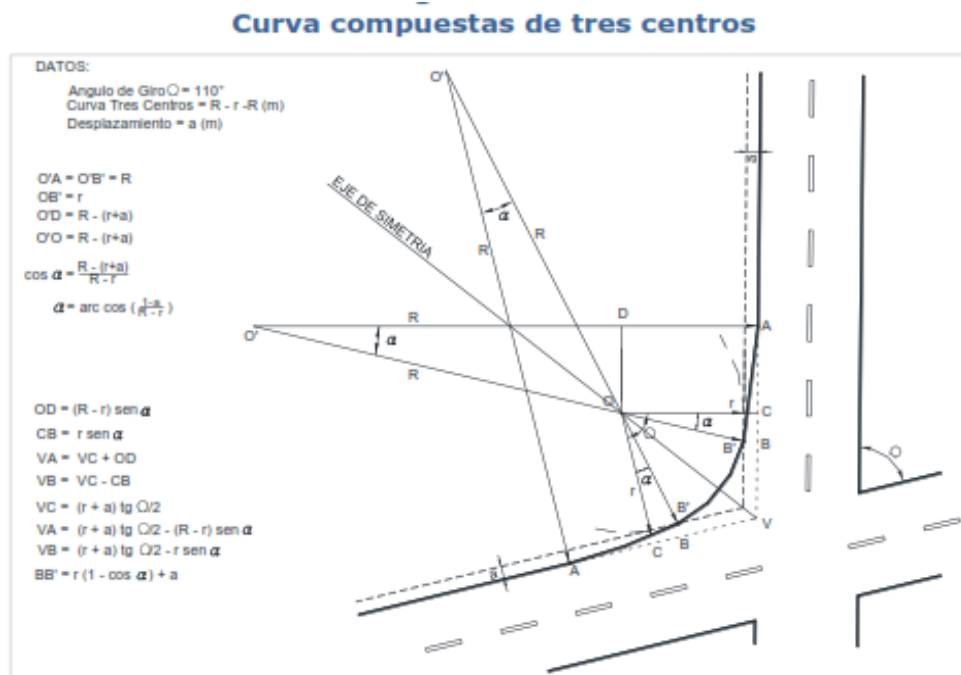
Radios Mínimos en Intersecciones sin Canalizar.

Vehículo Tipo	Angulo Giro (°)	de	Curva Circular	Curva Compuesta de Tres Centros simétrica	
			Radio m	Radios (*) (m)	Desplazamiento(m)
VL	25		18.00	-----	-----
VP			30.00	-----	-----
VA			60.00	-----	-----
VL	45		15.00	60-30-60	-----
VP			22.50		-----
VA			50.00		0.90
VL	60		12.00	-----	-----
VP			18.00	-----	-----
VA			-----	60-22.5- 60	1.65
VL	75		10.50	30 - 75 - 30	0.60
VP			16.50	36-13.5- 36	0.60
VA			-----	45 - 15 - 45	1.80
VL	90		9.00	30 - 6 - 30	0.75
VP			15.00	36 -12 -36	0.60
VA			-----	55 -18 -55	1.80
VL	105		-----	30 - 6 - 30	0.75
VP			-----	30 -10.5 -30	0.90
VA			-----	55-13.5 -55	2.40
VL	120		-----	30 -6 - 30	0.60
VP			-----	30 -9 - 30	0.90
VA			-----	55 - 12 -55	2.55
VL	135		-----	30 -6 - 30	0.45
VP			-----	30 -9 - 30	1.20
VA			-----	48-10.5 -48	2.70
VL	150		-----	22.5-5.4-2.5	0.60
VP			-----	30 -9 -30	1.20
VA			-----	48-10.5 -48	2.10
VL	180		-----	15-4.5. -15	0.60
VP			-----	30 -9 -30	1.20
VA			-----	40- 7.5 -40	2.10

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018

figura 5

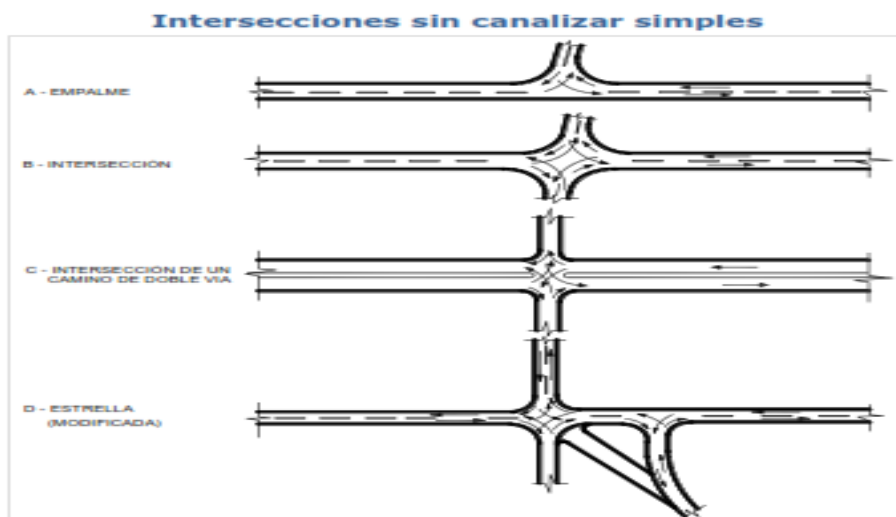
Curva Compuesta de Tres Centros



Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico 2018

figura 6

Intersecciones Sin Canalizar Simples



Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico 2018

Intersecciones Canalizadas.

Las intersecciones con islas de canalización, se utilizan para los casos en que el área pavimentada en la zona de Intersección resulta muy grande, y por tanto se genera confusión en el tránsito vehicular, por indefinición de las trayectorias destinadas de los diferentes giros y movimientos a realizar.

Las islas de canalización permiten resolver la situación planteada, al separar los movimientos más importantes en ramales de giro independientes. Se disminuye a la vez el área pavimentada que requeriría la Intersección sin canalizar.

Los elementos básicos para el trazado de ramales de giro canalizados son:

La alineación al borde inferior del pavimento.

El ancho del carril de giro.

El tamaño mínimo aceptable para la isla de canalización.

La compatibilización de estos tres elementos de diseño, posibilita el uso de curvas con radios mayores que los mínimos requeridos acordes al vehículo tipo, lo que permite soluciones más holgadas que las correspondientes a las intersecciones sin canalizar.

Las islas de canalización, deben tener formas específicas y dimensiones mínimas, que deben respetarse para que cumplan su función con seguridad vial. Cuando sea necesario diseñar islas de canalización con velocidades de giro mayores a 15 Km/h, se deberá tener en consideración, en las curvas de las intersecciones, coeficientes de fricción lateral, mayores que los usuales en el diseño normal de carreteras, lo cual es válido para velocidades de diseño de hasta 65 km/h. Para velocidades mayores, se utilizarán

coeficientes de fricción lateral iguales, tanto en curvas de intersecciones como de la carretera (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p.225)

La **Tabla 8.0**, presenta los valores a usar en giros mínimos canalizados. Las islas resultantes consideran dichos valores, dejando 0,60 m como mínimo entre sus bordes y los bordes del pavimento. Los anchos de los ramales que aparecen, permiten que las ruedas del vehículo tipo, se inscriban con una holgura de 0,60 m, respecto de los bordes del pavimento. Por tratarse de giros mínimos, estas soluciones no incluyen el ensanche de las carreteras que acceden a la Intersección. Por tanto, el tipo de islas que incluyen los valores de la **Tabla 8.0**, se refieren a islas triangulares, ubicadas en los ángulos que forma la prolongación de los bordes del pavimento, de las vías que se cruzan. Cuando sea posible ensanchar las vías que acceden al cruce, este tipo de islas pueden reemplazarse o combinarse con islas centrales en el camino subordinado. Diseños mayores a los indicados, deben ser estudiados para cada caso, de acuerdo con la disponibilidad de espacio y la importancia de los giros en la Intersección (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 226).

Tabla 7*Valores en Giros Mínimos en Intersecciones Canalizadas*

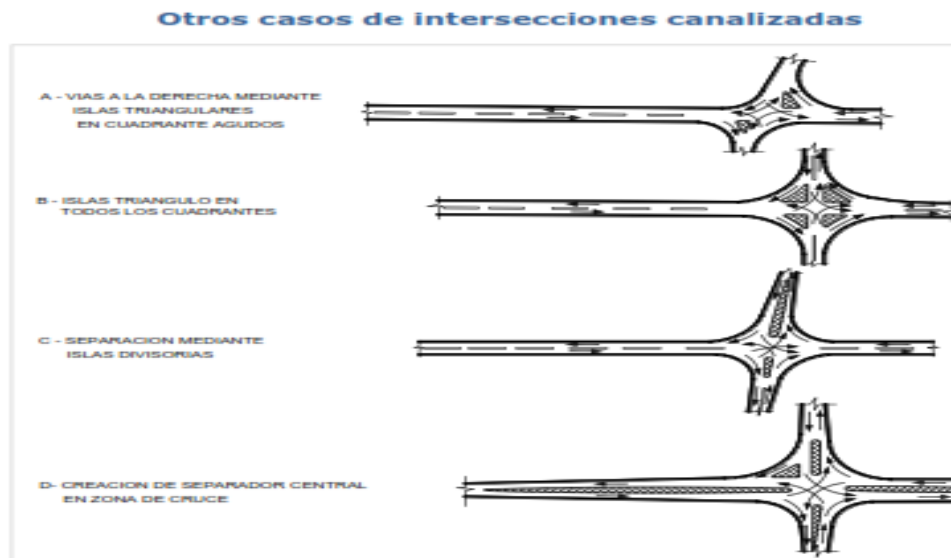
Vehículo Tipo	Angulo de Giro (°)	Curva Compuesta de Tres Centros Simétrica		Ancho del Ramal (m)	Tamaño Aproximado de la Isla en (m ²)
		Radios	Desplazamiento		
VL	75	45 -22.5-	1.05	4.20	5.50
VP		45	1.50	5.40	4.50
VA		45 -22.5- 45 54- 27- 54	1.05	6.00	4.50
VL	90	45 -15 -45	0.90	4.20	4.50
VP		45 -15-45	1.50	5.40	7.50
VA		54- 19.5- 54	1.80	6.00	11.50
VL	105	36 -12-36	0.60	4.50	6.50
VP		30 -10.5-	1.50	6.60	4.50
VA		30 54- 13.5- 54	2.40	9.00	5.50
VL	120	36 - 9 -30	0.75	4.80	11.00
VP		30 - 9 -30	1.50	7.20	8.40
VA		54- 12- 54	2.55	10.40	20.40
VL	135	36 - 9 -30	0.75	4.80	43.00
VP		30 - 9 -30	1.50	7.90	34.50
VA		48- 10.5- 48	2.70	10.70	60.00
VL	150	36 - 9 -30	0.75	4.80	130.00
VP		30 - 9 -30	1.80	9.00	110.00
VA		48- 10.5- 48	2.15	11.60	160.00

Fuente: Manual de carreteras: Diseño Geométrico 2018

La tabla muestra los valores de los radios mínimos en intersecciones canalizadas con velocidades de diseño superiores a 20 km/h para peraltes de 0% y 8.0%

figura 7

Intersecciones Canalizadas



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.

Uso de Clotoide.

Pueden usarse intercaladas entre la tangente y la curva, o como tramo intermedio entre la curva de radio mínimo correspondiente a la Velocidad de Diseño y una curva circular de radio mayor. En la Tabla 9.0 se dan los valores mínimos del parámetro A de la clotoide (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 232).

Tabla 8

Valores Mínicos del Parámetro A de la Clotoide.

V Km/h	30	35	40	45	50	55	60
Radio Mínimo (m)	25	35	45	60	75	90	120
A adoptado en (m)	20	30	35	40	50	60	70

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

Intersecciones Rotatorias o Rotondas

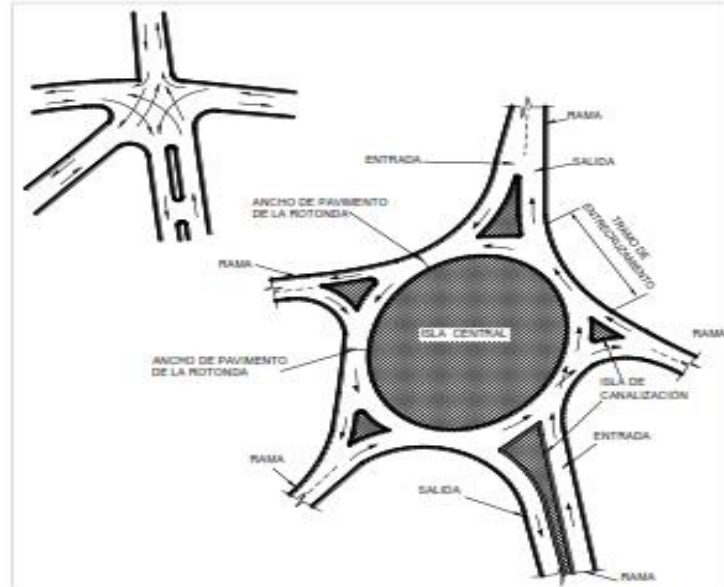
La Intersección rotatoria a nivel, también conocida como rotonda o glorieta, se distingue porque los flujos vehiculares que acceden a ella por sus ramas, circulan mediante un anillo vial, en el cual la circulación se efectúa alrededor de una isla central. Las trayectorias de los vehículos en el anillo, son similares a los entrecruzamientos, razón por la cual el número de puntos de conflicto, es menor que en otros tipos de intersecciones a nivel. Las rotondas son ventajosas, si los volúmenes de tránsito de las ramas de acceso son similares, o si los movimientos de giro predominan sobre los de paso. En los tramos que las carreteras atraviesan zonas urbanas, las rotondas con semáforo, alivian congestiones por exceso de flujos o reparto desequilibrado de la demanda por rama.

En la **Figura 8.0**, presenta el esquema básico de una Intersección tipo rotonda o glorieta (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 245).

figura 8

Esquema Básico de Una Intersección Tipo Rotonda o Glorieta

Esquema básico de una intersección tipo rotonda o glorieta



Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

Elementos de Diseño en Rotondas

El diseño de este tipo de solución, debe basarse en los estudios de tráfico correspondientes, en lo pertinente a la capacidad de la rotonda y el dimensionamiento de las secciones de entrecruzamiento, para lo cual puede seguirse el siguiente procedimiento:

- Se propone una longitud de la sección de entrecruzamiento compatible con la geometría de la solución.
- Se determina la capacidad de cada sección de entrecruzamiento propuesta.
- Se compara dicha capacidad con el volumen de demanda de entrecruzamiento.

Para el cálculo de la capacidad de la sección de entrecruzamiento, Q_p , se utiliza la fórmula de Wardrop :

$$Q_p = \frac{[160W \left(\frac{1+e}{W}\right)]}{\left(1 + \frac{W}{L}\right)}$$

$$e = \frac{(e_1+e_2)}{2}$$

Ecuación 42

Dónde:

Q_p : Capacidad de la sección de entrecruzamiento, como tránsito mixto, en vehículos / hora.

W : Ancho de la sección de entrecruzamiento, en metros.

e : Ancho promedio de las entradas a la sección de entrecruzamiento, en metros.

e_1, e_2 : Ancho de cada entrada a la sección de entrecruzamiento, en metros.

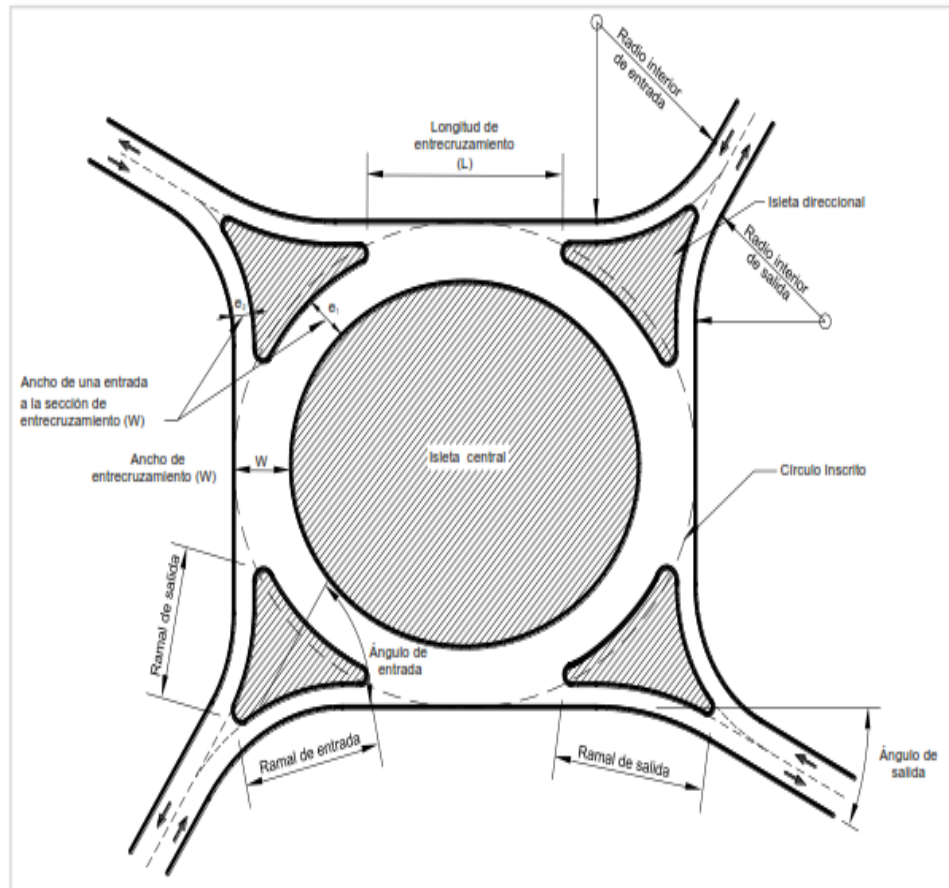
L : Longitud de la sección de entrecruzamiento, en metros.

En la **Figura 9.0**, se muestran los elementos contenidos en la fórmula de Wardrop.

figura 9

Elementos Contenidos en la Formula de Wardrop

Elementos contenidos en la fórmula de Wardrop



Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018

Criterios Geométricos.

En la tabla N° 10 se presentan los criterios de diseño geométrico aplicables a glorietas

Tabla 9*Criterios de Diseño Geométrico de Rotondas*

Criterio de Diseño Geométrico de Rotondas			
Descripción		Unidad	Magnitud
Diámetro Mínimo de la Isla Central		m	25
Diámetro Mínimo del Circulo Inscrito		m	50
Relación W/L Sección de Entrecruzamiento			Entre 0.25-0.50
Ancho Sección de Entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio Interior Mínimo de los accesos	De Entrada	m	30
	De Salida	m	40
Angulo Ideal de Entrada			60
Ángulo Ideal de Salida			30

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño geométrico 2018

Islas direccionales.

El dimensionamiento de las islas direccionales será consecuencia de la geometría general de la solución; sin embargo, éstas deben tener como mínimo entre 4.50 m² y 7.00 m². (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Intersecciones a Desnivel.

Es una solución de diseño geométrico, para posibilitar el cruzamiento de dos o más carreteras o con vías férreas en niveles diferentes, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos posibles de cambios de trayectoria de una carretera a otra, con el mínimo de puntos de conflicto posible.

Un paso a desnivel se construye, con el objeto de aumentar la capacidad o el Nivel de Servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad vial insuficiente, o para mantener las características funcionales de un itinerario sin intersecciones a nivel. Las intersecciones, deben contener las mejores condiciones posibles de seguridad, visibilidad, funcionalidad y capacidad.

En las autopistas de Primera Clase, es condición indispensable que toda Intersección sea a desnivel, en cambio en las autopistas de Segunda Clase y carreteras de Primera Clase, es posible la combinación de intersecciones a nivel y desnivel (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

1.2.3. Marco Conceptual

SYNCHRO 8.0

El programa Synchro 8.0 es un software desarrollado por la universidad Trafficware (TU) la cual se viene especializando en la industria del tráfico.

El programa nos permite modelar, optimizar, gestionar y simular los

tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales a un nivel macroscópico mediante animaciones.

Para el cálculo de la relación volumen-capacidad (v/c), Synchro incorpora todos los ajustes y estimaciones del Highway Capacity Manual 2010, pero adicionalmente provee un método alternativo denominado ICU (Intersection Capacity Utilization)

Los modelos Sim Traffic permiten caracterizar calles con intersecciones semaforizadas y señalizadas. La metodología que utiliza el programa es el HCM-2000 y 2010. Se puede incorporar en el programa las características del carril como ancho y pendiente, tiempos del semáforo y los volúmenes de vehículos por flujo de carril. Para así lograr una correcta simulación de las intersecciones (Trafficware Ltd., 2011).

SEMÁFOROS

Son dispositivos eléctricos que tienen como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color Rojo, Amarillo y Verde operados por una unidad de control (Tarquino, 2019)

CICLO

Es una rotación completa a través de todas las indicaciones proporcionadas. (Tarquino, 2019)

LONGITUD DE CICLO

Es el tiempo en segundos que tarda un semáforo, para completar un ciclo completo de indicaciones. Indica el intervalo de tiempo entre el inicio de

verde para un acceso hasta la próxima vez que se inicie el verde se denota por C. (Tarquino, 2019)

INTERVALO

es el cambio de una fase a otra. Hay dos tipos de intervalo: intervalo de cambio e intervalo de despeje.

Amarillo, e indica el intervalo entre las indicaciones de señal verde y roja para una aproximación.

Rojo, intervalo de despeje se proporciona después de cada intervalo de amarillo y se utiliza para despejar los vehículos en la Intersección (Tarquino, 2019).

INTERVALO VERDE

indicación verde para un movimiento particular o un conjunto de movimientos y se denota por G_i . Esta es la duración real en que se enciende la luz verde de un semáforo (Tarquino, 2019).

INTERVALO ROJO

Se denota por R_i , y es la duración real en que se enciende la luz roja de un semáforo (Tarquino, 2019)

FASE

Es el intervalo verde más los intervalos de cambio y despeje que lo siguen. Así, durante el intervalo verde se asignan movimientos no conflictivos en cada fase permite que un conjunto de movimiento fluya y detenga de forma segura el flujo antes de que comience la fase de otro conjunto de movimientos (Tarquino, 2019)

CONGESTIÓN VEHICULAR

llamado también embotellamiento, se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y consumo excesivo de combustible., principalmente en las horas punta.

NIVEL DE SERVICIO

es la calidad del servicio ofrecido por una carretera de dos carriles a sus usuarios, reflejado en el nivel de satisfacción o de continuidad experimentado al usar la vía.

TIEMPO DE RETRASO

es el tiempo que los conductores se demoran en su recorrido por una vía, debido a la imposibilidad de adelantar a otros vehículos con menor velocidad que van delante de ellos.

CAPACIDAD

es el flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un período de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía del control y del tránsito. La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o de personas durante un período de tiempo, que muy a menudo es el período de 15 minutos pico.

PARQUE AUTOMOTOR

está constituido por todos los vehículos motorizados que circulan por las vías de la ciudad.

VEHÍCULO

es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro.

TRÁNSITO VEHICULAR

es el flujo de vehículos en una vía de comunicación

1.3. METODOLOGÍA


1.3.1. Población

La población considera la circulación de vehículos en el tramo de la Av. Prolongación Grau entre la transversal Av. Sullana hasta la Av. Chulucanas de la Ciudad de Piura y el Distrito 26 de octubre de la Ciudad de Piura, con una longitud aproximada de 4.10 km. De acuerdo al reporte Institucional de SUNARP año 2018 a la Inscripción de Transferencia de vehículos en Piura se inscribieron 13,189 vehículos.

Tabla 10

Transferencias Vehiculares 2018

Transferencias Vehiculares 2018	
Lima	423,905
Arequipa	47,979
Cusco	25,854
La Libertad	24,741
Lambayeque	21,183
Junín	18,539
Puno	16,260
Piura	13,189
Cajamarca	11,489
Tacna	11,192
Huánuco	10,200
Áncash	6,788
Ica	5,037
San Martín	4,830
Ucayali	4,525
Moquegua	3,306
Madre de Dios	2,018
Loreto	2,002
Ayacucho	1,679
Pasco	1,303
Apurímac	1,193
Amazonas	924
Tumbes	611
Huancavelica	197



Fuente: Revista Institucional SUNARP 2018

1.3.2. Muestra

La muestra considera el aforo vehicular en las 4 principales intersecciones con la

Av. Prolongación Grau

Intersección con la Av. Gulman.

Intersección con la Av. Vallejo

Intersección con la Av. Vice.

Intersección con la Av Chulucanas.

1.3.3. Operacionalización de variables

Tabla 11

Operacionalización de Variables

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Nivel de Servicio	Para medir la cantidad de flujo vehicular se usa el concepto nivel de servicio, medida cualitativa del grado de satisfacción que un usuario experimenta al atravesar cualquier facilidad de transporte	Investigación de las condiciones de operación de la vía existente (Estudio de Congestión de la vía)	Volumen Tiempo Semafórico Flujo Vehicular Dimensión de Intersección Nivel de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Aforo Vehicular • Duración de Fases <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad • Geometría Vial • Metodología HCM 2010 	Escala Numérica
Diseño Geométrico	Mejoramiento del trazo en planta y/o perfil en tramos importantes vía existente, se realiza mediante rectificaciones del eje de la vía o introduciendo variantes en el entorno de ella.	Permitirá evaluar la suficiencia (cuantitativo) y la calidad (cualitativo) del servicio ofrecido por el sistema a los usuarios	Re diseño Geométrico	Manual Diseño Geométrico 2018 Manual Pavimentos Urbanos	Ordinal

Fuente: elaboración propia.

1.3.3.1. Variable independiente

Nivel de Servicio

1.3.3.2. Variable dependiente

Diseño Geométrico

1.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para llevar a cabo el proyecto se empleó una serie de procesos que se mencionan a continuación:

Identificar las zonas de muestreo en el área de estudio.

Capacitación al Personal involucrado en la toma de datos.

Toma de datos en campo a fin de obtener la información necesaria.

Determinación de volúmenes de tránsito mediante conteo vehicular, tasas de flujo, tiempos de Semáforo.

Procesamiento de datos en gabinete.

Identificación de problemáticas en las principales intersecciones

Optimización y recomendaciones para la posterior mejora.

1.3.5. Procedimiento.

Base teórica metodología HCM 2010

Estudio de Trafico del área de estudio, Para determinación de Días Críticos y Horas punta

Aforo vehicular y peatonal en Intersección en función horas punta de Estudio de Trafico.

Determinación de los Niveles de Servicio en función a la recolección de datos

Evaluación de Resultados

Conclusiones y Recomendaciones en función a los Resultados obtenidos.

1.3.6. Diseño de Contrastación

Se determinó el Nivel de Servicio a través del aforo vehicular en las 04 Intersecciones en estudio, evidenciando la Congestión a través de los tiempos de demora en las intersecciones, la Avenida Prolongación Grau con Av. Gulman es la de mayor Congestión, contrastando los resultados encontrados con la hipótesis planteada se verifica que esta es verdadera, pues un mejoramiento de diseño geométrico reduciría los tiempos de espera y mejoraría el Nivel de Servicio de F a nivel D

1.3.7. Tipo y Nivel de Investigación

El tipo de Investigación: Aplicada

El nivel de Investigación: el nivel de investigación es correlacional por qué se midió y evaluó mediante un estudio de tráfico (conteo vehicular), la relación que existe entre la capacidad y el Nivel de Servicio y como resultado la congestión vehicular.

1.3.8. Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis descriptivo de los datos obtenidos se emplearán métodos estadísticos como:

Tablas de frecuencias

Gráficos

Coeficiente de correlación: El coeficiente de correlación, pensado para variables cuantitativas (escala mínima de intervalo), es un índice que mide el grado de correlación entre distintas variables relacionadas linealmente.

Para el análisis de la correlación entre variables se tuvo en cuenta la siguiente escala

Valor	Significado
-1.00	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0,00	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1.00	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista, 2014

Para contrastar las hipótesis se utilizó el método de estadística inferencial, con la aplicación de la prueba de correlación de Spearman, teniendo en consideración la escala ordinal en la medición de los datos, con el uso de la fórmula siguiente:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad \text{Ecuación 43}$$

Donde:

r= coeficiente de correlación

n= cantidad de sujetos

d= diferencia entre los rangos (Xi- Yi)

Xi= el rango de sujetos i con respecto a una variable

Yi= el rango de sujetos i con respecto a una segunda variable

1.3.9. Consideraciones éticas

Confidencialidad de toda la información recopilada a través de las encuestas, esto sólo nivel de individualización de los datos, pues los datos se presentan luego de manera general. Respeto por los derechos de autor, utilizando las normas APA en las citas y referencias.

1.4. RESULTADOS

En este capítulo se realiza un análisis de los resultados obtenidos procesados con la metodología HCM 2010, el cual nos determinará el Nivel de Servicio en que se encuentra cada Intersección en estudio y analizar las causas del congestionamiento vehicular, con los datos procesados en gabinete obtendremos los volúmenes de flujo vehicular, Ajustes de Volumen, factores de ajuste, Análisis de Capacidad, capacidad grupo carril, demora de control, determinación de Nivel de Servicio LOS

1.4.1. Diagnóstico de la av. Prolongación Grau.

1.4.1.1. Ubicación.

La Prolongación Avenida Grau, se encuentra localizada en la Provincia de Piura, en su trayectoria involucra a los Distritos de Piura y Veintiséis de Octubre. La vía en mención tiene una longitud aproximada de recorrido de 7.10 kilómetros desde el punto inicial en el Cruce con la Avenida Sullana hasta interceptar con la Av. Evitamiento, en su recorrido integra a diversos asentamientos humanos y urbanizaciones ubicadas a lo largo de la vía, entre ellas: Urb. Buenos Aires, Los Cocos, San José, San Isidro, Santa Ana, San José, Urb. Piura, Las Mercedes, Los Tallanes, Ficus, A.H Santa Rosa, San Martín, Micaela Bastidas, San Sebastián, ENACE, Nueva Esperanza, San Sebastián, Ciudad del Sol.

Ubicación Política

Departamento	:	Piura
Provincia	:	Piura
Distrito	:	Piura y Veintiséis de Octubre
Zona	:	Urbana – Urbana Marginal

Tabla 12

Coordenadas de Ubicación UTM en Zona de Estudio

PUNTO	UBICACIÓN		REFERENCIA
	NORTE	ESTE	
PUNTO N° 01	9425725.233	540930.397	Inicia en la Transversal Av. Sullana
PUNTO N° 02	9428153.789	534275.891	Finaliza en la Intersección de la Vía de Evitamiento Sur

Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.2. Área de Estudio y Área de Influencia

Para el presente estudio se considera que el Área de Estudio y el Área de Influencia es desde la intercepción Av. Sullana hasta la avenida Chulucanas la misma teniendo en cuenta que siendo un estudio vial urbano, comprenderá las intercepciones más importantes entre ellas:

figura 10

Av. Prolongación Grau-Av. Guillermo Gulman

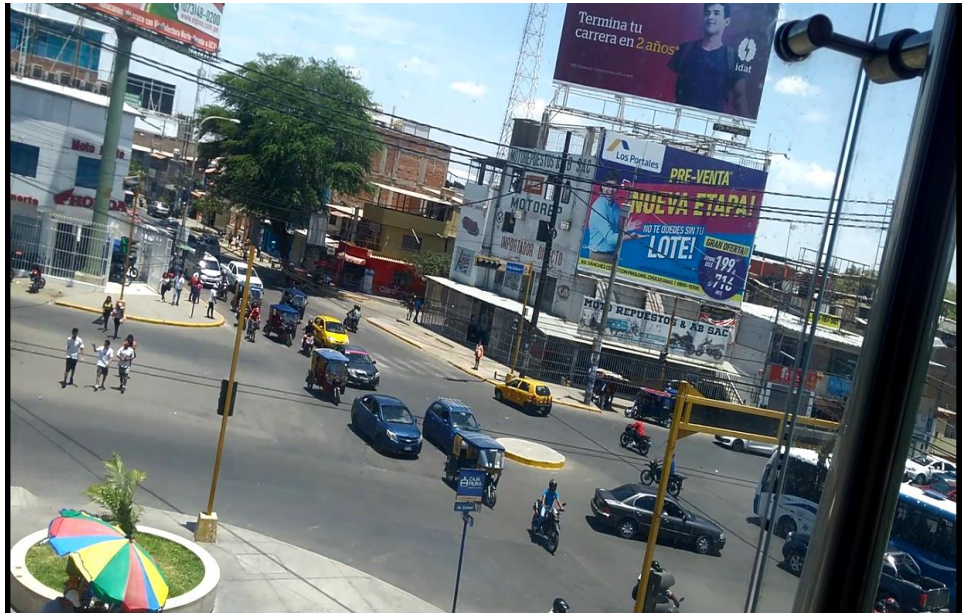


figura 11

Av. Prolongación Grau-Av. Vice



figura 12

Av. Prolongación Grau-Av. Cesar Vallejo



figura 13

Av. Prolongación Grau-Av. Chulucanas

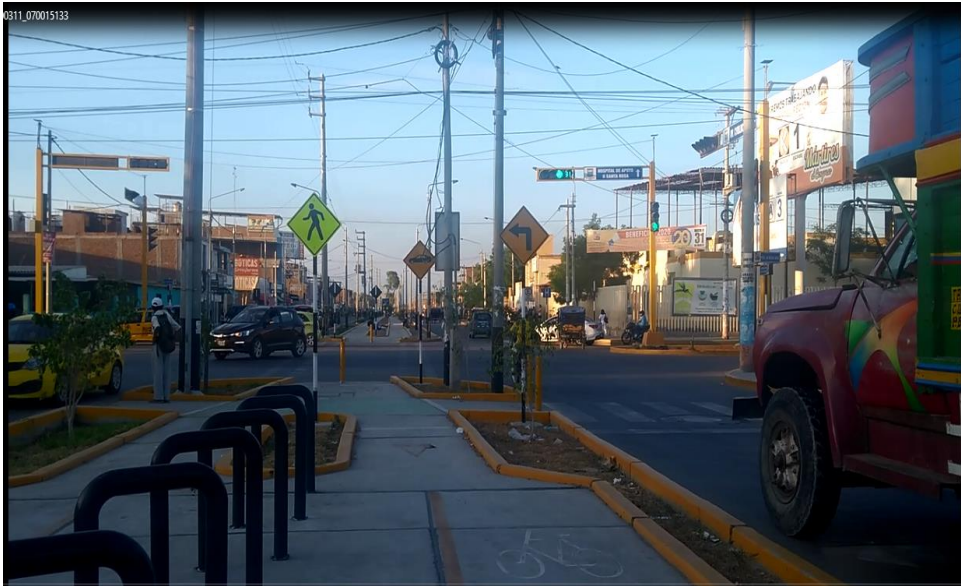
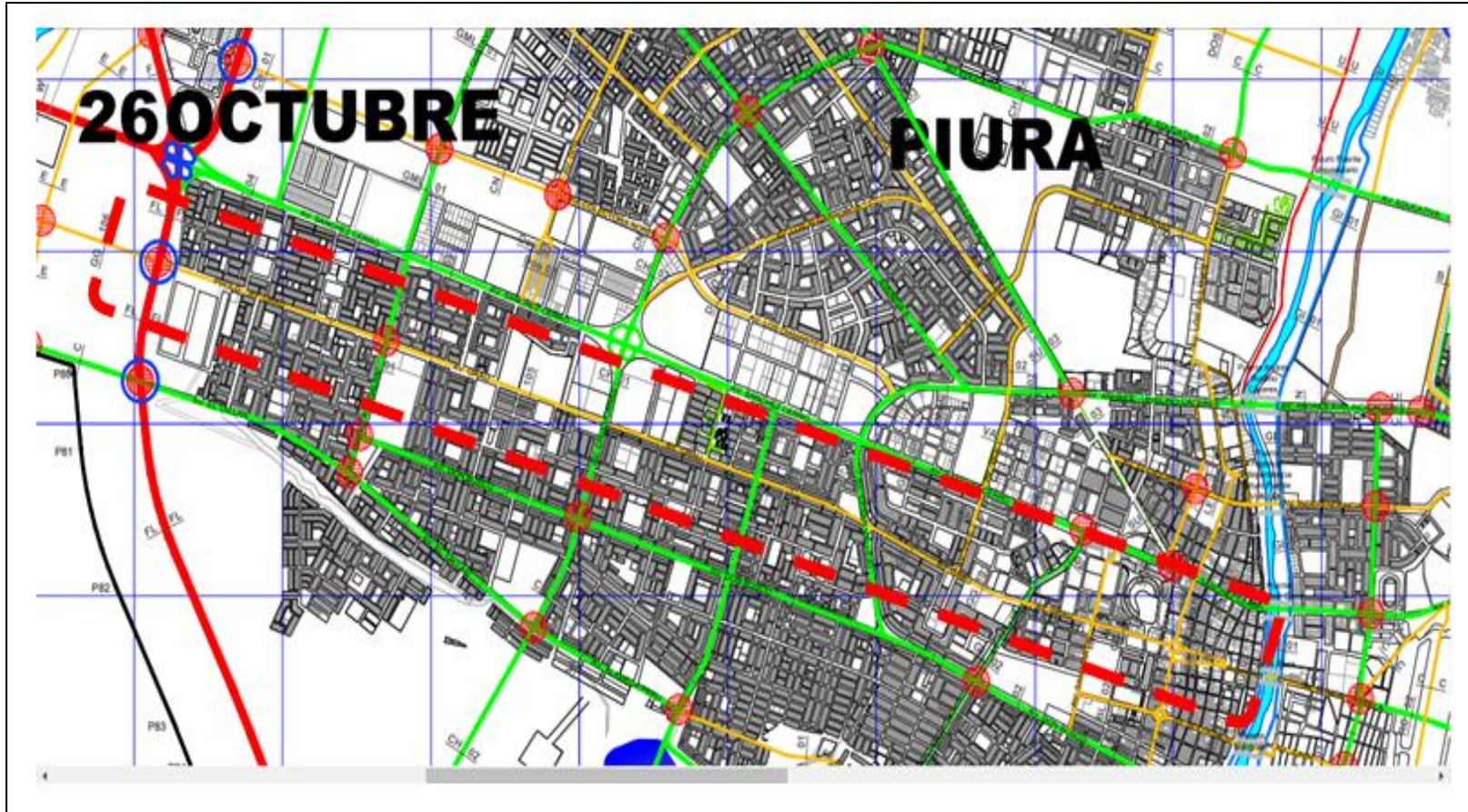


figura 14

Sistema Vial Piura: Ubicación y Área de Estudio



Fuente: Portal web. Municipalidad Provincial de Piura

Como se puede apreciar en la figura siguiente en toda la prolongación Av. Grau, desde su inicio hasta su fin se observa un importante desarrollo de sistema económico, donde ha crecido una zona comercial, recreativa, educativa y de salud, bastante dinámica, y a su vez, dado su rol de vía colectora, sirve de conexión con importantes puntos comerciales, educativas, entre otros, lo que origina que la población de distinta edad y por diferentes motivos, requiera trasladarse para realizar un sin número de actividades, o educativas, recreativas, laborales, salud, sociales, entre otros.

figura 15






Zonas Económicas Desarrolladas Av. Prolongación Grau



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Zonas Socioeconómicas en la Avenida Prolongación Grau

	En su recorrido	En su rol de Conectora
	<u>Centros Comerciales</u> <ul style="list-style-type: none"> • Plaza de la luna 	<ul style="list-style-type: none"> • Real Plaza • Macro
	<u>Centros de Estudio (más importantes)</u> <ul style="list-style-type: none"> • IE San Miguel • Tecnológico Almirante Miguel Grau • Pedagógico Piura • IE Basilio Ramírez Peña • SENCICO • IE Jorge Basadre • DREP (Dirección Regional de Educación) • Hogar de Cristo • Escuela de Música 	<ul style="list-style-type: none"> • IE Fátima • Univ. César Vallejo
	<u>Centros Recreativos</u> <u>OTROS</u> <ul style="list-style-type: none"> • Club Grau • Parque Infantil • Coliseo Gerónimo Seminario y Jaime 	
	<u>Establecimientos de Salud</u> <ul style="list-style-type: none"> • Hospital Santa Rosa • Hospital EsSalud (Jorge Reátegui) • Clínica Internacional 	
	<u>Centros de Abastos</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Abastos • Mercado de Abastos de Piura. • Mercado Minorista Las Capullanas • Terminal Pesquero

En su recorrido	En su rol de Conectora
<ul style="list-style-type: none"> • Centros religiosos/Otros • Parroquia San José • Parroquia Santísimo Sacramento • SUNAT • M.D. Veintiséis de Octubre 	

Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.3. Transporte

Para la movilización de la población existen 04 Empresas de Transporte Público, y paraderos de Mototaxis, contrastado con información de la Municipalidad Provincial de Piura, que transitan por la Prolongación Av. Grau, y son las siguientes:

Empresa de Transporte SUPER STAR: Trayectoria es por toda la Av. Grau, traslada mayormente a la población que habita colindantes a la Av. Grau.

Empresa de Transporte GUADALUPE: Trayectoria parte de la Av. Grau hasta interceptar con la Av. Mario Galán

Empresa de Transporte EMUTSA: Trayectoria parte de la Av. Grau hasta interceptar con la Av. Mario Galán

Tabla 14*Líneas de Transporte Circulan en la Prolongación Av. Grau*

Líneas de Transporte circulan en la Prolongación Av. Grau		Cantidad de Unidades Móviles
	Empresa de Transporte SUPER STAR S.R.L	39
	Empresa de Transporte CELESTE	60
	Empresa de Transporte GUADALUPE	69
Empresa de Transporte EMUTSA		59
Taxi Colectivo CEUNO	 	28

Fuente: Municipalidad Provincial de Piura/ Encuestas a Líneas de Transportes.

1.4.1.4. Proyección población según horizonte de planeamiento.

Últimos tres censos, evidencian que la provincia de Piura y sus principales distritos presentan tasas de crecimiento positivo, primando el crecimiento vertiginoso de la población urbana. En cuanto a la población de sus principales distritos, tenemos que Piura y Veintiséis de Octubre tuvieron una población de 277,928 habitantes el 2010, para el 2015 tendrán 309,875 habitantes, el año 2020 tendrán 345,494 habitantes y

al año 2032 la cifra ascenderá a los 448,592 habitantes, (Plan de Desarrollo urbano de los Distritos de Piura y Veintiséis de Octubre, Castilla y Catacaos al 2032 MPP, p. 32).

Tabla 15

Población Proyectada por Distrito (2007-2032)

Población Proyectada por Distritos (2007-2032)								
Provincia Distrito	Tasa Intercensal Crec.93-07	ANOS						
		2007	2010	2015	2020	2025	2030	2032
Piura y Veintiséis de Octubre	1.4	665,991	694,356	744,341	797,924	855,365	916,941	942,795
	2.2	260,363	277,928	309,875	345,494	385,208	429,487	448,592

Fuente: INEI-Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007
Elaboración: Equipo Técnico OPT-MPP

1.4.1.5. Área de Impacto Principal

El mejoramiento de la Av. Prolongación Grau causara un mayor impacto vial en las intersecciones que a continuación se detallan.

Tabla 16*Principales Intersecciones con la Av. Prolongación Grau*

Av. Sullana	Av. Marcavelica
Av. Richard Cushing.	Av. Bellavista
Jr. Prócer M. Mendiburgo	Av. Chulucanas
Av. San Martín.	Av. Chulucanas
Jr. Bolívar	Calle José Faustino
Jr. Otto Townsman	Marticorena
Pasaje: M. Grau	Calle Juan Noel
Jr. Tomás Diéguez	Calle Miguel Cortés
Jr. Manuel Diéguez	Av. José Carlos Mariátegui
Av. Guillermo Gulman	Calle Juan Pablo I
Av. Guillermo Gulman	Calle Salvador Allende
Jr. Tomás Cortés	Av. José Gabriel
Jirón: F	Condorcanqui
Jirón: G y Jr. Zelaya	Av. Jorge Chávez
Av. Vice	Calle Cayetano Heredia
Av. Vice	Av. Miguel Justino Ramírez
Jirón: E	Av. Mateo Pumacahua
Jirón: Tallan	Calle Manuel Arellano
Jirón: B	Calle Veinticuatro de
Jirón: Los Incas	Setiembre
Av. César Vallejo	Calle Ricardo Ramos Plata
Av. César Vallejo	Calle Primero de Diciembre
Av. Víctor Andrés Belaunde	Av. José María A. Galán
Calle José Gálvez y Calle F. Palacios	Av. Carlota ramos de
Calle Melitón Carbajal	Santolaya
Calle Castro Pozo	Pasaje 4
Calle Gonzalo Farfán	Av. Mario a. Balan
	Av. Mario a. Balan
	Calle A
	Av. Vía de Evita miento

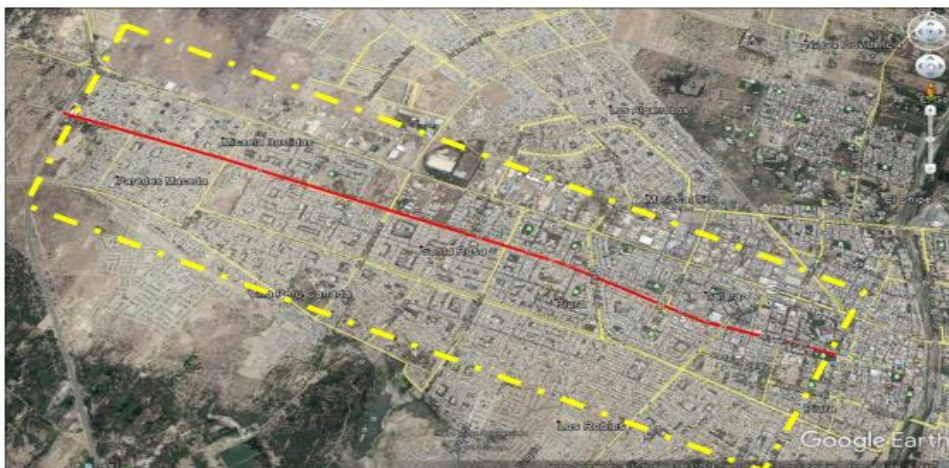
Fuente: Elaboración Propia

1.4.1.6. Área de Impacto Secundaria

Las áreas de Impacto secundario se darán en las vías paralelas a la Av. Prolongación Grau como son la Avenida Circunvalación y Avenida Sánchez Cerro.

figura 16

Esquema de Ubicación de Impacto Secundario



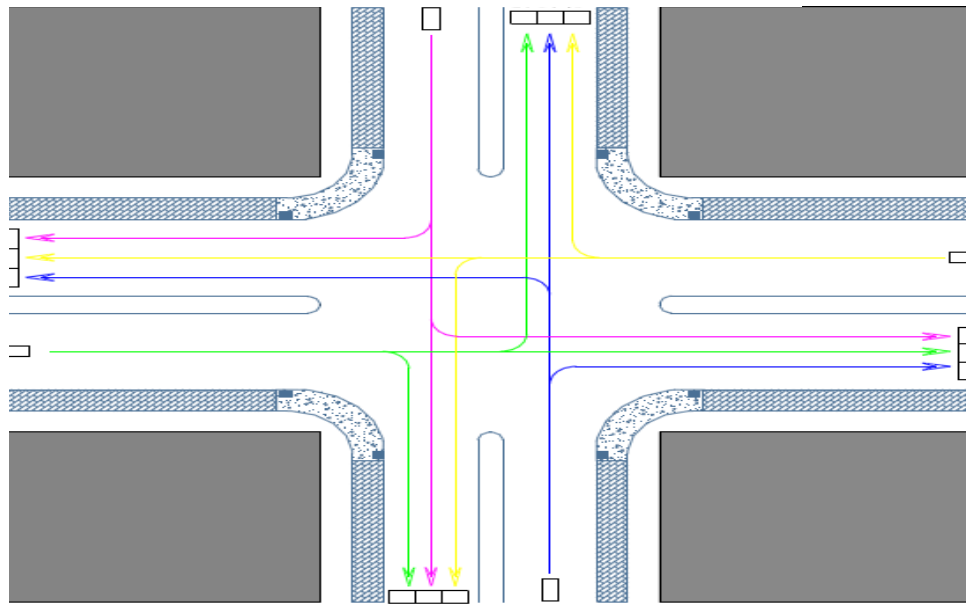
Fuente: Elaboración Propia.

1.4.1.7. Dirección de flujo vehicular.

La Avenida prolongación Grau tiene circulación vehicular por cuatro carriles separados por una berma central tráfico se da en los dos sentidos de circulación vehicular lo que facilita el tránsito. El sentido de Flujo vehicular es el mismo en las 04 intersecciones en Estudio tal como se muestra en la siguiente figura.

figura 17

Dirección Flujo Vehicular en Intersecciones en Estudio



Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 17 muestra los sentidos de circulación del tráfico Vehicular en la Av. Prolongación Grau, Cuenta con dos carriles y dirección en ambos sentidos.

1.4.1.8. Semáforos.

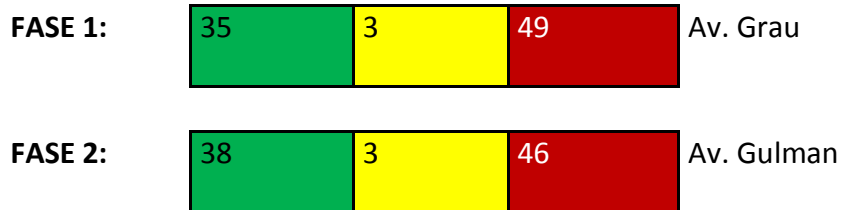
Actualmente en la vía existen semáforos solo en las principales cruces de la avenida las cuales se encuentran ubicadas en:

- Av. Sullana
- Av. Richard Cushing.
- Av. San Martín.
- Jr. Otto Townsman
- Av. Guillermo Gulman
- Av. Vice
- Av. César Vallejo

- Av. Marcavelica

Para lo cual se mencionarán los tiempos en las intersecciones de estudio:

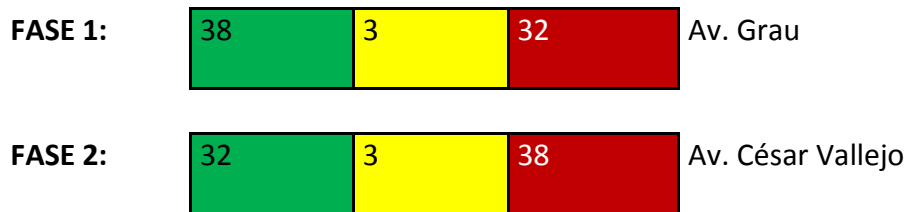
Intersección 1: Av. Grau- Av. Guillermo Gulman



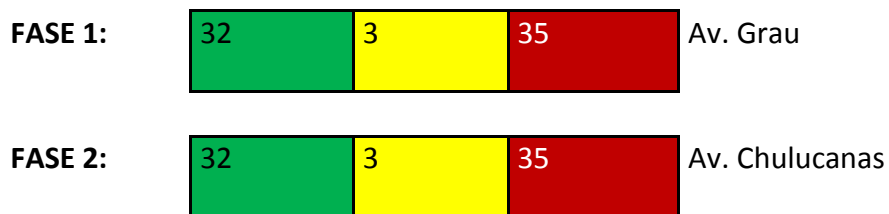
Intersección 2: Av. Grau- Av. Vice



Intersección 3: Av. Grau- Av. César Vallejo



Intersección 3: Av. Grau- Av. Chulucanas



1.4.1.9. Características geométricas.

Las características geométricas de la vía son datos necesarios para precisar el Nivel de Servicio de las intersecciones, así como para el modelado en el programa del

Software Synchro 8. Es por ello que en la tabla 18 se muestra las características Geométricas como: pendientes y ancho de carril de cada vía, número de carriles y Dirección.

Tabla 17

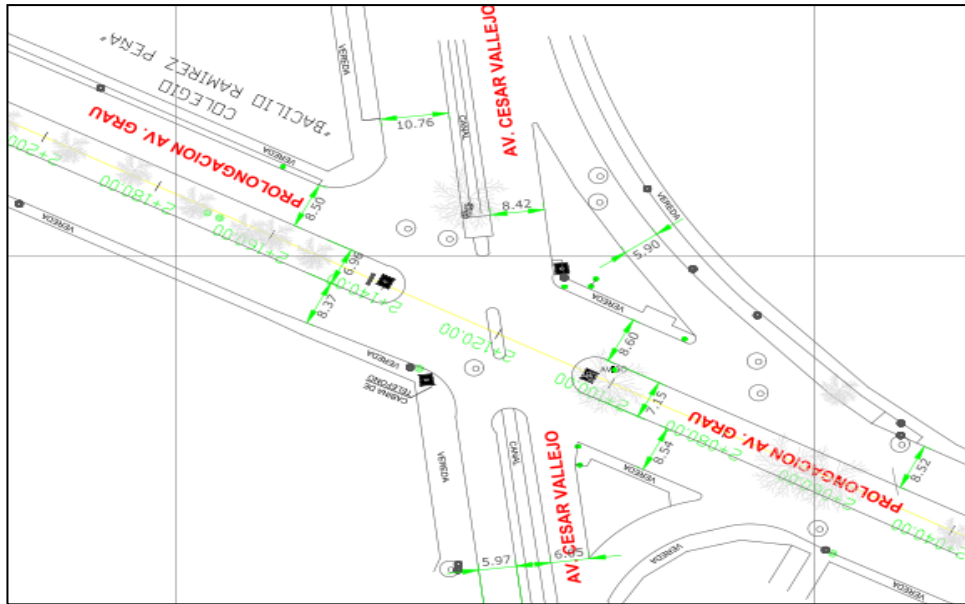
Características Geométricas de la Vía

Características Geométricas de la Vía				
Intersección	Vía	Pendiente	Nº Carriles	Ancho de Carril
AV. GRAU-AV. GULMAN	E-W	1.27	2	3.20
	W-E	-0.04	2	3.90
	S-N	1.08	3	3.90
	N-S	-0.63	3	3.50
AV. GRAU-AV. VICE	E-W	0.12	2	4.10
	W-E	-0.58	2	4.20
	S-N	-0.56	2	3.00
	N-S	1.14	2	3.00
AV. GRAU-AV. CÉSAR VALLEJO	E-W	1.71	2	4.20
	W-E	-1.71	2	4.20
	S-N	1.22	2	3.00
	N-S	0.22	2	3.60
AV. GRAU-AV. CHULUCANAS	E-W	-0.36	2	3.40
	W-E	0.36	2	3.20
	S-N	0.38	2	4.30
	N-S	0.57	2	4.30

Fuente: Elaboración Propia

figura 20

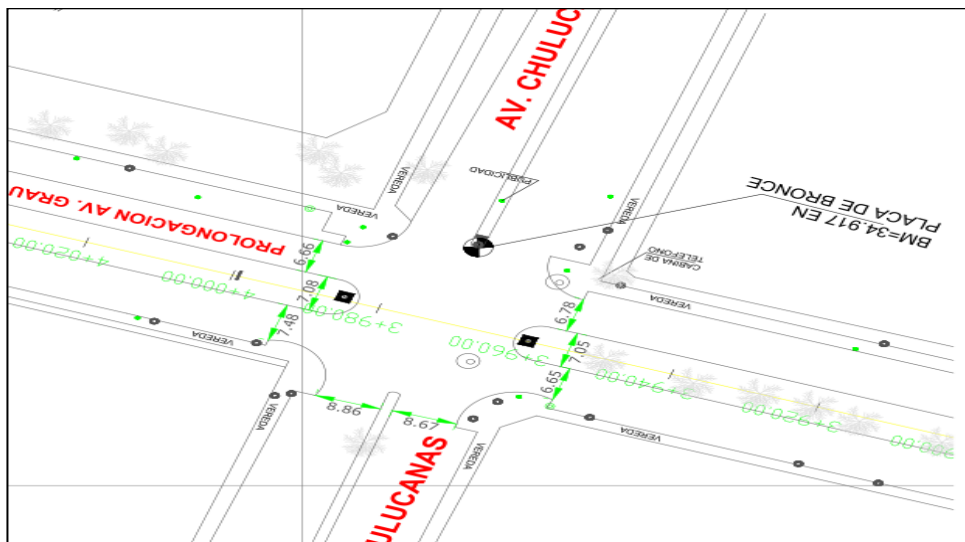
Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo



Fuente: Elaboración Propia

figura 21

Intersección Av. Grau -Av. Chulucanas



Fuente: Elaboración Propia

1.4.2. Aforo vehicular

Se realiza un aforo vehicular durante la semana por 24 horas diarias, Proporcionado por el Gobierno Regional Piura mediante un Estudio de Trafico realizado en agosto del 2017. A continuación, se mostrarán en las tablas siguientes los aforos vehiculares en los tramos que corresponde a la zona de estudio como son:

Tramo Av. Sullana-Av. Gulman

Tramo Av. Gulman-Av. Vice

Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo

Tramo Av. César Vallejo-Av. Chulucanas

Obteniendo como resultado las Horas Punta en cada Intersección, dato necesario para realizar posteriormente el aforo vehicular en las intersecciones y realizar la simulación correspondiente con la metodología HCM 2010.

Tabla 18

Clasificación Vehicular Entrada (Tramo Av. Sullana-Av.-Gulman)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES															
UBICACIÓN	:					Prog. 0+430	ESTACIÓN	:					E-01		
TRAMO	:					Tramo 01 (Av. Sullana - Av. Gullman)	FECHA	:					RESUMEN SEMANAL		
ENTRADA															
HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS			CAMION		SEMITRAYLER TRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	61	49	103	12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	228	1.15%
01 - 02	27	31	58	6	1	0	2	0	0	0	0	0	0	125	0.63%
02 - 03	11	14	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0.28%
03 - 04	12	13	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0.23%
04 - 05	14	23	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0.27%
05 - 06	26	37	36	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	112	0.56%
06 - 07	75	64	200	17	13	0	21	0	1	0	0	0	0	391	1.97%
07 - 08	247	137	689	70	16	0	32	1	4	1	0	0	0	1,197	6.04%
08 - 09	277	125	630	93	15	1	26	0	5	0	0	0	0	1,172	5.91%
09 - 10	249	105	556	111	15	0	29	0	6	0	0	0	0	1,069	5.39%
10 - 11	274	127	622	140	22	0	31	0	11	0	0	0	0	1,226	6.18%
11 - 12	246	109	637	131	17	0	30	0	6	0	0	0	0	1,177	5.94%
12 - 13	245	103	678	131	20	0	24	0	8	0	0	0	0	1,210	6.10%
13 - 14	293	119	1,091	115	16	0	26	0	5	0	0	0	0	1,664	8.39%
14 - 15	250	132	554	84	16	1	28	0	6	0	0	0	0	1,070	5.40%
15 - 16	227	102	525	88	18	0	24	0	6	1	0	0	0	992	5.00%
16 - 17	235	132	684	73	10	0	20	0	1	0	0	0	0	1,155	5.83%
17 - 18	226	133	723	75	10	0	21	0	0	0	0	0	0	1,189	5.99%
18 - 19	249	142	812	80	6	0	26	0	0	0	0	0	0	1,315	6.63%
19 - 20	229	145	802	72	8	0	24	1	0	0	0	0	0	1,281	6.46%
20 - 21	217	142	634	70	6	0	20	0	1	0	0	0	0	1,090	5.50%
21 - 22	182	102	514	46	5	0	16	1	0	0	0	0	0	866	4.37%
22 - 23	161	106	370	46	3	0	6	0	0	0	0	0	0	692	3.49%
23 - 24	124	89	209	24	1	0	3	0	0	0	0	0	0	451	2.27%
TOTAL	4,157	2,279	11,184	1,500	220	6	412	5	62	3	0	0	0	19,827	100.00%
%	20.97%	11.49%	56.41%	7.57%	1.11%	0.03%	2.08%	0.02%	0.31%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 19

Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. Sullana- Av. Gulman)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES																	
UBICACIÓN	:								ESTACIÓN	:							
TRAMO	:								FECHA	:							
									SALIDA								
HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER		TRAYLER	TOTAL	%	
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2				
00 - 01	63	65	106	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	1.61%	
01 - 02	38	33	51	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	0.85%	
02 - 03	24	24	40	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0.60%	
03 - 04	14	21	28	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0.44%	
04 - 05	16	28	32	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	80	0.51%	
05 - 06	21	36	56	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0.78%	
06 - 07	37	42	120	16	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	224	1.44%	
07 - 08	127	63	470	72	15	0	16	0	1	0	0	0	0	0	764	4.91%	
08 -09	165	59	471	59	11	0	20	0	3	0	0	0	0	0	788	5.06%	
09 - 10	142	59	347	69	10	0	20	0	4	0	0	0	0	0	651	4.18%	
10 - 11	150	67	384	93	12	0	20	0	5	0	0	0	0	0	731	4.70%	
11 - 12	146	67	437	88	12	0	20	0	7	0	0	0	0	0	778	5.00%	
12 - 13	176	86	421	103	11	0	20	0	9	0	0	0	0	0	826	5.31%	
13 - 14	208	91	491	102	13	0	21	0	5	0	0	0	0	0	932	5.99%	
14 - 15	195	98	411	87	14	0	20	0	6	0	0	0	0	0	831	5.34%	
15 - 16	147	68	336	72	15	0	20	0	4	1	0	0	0	0	663	4.26%	
16 - 17	131	70	494	73	11	0	19	0	4	0	0	0	0	0	801	5.15%	
17 - 18	144	87	624	93	10	0	21	0	7	0	0	0	0	0	985	6.34%	
18 - 19	172	111	657	94	11	0	21	0	3	0	0	0	0	0	1,069	6.87%	
19 - 20	175	114	746	88	10	0	20	0	3	0	0	0	0	0	1,157	7.44%	
20 - 21	170	118	834	88	9	0	19	0	3	0	0	0	0	0	1,240	7.97%	
21 - 22	141	96	630	67	6	0	16	0	1	0	0	0	0	0	958	6.16%	
22 - 23	123	94	571	47	17	0	12	0	0	0	0	0	0	0	865	5.56%	
23 - 24	106	86	323	29	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	547	3.52%	
TOTAL	2,827	1,681	9,079	1,382	201	2	310	0	68	2	0	0	0	0	15,553	100.00%	
%	18.18%	10.81%	58.37%	8.89%	1.29%	0.01%	1.99%	0.00%	0.44%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 20

Clasificación Vehicular Entrada & Salida (Tramo Av. Sullana-Av. Gulman)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 0+430 **ESTACIÓN** : E-01
TRAMO : Tramo 01 (Av. Sullana - Av. Gullman) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL

ENTRADA & SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION		SEMITRAYLER TRAYLER		TOTAL	%	
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2SI			2T2
00 - 01	124	114	209	27	2	1	1	0	1	0	0	0	0	479	1.35%
01 - 02	65	63	109	15	2	0	2	0	0	0	0	0	0	257	0.73%
02 - 03	35	38	66	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0.42%
03 - 04	26	34	45	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	113	0.32%
04 - 05	30	51	46	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	134	0.38%
05 - 06	46	73	92	15	3	2	1	0	0	0	0	0	0	233	0.66%
06 - 07	112	106	320	34	18	1	23	0	1	0	0	0	0	616	1.74%
07 - 08	374	200	1,159	143	31	0	48	1	4	1	0	0	0	1,960	5.54%
08 - 09	441	184	1,100	152	26	1	47	0	8	0	0	0	0	1,959	5.54%
09 - 10	390	163	903	179	25	0	50	0	9	0	0	0	0	1,720	4.86%
10 - 11	424	193	1,006	233	34	0	50	0	16	0	0	0	0	1,957	5.53%
11 - 12	392	176	1,074	219	30	0	50	0	13	0	0	0	0	1,955	5.52%
12 - 13	421	189	1,098	233	31	0	45	0	17	1	0	0	0	2,036	5.76%
13 - 14	501	210	1,582	217	29	0	46	0	11	0	0	0	0	2,596	7.34%
14 - 15	445	230	966	171	30	1	48	0	12	0	0	0	0	1,902	5.37%
15 - 16	373	169	861	160	33	0	44	0	10	2	0	0	0	1,654	4.68%
16 - 17	366	202	1,177	146	20	0	39	0	5	0	0	0	0	1,956	5.53%
17 - 18	370	220	1,347	168	20	0	42	0	8	0	0	0	0	2,174	6.14%
18 - 19	420	252	1,469	174	17	0	47	0	4	0	0	0	0	2,384	6.74%
19 - 20	404	259	1,548	160	18	0	44	1	4	0	0	0	0	2,438	6.89%
20 - 21	387	260	1,468	158	15	0	39	0	4	0	0	0	0	2,330	6.59%
21 - 22	323	198	1,144	114	11	0	32	1	1	0	0	0	0	1,824	5.15%
22 - 23	285	200	941	93	20	0	18	0	0	0	0	0	0	1,557	4.40%
23 - 24	230	176	532	53	2	0	4	0	0	0	0	0	0	998	2.82%
TOTAL	6,984	3,960	20,263	2,883	421	7	722	5	130	5	0	0	0	35,380	100.00%
%	19.74%	11.19%	57.27%	8.15%	1.19%	0.02%	2.04%	0.01%	0.37%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura.

Tabla 21

Resumen Semanal IMD (Tramo Av. Sullana-Av. Gulman)

ÍNDICE MEDIO DIARIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 0+430 ESTACIÓN : E-01
TRAMO : Tramo 01 (Av. Sullana - Av. Gullman) FECHA : RESUMEN SEMANAL

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

SENTIDO	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER TRAYLER		IMD
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2	
E	4,157	2,279	11,184	1,500	220	6	412	5	62	3	0	0	0	19,827
S	2,827	1,681	9,079	1,382	201	2	310	0	68	2	0	0	0	15,553
E - S	6,984	3,960	20,263	2,883	421	7	722	5	130	5	0	0	0	35,380

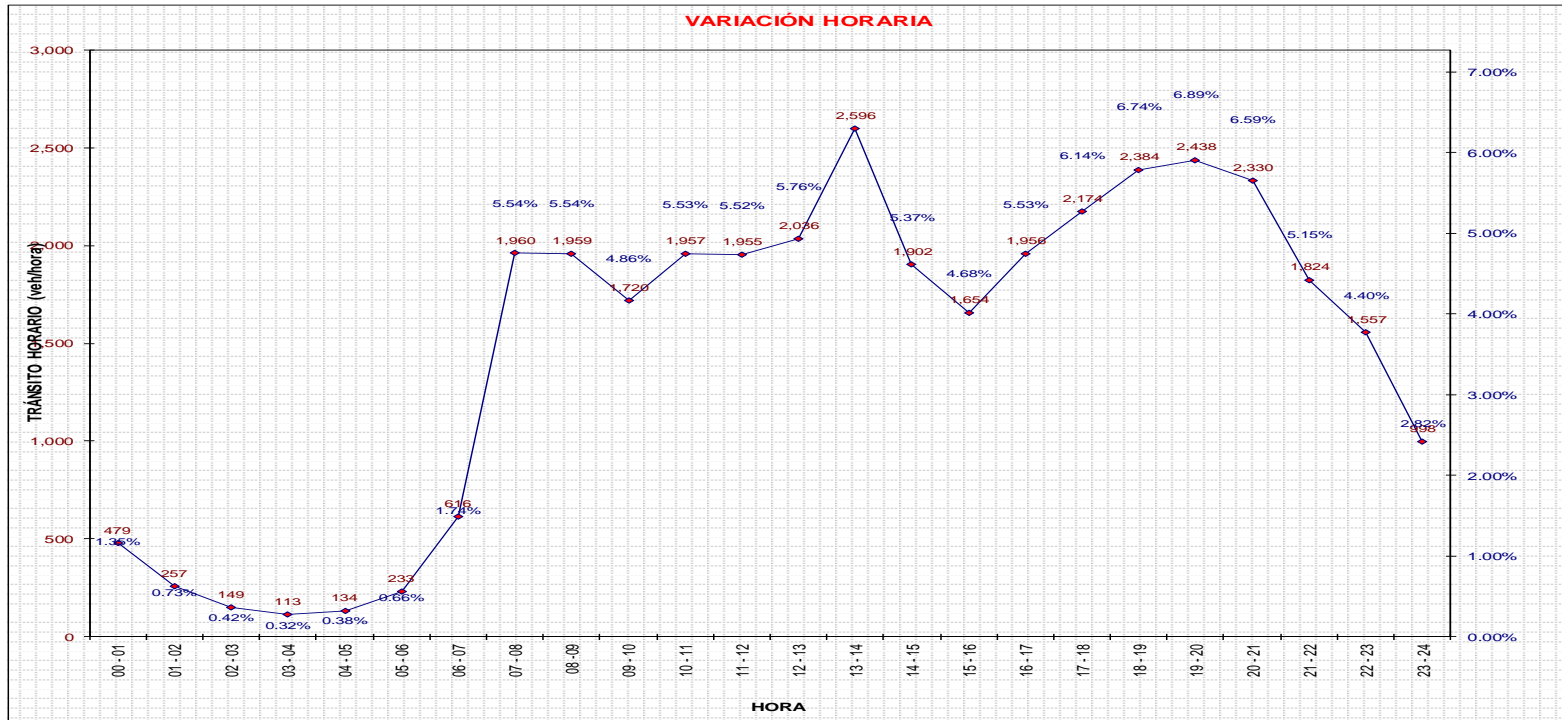
Fuente: Gobierno Regional Piura

figura 22

Tránsito Promedio Horario Semanal (Tramo Av. Sullana -Av. Gulman).

TRÁNSITO PROMEDIO HORARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

UBICACIÓN	:	Prog. 0+430	SENTIDO	:	ENTRADA & SALIDA
TRAMO	:	Tramo 01 (Av. Sullana - Av. Gullman)	FECHA	:	RESUMEN SEMANAL
ESTACIÓN	:	E-01			



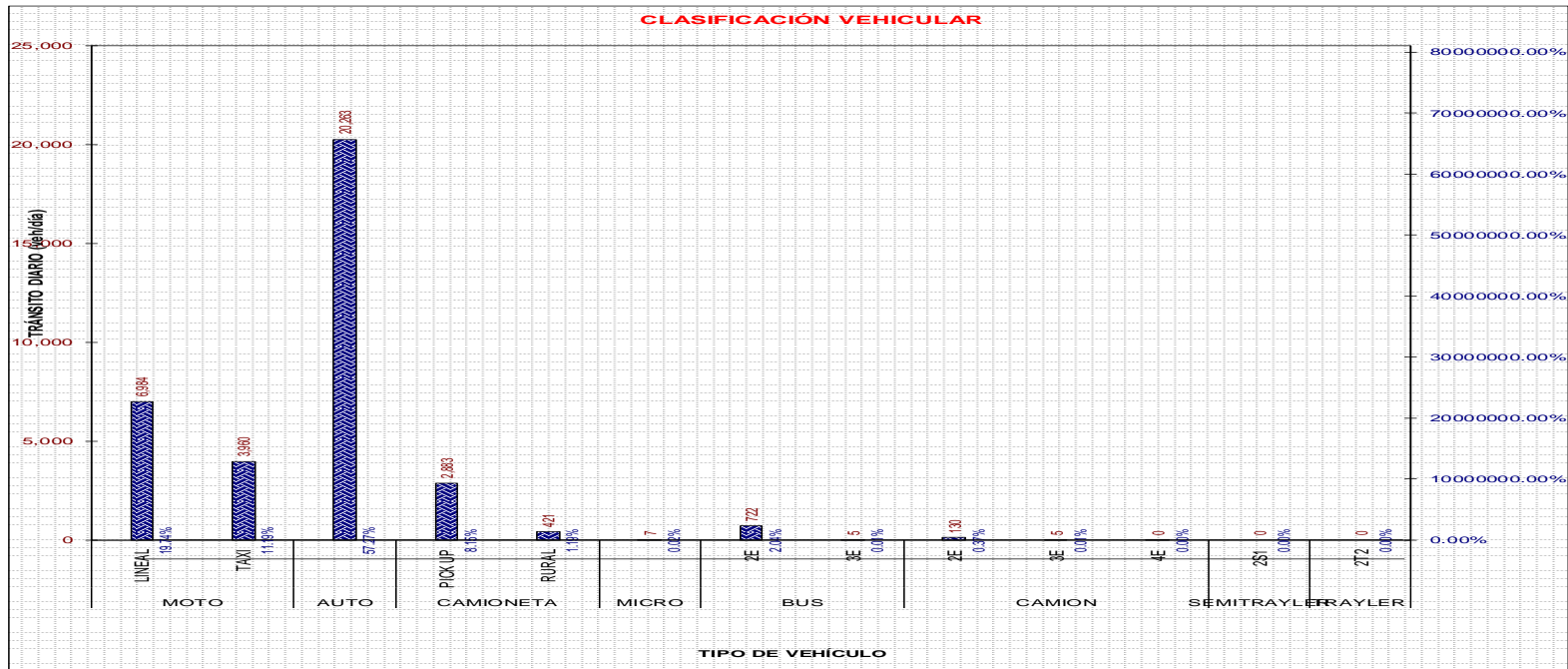
Fuente: Gobierno Regional Piura

figura 23

Resumen Semanal (Tramo Av. Sullana-Av. Gulman)

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 0+430 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 01 (Av. Sullana - Av. Gullman) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-01



Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 22

Clasificación Vehicular Entrada (Tramo Av. Gulman-Av.-Vice)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 1+280 **ESTACIÓN** : E-02
TRAMO : Tramo 02 (Av. Gullman - Av. Vice) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL
SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS			CAMION		SEMITRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	95	85	121	25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	329	1.31%
01 - 02	46	44	63	13	2	1	0	0	0	0	0	0	0	169	0.67%
02 - 03	27	26	33	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	94	0.38%
03 - 04	18	24	34	8	2	0	1	0	2	0	0	0	0	88	0.35%
04 - 05	19	43	55	6	1	0	1	0	2	1	0	0	0	127	0.51%
05 - 06	28	83	96	8	3	0	4	0	10	1	0	0	0	234	0.93%
06 - 07	100	145	222	38	9	0	10	2	9	5	0	0	0	540	2.15%
07 - 08	246	358	668	102	24	0	35	5	18	2	0	0	0	1,458	5.81%
08 - 09	236	345	558	87	19	0	27	2	23	4	0	0	0	1,302	5.19%
09 - 10	254	360	471	93	17	0	28	2	14	1	0	0	0	1,240	4.94%
10 - 11	304	417	464	114	20	0	26	2	17	1	0	1	0	1,367	5.45%
11 - 12	306	439	503	118	20	0	25	1	19	0	0	0	0	1,432	5.70%
12 - 13	304	460	532	117	20	0	27	2	16	2	0	0	0	1,481	5.90%
13 - 14	337	463	607	122	20	0	23	2	16	1	0	0	0	1,591	6.34%
14 - 15	310	493	534	141	19	0	28	0	11	2	0	0	0	1,539	6.13%
15 - 16	221	387	418	108	22	0	27	0	17	3	4	1	0	1,208	4.81%
16 - 17	258	388	521	103	12	0	26	0	17	1	0	0	0	1,326	5.28%
17 - 18	264	522	549	112	14	1	29	0	17	1	0	1	0	1,511	6.02%
18 - 19	332	477	653	129	17	0	30	0	14	1	0	0	0	1,653	6.59%
19 - 20	354	494	626	140	17	1	27	0	8	0	0	0	0	1,668	6.64%
20 - 21	345	445	661	117	14	0	28	0	6	0	0	0	0	1,616	6.44%
21 - 22	290	369	636	113	12	0	26	0	3	0	0	0	0	1,450	5.78%
22 - 23	248	278	425	82	11	0	15	0	5	0	0	0	0	1,063	4.23%
23 - 24	165	163	242	39	4	0	2	0	2	1	0	0	0	617	2.46%
TOTAL	5,107	7,306	9,692	1,943	302	4	444	19	248	28	5	4	1	25,102	100.00%
%	20.34%	29.10%	38.61%	7.74%	1.20%	0.01%	1.77%	0.07%	0.99%	0.11%	0.02%	0.02%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 23

Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. Gulman-Av.-Vice)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 1+280 **ESTACIÓN** : E-02
TRAMO : Tramo 02 (Av. Gullman - Av. Vice) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL
SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	95	85	121	25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	329	1.31%
01 - 02	46	44	63	13	2	1	0	0	0	0	0	0	0	169	0.67%
02 - 03	27	26	33	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	94	0.38%
03 - 04	18	24	34	8	2	0	1	0	2	0	0	0	0	88	0.35%
04 - 05	19	43	55	6	1	0	1	0	2	1	0	0	0	127	0.51%
05 - 06	28	83	96	8	3	0	4	0	10	1	0	0	0	234	0.93%
06 - 07	100	145	222	38	9	0	10	2	9	5	0	0	0	540	2.15%
07 - 08	246	358	668	102	24	0	35	5	18	2	0	0	0	1,458	5.81%
08 - 09	236	345	558	87	19	0	27	2	23	4	0	0	0	1,302	5.19%
09 - 10	254	360	471	93	17	0	28	2	14	1	0	0	0	1,240	4.94%
10 - 11	304	417	464	114	20	0	26	2	17	1	0	1	0	1,367	5.45%
11 - 12	306	439	503	118	20	0	25	1	19	0	0	0	0	1,432	5.70%
12 - 13	304	460	532	117	20	0	27	2	16	2	0	0	0	1,481	5.90%
13 - 14	337	463	607	122	20	0	23	2	16	1	0	0	0	1,591	6.34%
14 - 15	310	493	534	141	19	0	28	0	11	2	0	0	0	1,539	6.13%
15 - 16	221	387	418	108	22	0	27	0	17	3	4	1	0	1,208	4.81%
16 - 17	258	388	521	103	12	0	26	0	17	1	0	0	0	1,326	5.28%
17 - 18	264	522	549	112	14	1	29	0	17	1	0	1	0	1,511	6.02%
18 - 19	332	477	653	129	17	0	30	0	14	1	0	0	0	1,653	6.59%
19 - 20	354	494	626	140	17	1	27	0	8	0	0	0	0	1,668	6.64%
20 - 21	345	445	661	117	14	0	28	0	6	0	0	0	0	1,616	6.44%
21 - 22	290	369	636	113	12	0	26	0	3	0	0	0	0	1,450	5.78%
22 - 23	248	278	425	82	11	0	15	0	5	0	0	0	0	1,063	4.23%
23 - 24	165	163	242	39	4	0	2	0	2	1	0	0	0	617	2.46%
TOTAL	5,107	7,306	9,692	1,943	302	4	444	19	248	28	5	4	1	25,102	100.00%
%	20.34%	29.10%	38.61%	7.74%	1.20%	0.01%	1.77%	0.07%	0.99%	0.11%	0.02%	0.02%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 24

Clasificación Vehicular Entrada y Salida (Tramo Av. Gullman-Av. Vice)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 1+280 **ESTACIÓN** : E-02
TRAMO : Tramo 02 (Av. Gullman - Av. Vice) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL

ENTRADA & SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA			BUS		CAMION			SEMITRAYLERTRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	UIRURAL	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	161	131	217	43	3	1	2	0	2	0	0	0	0	561	1.32%
01 - 02	77	70	109	21	2	1	1	0	1	0	0	0	0	281	0.66%
02 - 03	40	44	57	13	1	0	0	0	2	0	0	0	0	157	0.37%
03 - 04	31	35	57	13	2	0	1	0	2	0	0	0	0	142	0.33%
04 - 05	37	64	88	11	2	0	2	0	3	1	0	0	0	209	0.49%
05 - 06	62	130	164	18	6	0	6	0	20	2	0	0	0	408	0.96%
06 - 07	193	258	490	69	24	0	33	2	17	9	0	0	0	1,095	2.58%
07 - 08	563	667	1,343	181	39	0	63	7	32	2	0	1	0	2,898	6.82%
08 - 09	490	560	1,057	149	31	1	48	2	32	5	0	0	0	2,375	5.59%
09 - 10	468	557	918	166	31	0	48	2	23	2	0	0	0	2,215	5.21%
10 - 11	515	607	878	192	32	0	46	2	25	2	0	1	0	2,300	5.41%
11 - 12	501	645	932	196	33	0	45	1	27	1	0	0	0	2,381	5.60%
12 - 13	497	657	998	186	34	0	47	2	21	3	0	0	0	2,446	5.75%
13 - 14	547	693	1,097	186	37	0	43	3	20	1	0	0	0	2,628	6.18%
14 - 15	496	692	948	197	34	0	49	0	17	2	0	0	0	2,435	5.73%
15 - 16	404	563	833	166	33	0	47	0	23	5	4	1	0	2,078	4.89%
16 - 17	433	569	1,029	182	31	0	52	0	20	1	1	0	0	2,320	5.46%
17 - 18	454	713	1,057	202	29	1	46	0	21	2	0	1	0	2,527	5.95%
18 - 19	524	666	1,214	220	30	0	48	0	17	1	0	0	0	2,721	6.40%
19 - 20	546	684	1,179	227	33	1	48	0	11	1	0	0	0	2,730	6.42%
20 - 21	537	631	1,153	208	28	0	54	1	6	0	0	0	0	2,618	6.16%
21 - 22	456	521	1,032	181	23	0	47	0	5	0	0	0	0	2,265	5.33%
22 - 23	388	424	680	138	19	0	25	0	6	0	0	0	0	1,682	3.96%
23 - 24	273	268	386	76	14	0	10	1	2	1	0	0	0	1,031	2.43%
TOTAL	8,691	10,851	17,916	3,243	553	6	809	24	354	41	8	6	1	42,504	100.00%
%	20.45%	25.53%	42.15%	7.63%	1.30%	0.01%	1.90%	0.06%	0.83%	0.10%	0.02%	0.01%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 25

Resumen Semanal IMD (Tramo Av. Gulman-Av. Vice)

ÍNDICE MEDIO DIARIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 1+280 **ESTACIÓN** : E-02
TRAMO : Tramo 02 (Av. Gullman - Av. Vice) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

SENTIDO	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLE/FTRAYLER		IMD
	LINEAL	TAXI		PICK UP	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2	
E	3,585	3,545	8,225	1,300	251	3	365	6	105	13	3	2	0	17,402
S	5,107	7,306	9,692	1,943	302	4	444	19	248	28	5	4	1	25,102
E - S	8,691	10,851	17,916	3,243	553	6	809	24	354	41	8	6	1	42,504

NOTA : Los volúmenes de tráfico contenidos en esta tabla están afectados por el factor de corrección.

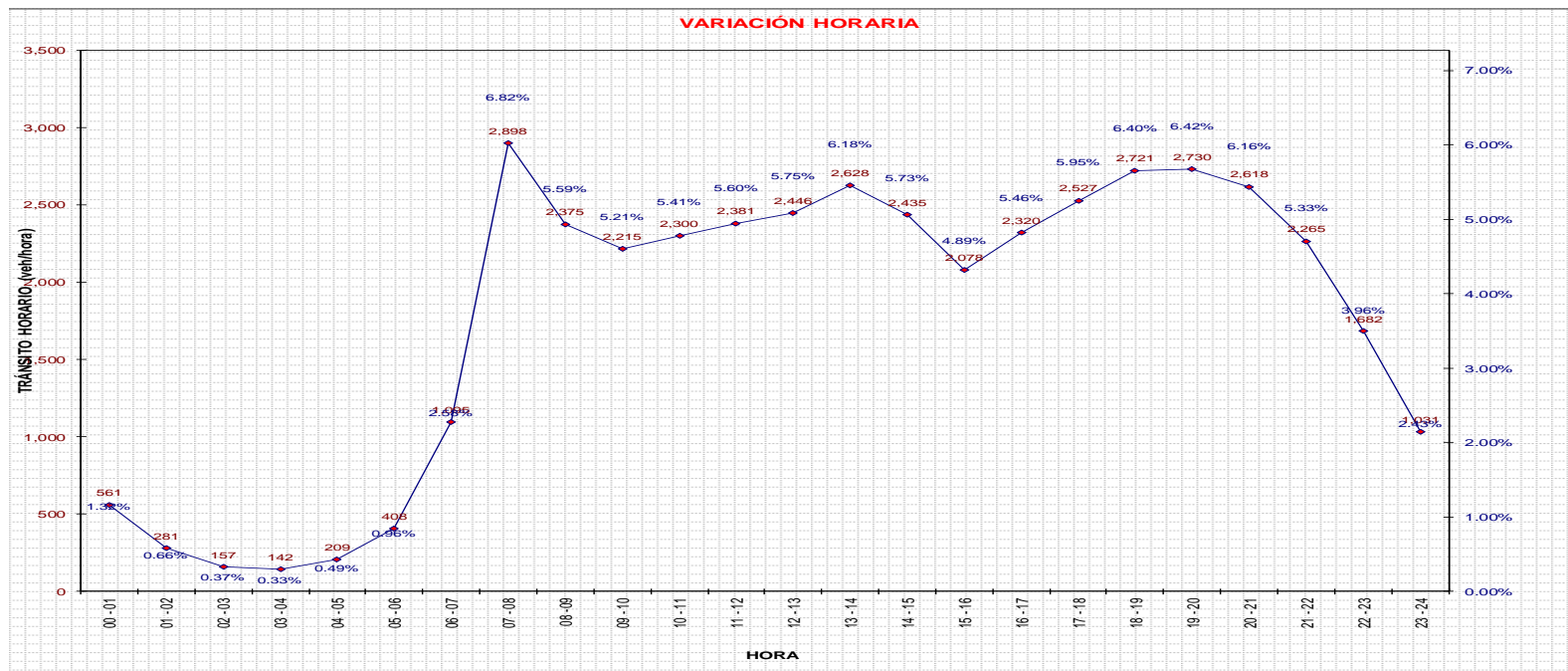
Fuente: Gobierno Regional Piura

figura 24

Tránsito Promedio Horario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Gulman-Av. Vice)

TRÁNSITO PROMEDIO HORARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 1+280 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 02 (Av. Gullman - Av. Vice) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-02



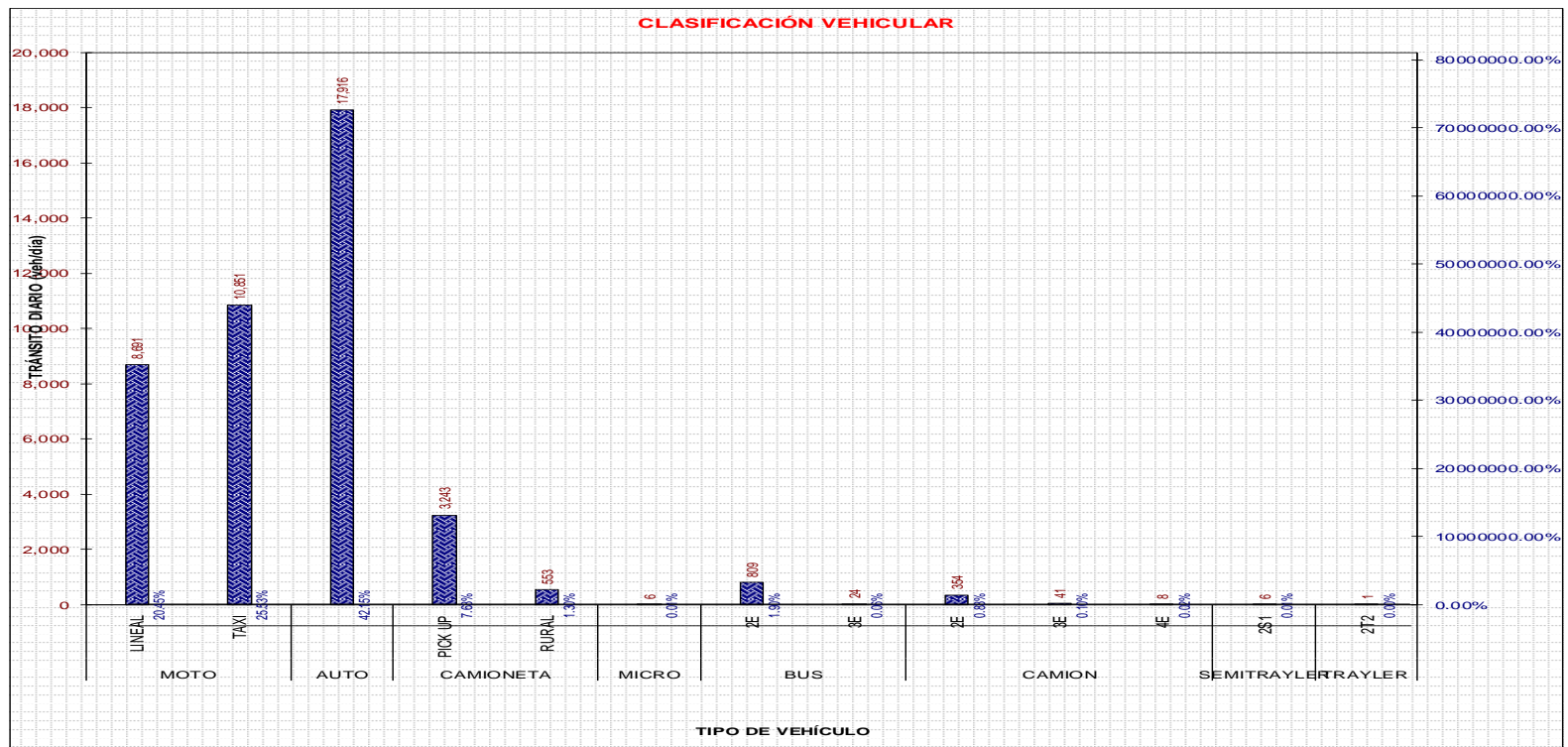
Fuente: Gobierno Regional Piura

figura 25

Tránsito Promedio Diario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Gulman -Av. Vice)

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 1+280 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 02 (Av. Gullman - Av. Vice) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-02



Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 26

Clasificación Vehicular Entrada (Tramo Av. Vice -Av.-César Vallejo)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+060 **ESTACIÓN** : E-03
TRAMO : Tramo 03 (Av. Vice - Av. Cesar Vallejo) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL
ENTRADA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLEFTRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	UIRURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	67	60	122	16	2	1	1	0	0	0	0	0	0	269	1.27%
01 - 02	31	42	59	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0.66%
02 - 03	17	25	34	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0.39%
03 - 04	8	17	27	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	57	0.27%
04 - 05	11	21	37	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0.35%
05 - 06	22	39	66	6	3	0	3	0	1	0	0	0	0	139	0.66%
06 - 07	126	126	373	27	13	0	31	0	2	0	0	0	0	699	3.29%
07 - 08	364	428	759	70	12	0	34	0	8	0	0	0	0	1,675	7.88%
08 - 09	381	397	594	106	21	0	21	1	16	2	0	0	0	1,539	7.24%
09 - 10	303	335	474	105	19	0	21	4	15	1	0	0	0	1,276	6.00%
10 - 11	321	368	442	113	25	0	20	0	16	0	0	0	0	1,306	6.14%
11 - 12	304	350	477	109	29	0	20	1	12	1	0	0	0	1,303	6.13%
12 - 13	336	399	517	117	27	0	20	1	15	1	0	0	0	1,433	6.74%
13 - 14	324	397	585	106	33	0	19	2	11	1	0	0	0	1,478	6.95%
14 - 15	252	308	463	80	23	0	19	0	11	1	0	0	0	1,156	5.44%
15 - 16	266	301	459	79	27	0	19	1	12	1	0	0	0	1,163	5.47%
16 - 17	234	251	440	73	9	0	22	0	6	0	0	0	0	1,036	4.87%
17 - 18	246	274	489	85	10	0	18	0	8	0	0	0	0	1,129	5.31%
18 - 19	241	253	503	77	14	0	24	0	5	0	0	0	0	1,117	5.25%
19 - 20	243	285	524	71	9	0	23	0	5	0	0	0	0	1,160	5.45%
20 - 21	215	220	487	70	8	0	22	0	2	0	0	0	0	1,024	4.82%
21 - 22	202	217	382	53	8	0	16	0	2	0	0	0	0	880	4.14%
22 - 23	191	167	272	52	4	0	2	2	1	0	0	0	0	691	3.25%
23 - 24	134	118	148	37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	438	2.06%
TOTAL	4,838	5,398	8,730	1,471	298	2	357	12	148	8	1	0	0	21,265	100.00%
%	22.75%	25.39%	41.06%	6.92%	1.40%	0.01%	1.68%	0.06%	0.69%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 27

Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+060 **ESTACIÓN** : E-03
TRAMO : Tramo 03 (Av. Vice - Av. Cesar Vallejo) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL
SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLEFTRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	URURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	87	76	84	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	265	1.25%
01 - 02	45	44	49	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	151	0.71%
02 - 03	29	32	25	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	93	0.44%
03 - 04	20	24	36	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	87	0.41%
04 - 05	17	32	43	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	97	0.46%
05 - 06	25	65	71	7	3	0	2	0	2	0	0	0	0	175	0.83%
06 - 07	83	127	199	25	14	0	4	2	2	0	0	0	0	456	2.16%
07 - 08	156	277	636	72	28	0	17	3	6	0	0	0	0	1,195	5.65%
08 - 09	239	385	557	79	14	0	26	1	8	2	0	0	0	1,311	6.20%
09 - 10	199	321	428	72	10	0	24	4	8	1	0	0	0	1,066	5.04%
10 - 11	209	320	401	89	14	0	23	2	9	1	0	0	0	1,068	5.04%
11 - 12	226	365	420	86	12	0	23	2	11	1	0	0	0	1,146	5.41%
12 - 13	291	423	472	106	13	0	24	1	11	1	0	0	0	1,343	6.35%
13 - 14	334	436	533	105	23	0	21	3	9	0	0	0	0	1,464	6.92%
14 - 15	319	370	505	83	27	0	23	1	7	0	0	0	0	1,336	6.31%
15 - 16	229	331	396	80	26	0	21	2	6	1	0	0	0	1,092	5.16%
16 - 17	227	308	421	79	12	0	22	1	10	0	0	0	0	1,081	5.11%
17 - 18	247	348	435	90	12	0	24	1	14	1	0	0	0	1,172	5.54%
18 - 19	310	369	461	87	16	0	25	0	11	1	0	0	0	1,280	6.05%
19 - 20	326	379	491	98	18	0	24	0	8	1	0	0	0	1,345	6.35%
20 - 21	303	337	512	91	13	0	24	0	6	0	0	0	0	1,286	6.08%
21 - 22	275	275	496	80	12	0	21	1	3	0	0	0	0	1,162	5.49%
22 - 23	222	205	386	63	11	0	15	0	2	0	0	0	0	905	4.28%
23 - 24	152	123	271	37	5	0	1	0	1	0	0	0	0	590	2.79%
TOTAL	4,568	5,972	8,329	1,470	288	1	364	23	135	9	1	2	1	21,164	100.00%
%	21.59%	28.22%	39.35%	6.95%	1.36%	0.00%	1.72%	0.11%	0.64%	0.04%	0.01%	0.01%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 28

Clasificación Vehicular Entrada y Salida (Tramo Av. Vice-Av. César

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+060 **ESTACIÓN** : E-03
TRAMO : Tramo 03 (Av. Vice - Av. Cesar Vallejo) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL

ENTRADA & SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA			BUS		CAMION			SEMITRAYLERTRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	URURAL	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	153	136	206	33	3	1	1	0	1	0	0	0	0	534	1.26%
01 - 02	76	86	108	18	2	0	1	0	0	0	0	0	0	291	0.68%
02 - 03	46	57	59	11	1	0	0	0	1	0	0	0	0	175	0.41%
03 - 04	28	41	63	8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	144	0.34%
04 - 05	28	53	80	6	2	0	0	0	1	0	0	0	0	171	0.40%
05 - 06	46	104	137	13	6	0	5	0	3	0	0	0	0	314	0.74%
06 - 07	209	253	572	52	27	0	35	2	4	0	0	0	0	1,155	2.72%
07 - 08	520	705	1,395	142	41	0	51	3	14	1	0	0	0	2,870	6.76%
08 - 09	619	782	1,152	185	35	0	47	2	24	3	0	0	0	2,850	6.72%
09 - 10	502	655	902	177	29	0	44	8	23	2	0	0	0	2,342	5.52%
10 - 11	531	688	843	202	39	0	43	2	25	1	0	0	0	2,374	5.59%
11 - 12	530	715	896	196	41	0	43	2	23	2	0	0	0	2,448	5.77%
12 - 13	627	822	989	223	40	0	44	3	27	2	0	0	0	2,776	6.54%
13 - 14	658	833	1,118	211	56	0	41	5	20	1	0	0	0	2,942	6.93%
14 - 15	571	678	968	163	50	0	42	1	17	1	0	0	0	2,492	5.87%
15 - 16	495	631	855	159	53	0	40	2	18	2	0	0	0	2,255	5.31%
16 - 17	461	559	861	152	21	0	44	1	16	0	0	0	0	2,116	4.99%
17 - 18	493	622	923	175	22	0	42	1	22	1	0	0	0	2,301	5.42%
18 - 19	551	623	964	164	30	0	49	0	16	1	0	0	0	2,398	5.65%
19 - 20	569	664	1,015	169	27	0	47	0	14	1	0	0	0	2,505	5.90%
20 - 21	518	558	999	161	21	0	46	1	7	0	0	0	0	2,310	5.45%
21 - 22	477	492	878	133	19	0	37	1	5	0	0	0	0	2,042	4.81%
22 - 23	413	373	658	114	15	0	17	2	3	0	0	0	0	1,596	3.76%
23 - 24	286	240	419	74	6	0	1	0	1	0	0	0	0	1,028	2.42%
TOTAL	9,406	11,370	17,059	2,942	586	3	722	35	283	18	2	2	1	42,429	100.00%
%	22.17%	26.80%	40.21%	6.93%	1.38%	0.01%	1.70%	0.08%	0.67%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 29

Resumen Semanal IMD (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo)

ÍNDICE MEDIO DIARIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+060 **ESTACIÓN** : E-03
TRAMO : Tramo 03 (Av. Vice - Av. Cesar Vallejo) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

SENTIDO	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLEFTRAYLER		IMD
	LINEAL	TAXI		PICK	UFRURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
E	4,838	5,398	8,730	1,471	298	2	357	12	148	8	1	0	0	21,265	
S	4,568	5,972	8,329	1,470	288	1	364	23	135	9	1	2	1	21,164	
E - S	9,406	11,370	17,059	2,942	586	3	722	35	283	18	2	2	1	42,429	

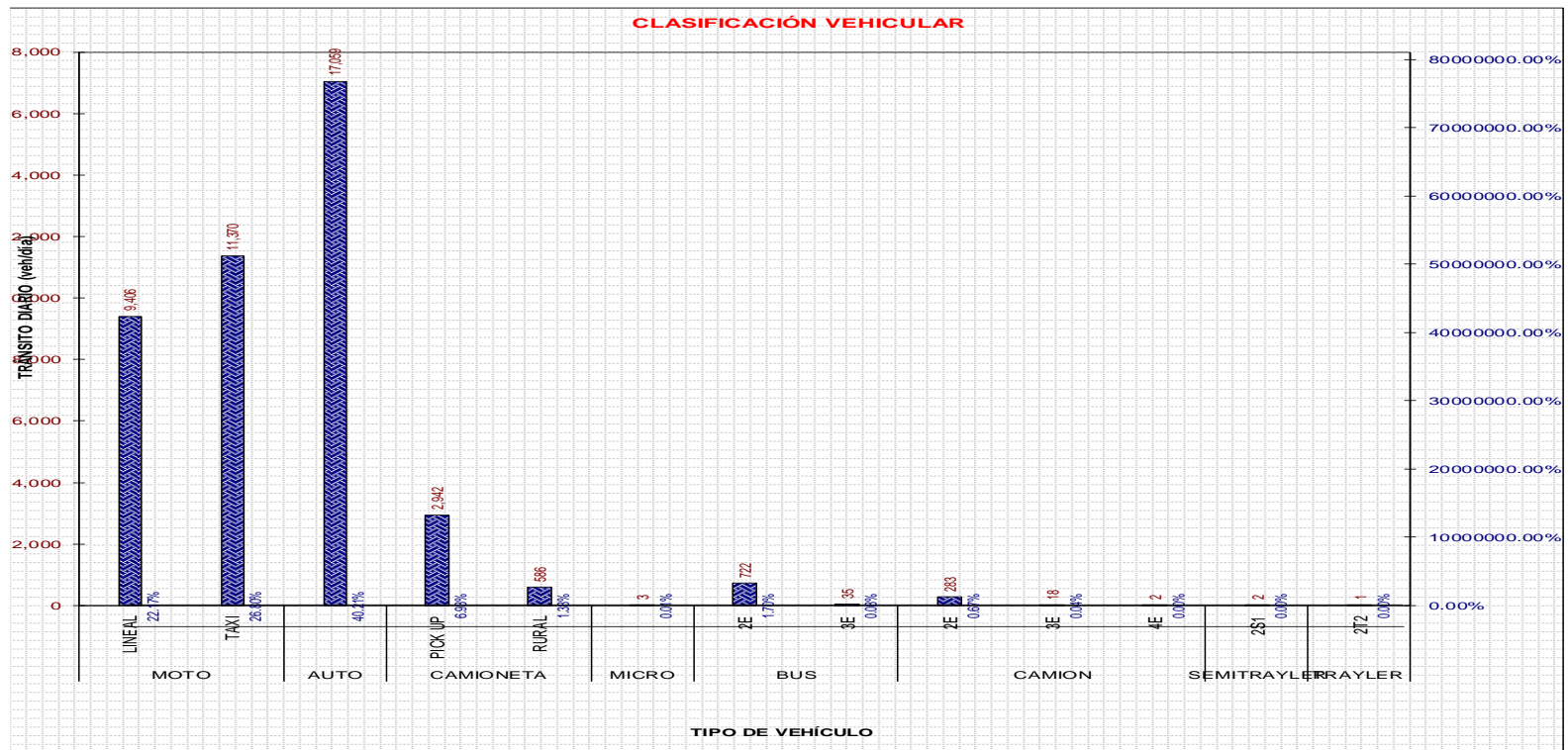
Fuente: Gobierno Regional Piura

figura 26

Tránsito Promedio Horario Semanal Entrada y Salida (Tramo Av. Vice-Av. César Vallejo)

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

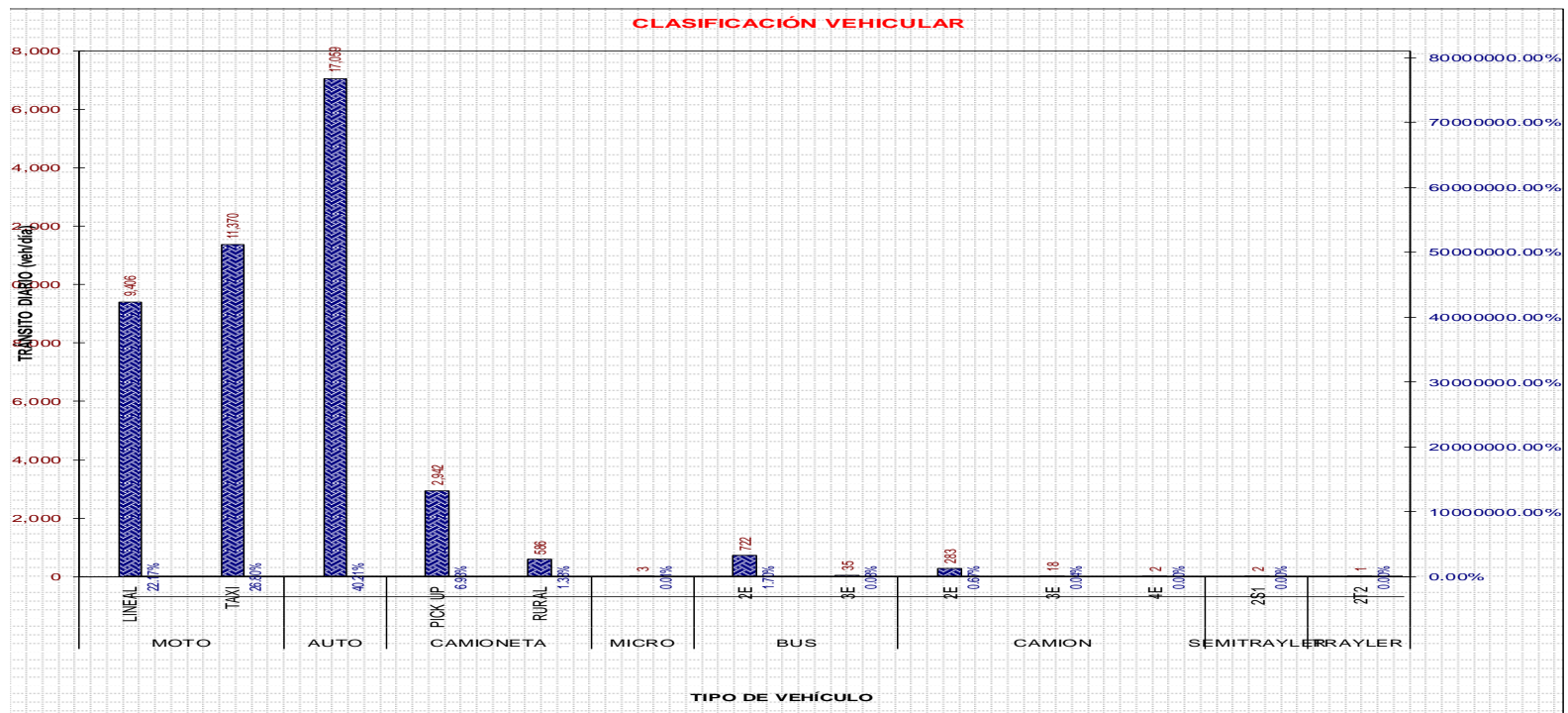
UBICACIÓN : Prog. 2+060 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 03 (Av. Vice - Av. Cesar Vallejo) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-03



Fuente: Gobierno Regional Piura

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+060 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 03 (Av. Vice - Av. Cesar Vallejo) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-03



Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 30

Clasificación Vehicular Entrada (tramo Av. César Vallejo-Av.-

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+910 **ESTACIÓN** : E-04
TRAMO : Tramo 04 (Av. Cesar Vallejo - Av. Chulucanas) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL
ENTRADA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	URURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	47	44	77	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	175	1.02%
01 - 02	13	27	46	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0.51%
02 - 03	11	17	27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0.32%
03 - 04	5	9	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0.21%
04 - 05	7	15	32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0.33%
05 - 06	18	44	65	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0.78%
06 - 07	120	122	281	9	19	0	19	0	0	0	0	0	0	572	3.32%
07 - 08	240	330	529	22	12	0	21	0	2	0	0	0	0	1,157	6.71%
08 - 09	224	288	483	58	8	0	19	0	8	0	0	0	0	1,088	6.31%
09 - 10	186	272	389	68	11	0	20	0	8	0	0	0	0	955	5.54%
10 - 11	196	271	404	67	10	0	20	0	8	0	0	0	0	976	5.67%
11 - 12	184	281	391	63	9	0	19	0	7	0	0	0	0	954	5.54%
12 - 13	192	280	406	69	9	0	20	0	10	0	0	0	0	987	5.73%
13 - 14	239	386	462	58	13	0	19	1	6	0	0	0	0	1,184	6.88%
14 - 15	196	301	399	57	13	0	20	0	7	0	0	0	0	993	5.76%
15 - 16	185	265	379	62	15	0	23	0	6	0	0	0	0	934	5.42%
16 - 17	226	274	402	61	9	0	22	0	8	0	0	0	0	1,002	5.82%
17 - 18	218	288	441	70	7	0	18	0	10	0	0	0	0	1,053	6.11%
18 - 19	240	320	470	72	10	0	20	0	5	0	0	0	0	1,138	6.61%
19 - 20	232	289	472	67	11	0	17	0	6	0	0	0	0	1,095	6.35%
20 - 21	213	236	447	55	7	0	19	0	3	0	0	0	0	982	5.70%
21 - 22	182	189	330	42	5	0	12	0	1	0	0	0	0	762	4.42%
22 - 23	144	80	232	33	3	0	1	0	1	0	0	0	0	495	2.87%
23 - 24	89	99	146	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	355	2.06%
TOTAL	3,608	4,727	7,333	965	179	2	311	3	98	1	0	0	1	17,227	100.00%
%	20.94%	27.44%	42.56%	5.60%	1.04%	0.01%	1.80%	0.02%	0.57%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 31

Clasificación Vehicular Salida (Tramo Av. César Vallejo-Av.-Chulucanas)

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+910 ESTACIÓN : E-04
 TRAMO : Tramo 04 (Av. Cesar Vallejo - Av. Chulucanas) FECHA : RESUMEN SEMANAL
SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA		MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLEFRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	UPRURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2		
00 - 01	79	69	98	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	258	1.45%
01 - 02	40	41	66	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	151	0.85%
02 - 03	36	33	46	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0.66%
03 - 04	26	29	39	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0.53%
04 - 05	46	50	50	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	153	0.86%
05 - 06	53	70	85	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	212	1.19%
06 - 07	94	121	201	25	9	0	1	1	2	0	0	0	0	453	2.54%
07 - 08	260	399	483	53	12	0	16	4	1	0	0	0	0	1,228	6.90%
08 - 09	170	314	458	53	12	0	20	0	7	0	1	1	0	1,037	5.82%
09 - 10	158	259	375	51	7	0	20	0	8	0	0	1	0	879	4.94%
10 - 11	184	275	342	61	14	0	20	0	7	0	0	0	0	904	5.07%
11 - 12	173	292	324	61	9	0	20	0	8	1	0	0	0	888	4.99%
12 - 13	198	308	368	65	12	0	20	0	7	0	0	0	0	978	5.49%
13 - 14	270	401	475	70	18	0	19	0	9	0	0	0	0	1,262	7.09%
14 - 15	203	306	413	59	16	0	19	0	7	1	0	0	0	1,023	5.74%
15 - 16	187	262	320	52	21	0	19	0	4	0	0	0	0	866	4.86%
16 - 17	207	300	321	62	10	0	17	0	7	1	0	0	1	926	5.20%
17 - 18	201	293	320	58	8	0	20	1	9	1	0	0	0	911	5.12%
18 - 19	251	348	405	63	11	0	20	0	10	0	1	0	0	1,110	6.23%
19 - 20	278	324	425	66	14	0	20	0	5	0	0	0	0	1,132	6.35%
20 - 21	258	283	413	74	9	0	20	0	5	0	0	0	0	1,062	5.96%
21 - 22	263	220	409	56	9	0	19	0	2	0	0	0	0	977	5.49%
22 - 23	186	172	288	45	6	0	13	0	2	0	0	0	1	713	4.01%
23 - 24	128	112	203	24	2	0	1	0	1	0	0	0	0	472	2.65%
TOTAL	3,951	5,279	6,926	1,022	204	1	304	8	103	5	2	2	2	17,808	100.00%
%	22.19%	29.64%	38.89%	5.74%	1.14%	0.01%	1.71%	0.04%	0.58%	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	100.00%	

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 32

Clasificación Vehicular Entrada-Salida (Tramo Av. César Vallejo-Av.-

CLASIFICACIÓN VEHICULAR: TRÁNSITO PROMEDIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+910 **ESTACIÓN** : E-04
TRAMO : Tramo 04 (Av. Cesar Vallejo - Av. Chulucanas) **FECHA** : RESUMEN SEMANAL

ENTRADA & SALIDA

HORA	MOTO		AUTO	CAMIONETA			BUS			CAMION			SEMITRAYLERFRAYLER		TOTAL	%
	LINEAL	TAXI		PICK	UPRURAL	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2			
00 - 01	126	113	175	15	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	433	1.24%
01 - 02	53	68	112	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0.68%
02 - 03	47	50	73	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	0.49%
03 - 04	31	37	60	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0.37%
04 - 05	53	65	82	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	0.60%
05 - 06	71	114	150	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	0.99%
06 - 07	214	243	481	35	28	0	20	1	2	0	0	0	0	0	1,024	2.92%
07 - 08	500	729	1,012	75	24	0	37	4	3	0	0	0	0	0	2,385	6.81%
08 - 09	394	602	941	111	21	0	40	0	15	0	1	1	0	0	2,124	6.06%
09 - 10	345	531	764	119	18	0	41	0	16	0	0	1	0	0	1,835	5.24%
10 - 11	380	546	746	127	24	0	40	0	16	0	0	0	0	0	1,880	5.37%
11 - 12	357	573	715	124	19	0	39	0	15	1	0	0	0	0	1,843	5.26%
12 - 13	390	587	774	134	21	0	39	0	17	0	0	0	0	0	1,964	5.61%
13 - 14	509	787	937	128	30	0	38	1	15	0	0	0	0	0	2,447	6.98%
14 - 15	398	607	812	116	29	0	38	0	14	1	0	0	0	0	2,016	5.75%
15 - 16	372	526	699	113	36	0	42	0	10	1	0	0	0	0	1,800	5.14%
16 - 17	433	574	723	123	18	0	39	1	15	1	0	0	0	1	1,928	5.50%
17 - 18	419	580	761	128	16	0	38	1	19	1	0	0	0	0	1,964	5.61%
18 - 19	491	668	876	135	21	0	40	1	16	0	1	0	0	0	2,248	6.42%
19 - 20	510	613	897	133	25	0	37	0	11	0	0	0	0	0	2,226	6.35%
20 - 21	472	519	860	129	17	0	39	1	8	0	0	0	0	0	2,044	5.83%
21 - 22	445	409	739	98	14	0	30	0	3	0	0	0	0	0	1,739	4.96%
22 - 23	330	252	520	78	9	0	15	0	3	0	0	0	0	1	1,208	3.45%
23 - 24	218	211	350	44	4	0	1	0	2	0	0	0	0	0	827	2.36%
TOTAL	7,559	10,006	14,258	1,987	382	3	614	11	201	6	2	2	3	35,035	100.00%	
%	21.57%	28.56%	40.70%	5.67%	1.09%	0.01%	1.75%	0.03%	0.57%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	100.00%		

Fuente: Gobierno Regional Piura

Tabla 33

Resumen Semanal IMD (Tramo Av. César Vallejo -Av. Chulucanas)

ÍNDICE MEDIO DIARIO DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog. 2+910 ESTACIÓN : E-04
 TRAMO : Tramo 04 (Av. Cesar Vallejo - Av. Chulucanas) FECHA : RESUMEN SEMANAL

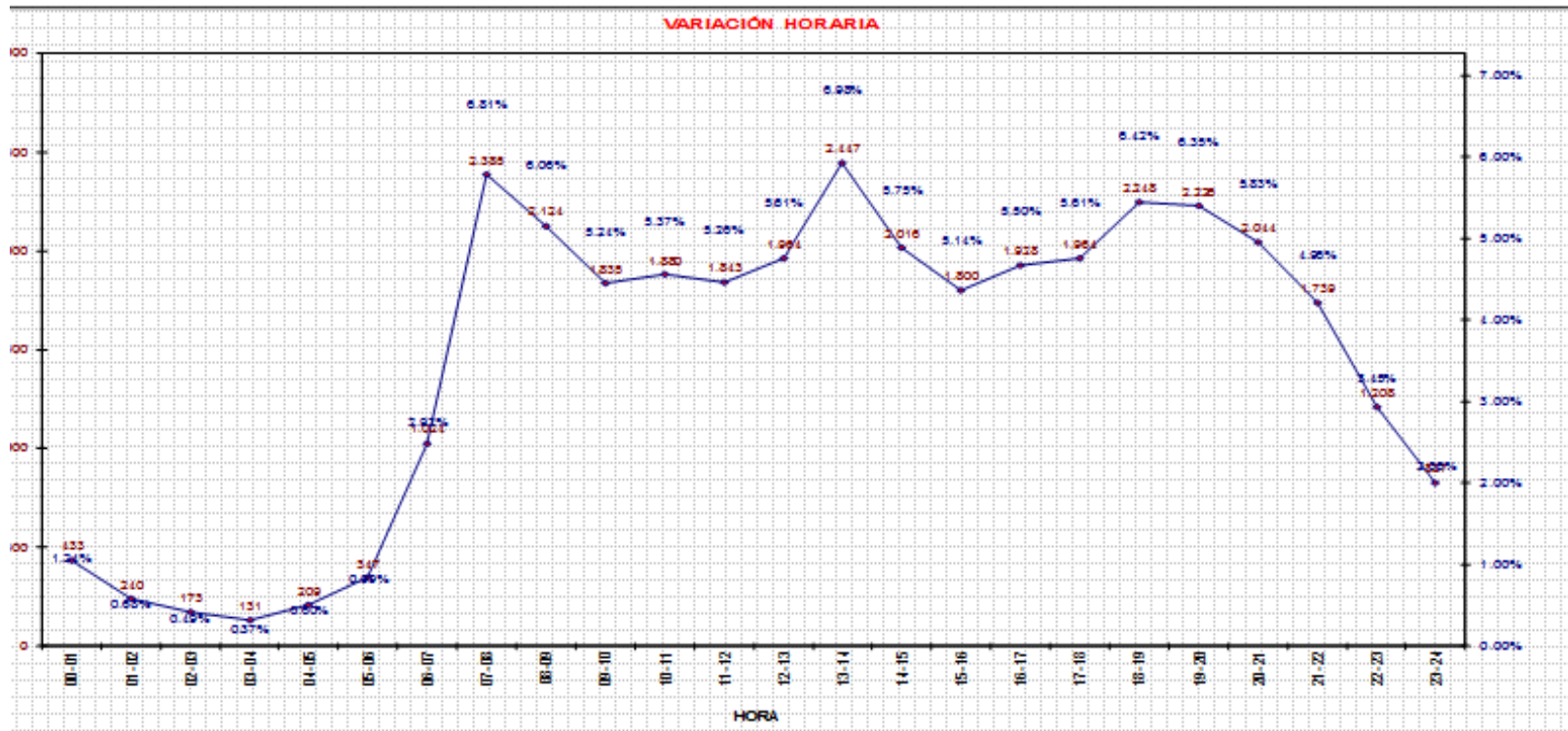
TRÁFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

SENTIDC	MOTO		AUTO	CAMIONETA			BUS			CAMION			SEMITRAYLER		TRAYLER	IMD
	LINEAL	TAXI		PICK	UPRURAL	MICRO	2E	3E	2E	3E	4E	2S1	2T2			
E	3,608	4,727	7,333	965	179	2	311	3	98	1	0	0	1		17,227	
S	3,951	5,279	6,926	1,022	204	1	304	8	103	5	2	2	2		17,808	
E - S	7,559	10,006	14,258	1,987	382	3	614	11	201	6	2	2	3		35,035	

Fuente: Gobierno Regional Piura

TRÁNSITO PROMEDIO HORARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

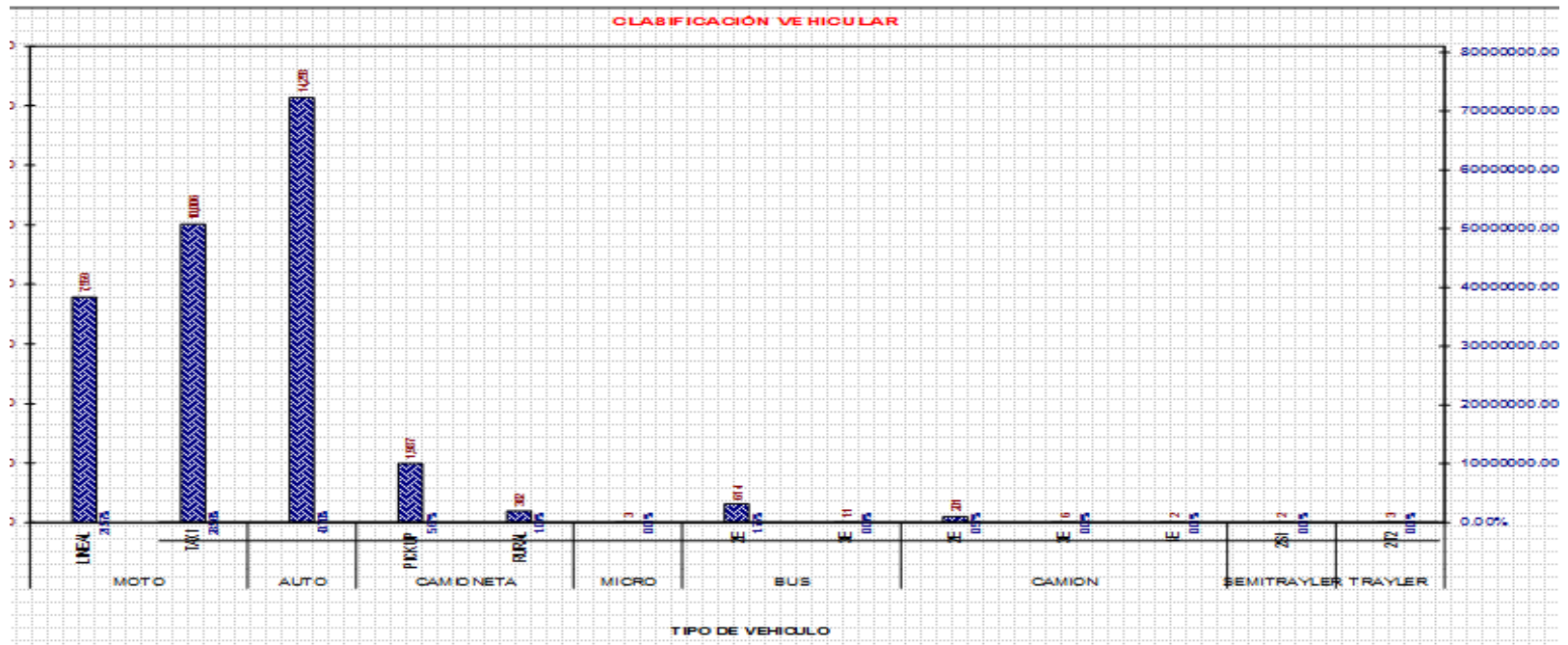
UBICACIÓN : Prog 2-910 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 04 (Av. Cesar Vallejo - Av. Chukucarma) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-04



Fuente: Gobierno Regional Piura

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL DIAS LABORABLES

UBICACIÓN : Prog 2-910 SENTIDO : ENTRADA & SALIDA
 TRAMO : Tramo 04 (Av. Cesar Vallejo - Av. Chibucanas) FECHA : RESUMEN SEMANAL
 ESTACIÓN : E-04



Fuente: Gobierno Regional Piura

1.4.3. Resultados.

1.4.3.1. Aforo vehicular en intersecciones en hora punta

AFORO VEHICULAR: INTERSECCIÓN AV.GRAU-AV.CESAR VALLEJO																	
		EB				EW				NB				SB			
Fecha:	04.03.2020	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total
Hora:	13:00-14:00																
MOTO	LINEAL	300	10	47	357	275	33	60	368	176	48	55	279	202	40	40	282
	TAXI	330	31	35	396	302	69	101	472	212	87	83	382	229	52	80	361
AUTO		412	55	70	537	405	36	36	477	114	38	48	200	136	32	56	224
CAMIONETA	PICK UP	25	1	16	42	34	3	8	45	22	12	7	41	28	2	7	37
	RURAL	21	2	6	29	16	1	5	22	11	3	2	16	11	1	2	14
BUS	2E	20	0	1	21	17	0	3	20	2	0	1	3	12	0	4	16
	3E	0	0	2	2	3	0	2	5	7	0	4	11	2			2
CAMION	2E	6	0	3	9	4	2	0	6	12	0	4	16	10	1	4	15
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1				0
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
TOTAL		1114	99	180	1393	1056	144	215	1415	556	188	205	949	630	128	193	951

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37

Aforo Vehicular: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Chulucanas.

AFORO VEHICULAR: INTERSECCIÓN AV.GRAU-AV.CHULUCANAS																	
		EB				EW				NB				SB			
Fecha:	04.03.2020	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total	De frente	Giro a la derecha	Giro a la izquierda	Total
Hora:	07:00-08:00																
MOTO	LINEAL	148	34	99	281	130	62	28	220	216	20	64	300	137	17	87	241
	TAXI	235	125	192	552	192	105	60	357	424	43	147	614	200	84	155	439
AUTO		316	52	88	456	355	53	30	438	115	18	42	175	323	43	82	448
CAMIONETA	PICK UP	9	3	9	21	16	9	2	27	23	0	1	24	10	3	10	23
	RURAL	5	1	1	7	3	6	9	18	9	0	0	9	8	2	3	13
BUS	2E	18	7	0	25	10	1	3	14	2	0	0	2	8	2	0	10
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION	2E	4	1	3	8	3	1	2	6	8	0	0	8	3	1	2	6
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		735	223	392	1350	709	237	134	1080	799	81	254	1134	689	152	339	1180

Fuente: Elaboración Propia

1.4.3.2. Aforo: peatonal y bicicletas en hora punta

Tabla 38

Aforo Horario: Peatonal y Bicicletas

Aforo: Peatonal y Bicicletas					
N°	Intersección	Acceso	Peatones	Bicicletas	Total
1	Av.Grau-Gulman	N-S	165	4	22
		S-N	219	5	
		E-W	80	5	
		W-E	163	8	
2	Av.Grau-Vice	N-S	63	3	23
		S-N	74	7	
		E-W	48	8	
		W-E	40	5	
3	Av.Grau-Cesar Vallejo	N-S	40	1	26
		S-N	38	3	
		E-W	35	15	
		W-E	19	7	
4	Av.Grau- Av.Chulucanas	N-S	213	12	28
		S-N	41	9	
		E-W	31	4	
		W-E	28	3	

Fuente: Elaboración Propia

1.4.3.3. Aforo: Vehículos Pesados –Paradas y Maniobras

Tabla 39

Porcentaje de Vehículos Pesados-Paradas y Maniobras

Resumen de Porcentajes de Vehículos Pesados por acceso							
N°	Intersección	Acceso	Volumen Total (1)	Volumen Pesados (2)	%VP =(1)/(2)*100	Paradas	Maniobras
1	Av.Grau-Gulman	N-S	1087	32	2.94	12	0
		S-N	1491	23	1.54		
		E-W	1059	50	4.72		
		W-E	1252	55	4.39		
2	Av.Grau-Vice	N-S	1278	41	3.21	0	0
		S-N	1381	45	3.26		
		E-W	545	4	0.73		
		W-E	890	3	0.34		
3	Av.Grau-Cesar Vallejo	N-S	1237	25	2.02	4	0
		S-N	1387	19	1.37		
		E-W	1074	20	1.86		
		W-E	932	14	1.50		
4	Av.Grau-Av.Chulucanas	N-S	1141	21	1.84	0	0
		S-N	1180	16	1.36		
		E-W	1199	12	1.00		
		W-E	941	20	2.13		

Fuente: Elaboración Propia

1.4.3.4. Cálculo factor horario máxima demanda FHMD

Cálculo de Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD): Intersección Av.Grau-Av.Gulman																					
Fecha:	09.03.2020	EB					WB					NB					SB				
Hora:	13:00-14:00	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total
MOTO	LINEAL	83	98	98	34	313	144	119	125	62	450	50	51	35	28	164	76	75	58	43	252
	TAXI	58	90	75	42	265	118	105	92	53	368	117	118	94	51	380	146	130	116	84	476
AUTO		115	121	142	66	444	176	172	154	84	586	94	116	123	78	411	121	93	117	67	398
CAMIONETA	PICK UP	11	5	8	0	24	14	10	11	5	40	13	6	6	2	27	12	6	8	15	41
	RURAL	1	7	1	0	9	15	5	2	2	24	14	7	6	0	27	9	9	10	2	30
BUS	2E	12	5	8	3	28	3	6	4	5	18	18	7	14	7	46	12	12	11	9	44
	3E				0	0	2	0	0	0	2	0				0		1		1	2
CAMION	2E	1		2	0	3	1	2	0	0	3	1	1	0	1	3	2		2	2	6
	3E	1				1	0	0	0	0	0	1				1	3				3
	4E					0	0	0	0	0	0	0				0					0
TOTAL		282	326	334	145	1087	473	419	388	211	1491	308	306	278	167	1059	381	326	322	223	1252
$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4(q_{max_{15}})}$		0.81					0.79					0.86					0.82				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

F. H. M. D: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Vice.

Cálculo de Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD): Intersección Av.Grau-Av.Vice																					
Fecha:	09.03.2020	EB					WB					NB					SB				
Hora:	07:00-08:00	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total
MOTO	LINEAL	67	76	72	62	277	78	82	87	83	330	65	56	58	46	225	62	61	57	52	232
	TAXI	100	118	128	87	433	95	98	96	83	372	59	69	79	62	269	102	105	108	91	406
AUTO		109	140	164	117	530	120	154	137	122	533	19	25	33	20	97	52	63	46	52	213
CAMIONETA	PICK UP	6	14	10	13	43	8	14	10	9	41	5	3	4	2	14	3	8	7	9	27
	RURAL	7	7	8	1	23	8	9	5	2	24	3	4	2	1	10	2	3	1	3	9
BUS	2E	7	11	6	4	28	11	7	10	4	32	1	1	1	1	4	0	0	1	0	1
	3E	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION	2E	6	7	3	3	19	3	4	2	2	11	2	1	0	1	4	1	3	0	1	5
	3E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		303	374	392	287	1356	323	369	347	305	1344	89	159	177	133	623	222	243	220	208	893
$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4(q_{max_{15}})}$		0.87					0.91					0.88					0.92				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41

FHMD: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. Cesar Vallejo

Cálculo de Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD); Intersección Av.Cesar Vallejo																										
Fecha:	09.03.2020						EB					WB					NB					SB				
Hora:	13:00-14:00		15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total	15°	30°	45°	60°	total				
MOTO	LINEAL	70	94	95	98	357	89	99	72	108	368	63	73	74	69	279	90	59	69	64	282					
	TAXI	91	110	96	99	396	142	140	117	73	472	92	115	93	82	382	109	86	79	87	361					
AUTO		115	126	141	155	537	120	122	133	102	477	47	63	50	40	200	60	47	47	70	224					
CAMIONETA	PICK UP	10	6	15	11	42	12	9	8	16	45	6	12	8	15	41	15	6	7	9	37					
	RURAL	5	7	7	10	29	8	5	3	6	22	3	6	4	3	16	5	2	4	3	14					
BUS	2E	0	7	8	6	21	6	5	4	5	20	1	1	0	1	3	4	3	5	4	16					
	3E	2	0	0	0	2	5	0	0	0	5	1	1	5	4	11	1	0	1	0	2					
CAMION	2E	0	7	2	0	9	0	1	3	2	6	5	5	5	1	16	4	2	1	8	15					
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0					
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
TOTAL		293	357	364	379	1393	382	381	340	312	1415	218	277	239	215	949	288	205	213	245	951					
$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4(q_{max_{15}})}$		0.92						0.93					0.86					0.83								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42

FHMD: Intersección Av. Prolong. Grau -Av. César Chulucanas

Cálculo de Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD): Intersección Av.Grau-Av.Chulucanas																														
Fecha:	09.03.2020					EB					WB					NB					SB									
Hora:	15°		30°		45°		60°		total		15°		30°		45°		60°		total		15°		30°		45°		60°		total	
MOTO	LINEAL	70	94	95	98	357	89	99	72	108	368	63	73	74	69	279	90	59	69	64	282									
	TAXI	91	110	96	99	396	142	140	117	73	472	92	115	93	82	382	109	86	79	87	361									
AUTO		115	126	141	155	537	120	122	133	102	477	47	63	50	40	200	60	47	47	70	224									
CAMIONET	PICK UP	10	6	15	11	42	12	9	8	16	45	6	12	8	15	41	15	6	7	9	37									
	RURAL	5	7	7	10	29	8	5	3	6	22	3	6	4	3	16	5	2	4	3	14									
BUS	2E	0	7	8	6	21	6	5	4	5	20	1	1	0	1	3	4	3	5	4	16									
	3E	2	0	0	0	2	5	0	0	0	5	1	1	5	4	11	1	0	1	0	2									
CAMION	2E	0	7	2	0	9	0	1	3	2	6	5	5	5	1	16	4	2	1	8	15									
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0									
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
TOTAL		293	357	364	379	1393	382	381	340	312	1415	218	277	239	215	949	288	205	213	245	951									
$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4(q_{max15})}$		0.92					0.93					0.86					0.83													

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43*Resumen de Factor y Volumen de Máxima Demanda*

Resumen de Volumen de Maxima Demanda y Factor de Máxima Demanda				
Intersección	Dirección			
Av.Grau-Av.Guillermo Gulman	E	W	N	S
VHMD	1087	1491	1059	1252
VHMD ₁₅	334	473	308	381
FHMD ₁₅	0.81	0.79	0.86	0.82
Av.Grau-Av.Vice	E	W	N	S
VHMD	1356	1344	623	893
VHMD ₁₅	392	369	177	243
FHMD ₁₅	0.86	0.91	0.88	0.92
Av.Grau-Av.Cesar Vallejo	E	W	N	S
VHMD	1393	1415	949	951
VHMD ₁₅	379	382	277	288
FHMD ₁₅	0.92	0.93	0.86	0.83
Av.Grau-Av.Chulucanas	E	W	N	S
VHMD	1350	1080	1134	892
VHMD ₁₅	383	327	291	230
FHMD ₁₅	0.88	0.83	0.97	0.97
Fuente:Elaboración Propia				

1.4.4. Cálculo relación de pelotón R_p .

Esta medición se realizó en campo en periodos de Intervalos verde, amarillo, rojo en periodos críticos de 15 minutos de la hora analizada, en este ítem se detallará una tabla y el resto de cálculos en las intersecciones se mostrará en el anexo correspondiente.

Tabla 44

Cálculo Relación Pelotón Acceso 1 (EB) Av. Prolong. Grau-Av. Gulman

Cálculo relación de pelotón para acceso 1(EB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Gulman					
				$g=$	35
				$C=$	87
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R_p
1	31	27	58	0.534	1.327
2	22	18	40	0.550	1.367
3	35	36	71	0.493	1.225
4	26	21	47	0.553	1.375
5	33	32	65	0.508	1.263
6	28	25	53	0.528	1.312
Cálculos					
Total	175	159	334	0.524	1.303
Promedio				0.528	1.312
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
$P=R_p(g/C)$					0.508

Fuente: Elaboración Propia

1.4.5. Determinación de Nivel de Servicio.

1.4.5.1. Determinación Nivel de Servicio Intersección Av. Prolong. Grau-Av. Gulman

Tabla 45

Hoja de Entrada de Trabajo:

HOJA DE TRABAJO DE ENTRADA									
Información general					Información del sitio				
Analista	JHZG				Intersección	Grau/Gulman			
Agencia o empresa					Tipo de área	<input type="checkbox"/> CBD	<input checked="" type="checkbox"/> Otro		
Fecha de realización	09/03/2020				Jurisdicción				
Período de análisis	1 - 2 PM				Año de análisis	2020			
Geometría de intersección									
m _{SB} = -1 %					m _{WB} = 1.0 %				
3.9 0 3.9 7 3.9 0 3.9					calle 3.2 m 0 3.2 m 0 3.2 m 0 3.2 m 3.2 m				
m _{EB} = -1 %					m _{NB} = 1 %				
Separador Central					GRAU				
					<ul style="list-style-type: none"> = Botón peatonal = Ancho de carril = De Frente = Derecha = Izquierda = De Frente + Derecha = Izquierda + De Frente = Izquierda + Derecha = Izquierda + De Frente + Derecha 				

Tabla 46

Volumen y Entrada de Tiempo

Volumen y entrada de tiempo													
	EB			WB			NB			SB			
	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	
Volumen, V (veh/h)	222	743	122	115	1285	91	125	697	237	398	698	156	
% vehículos pesados, % HV	5	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	
Factor de hora pico, PHF	0.81			0.79			0.86			0.82			
Pretimed (Tiempo Fijo) (P) o Actuado (A)	P			P			P			P			
Tiempo perdido de inicio, I _i (s)	2			2			2			2			
Extensión del tiempo verde efectivo, e (s)	2			2			2			2			
Tipo de llegada, AT	4			4			4			4			
Volumen de aproximación peatonal, ² v _{ped} (p/h)	163			80			219			165			
Volumen de bicicleta de aproximación, ² v _{bic} (bicicletas/h)	8			5			5			4			
Estacionamiento (Y o N)	N			N			N			N			
Maniobras de estacionamiento, N _m (maniobras/h)	0			0			0			0			
Parada de bus, N _b (buses/h)	0			0			0			0			
Min. tiempo para peatones, ³ G _p (s) = 3.2+L/Sp+0.27N _{ped}	27.8			25.3			13.9			22.0			
Plan de Fases de Señal													
D	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø5	Ø6	Ø7	Ø8					
I													
A													
G													
R													
A													
M													
Sincronización	G = 35.0 Y = 3.0	G = 38.0 Y = 3.0	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	G = Y =	
	Vueltas protegidas			Giros permitidos Peatonal		Longitud del ciclo, C =		87.0		s			
Notas													
1. Los volúmenes RT, como se muestra, excluyen RTOR.													
2. El enfoque de los volúmenes de peatones y bicicletas son aquellos que entran en conflicto con los giros a la derecha desde el enfoque del tema.													
3. Consulte la ecuación 16-2.													

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47





Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación

HOJA DE TRABAJO DE AJUSTE DE VOLUMEN Y FLUJO DE SATURACIÓN												
Información general												
Descripción del Proyecto	AV.GRAU-AV.GULMAN											
Ajuste de volumen												
	EB			WB			NB			SB		
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volumen, V (veh/h)	222	743	122	115	1285	91	125	697	237	398	698	156
Factor de hora punta, PHF	0.81			0.79			0.86			0.82		
Flujo Ajustado, $v_p = V/PHF$ (veh/h)	274	917	151	146	1627	115	145	810	276	485	851	190
Grupo de carril												
Flujo ajustado en el grupo de carriles, v (veh/h)	1342			1888			1231			1526		
Proporción ¹ de LT o RT (P_{LT} o P_{RT})	0.204	-	0.112	0.077	-	0.061	0.118	-	0.224	0.318	-	0.125
Velocidad de flujo de saturación (ver Anexo 16-7 para determinar los factores de ajuste)												
Flujo de saturación base, s_0 (pc/h/ln)	1900			1900			1900			1900		
Número de carriles, N	2			2			3			3		
Ancho de Carril	3.9			3.2			3.9			3		
Factor de ajuste por ancho de carril, f_w	1.00			1.00			1.00			0.96		
Factor de ajuste por vehículos pesados, f_{IV}	0.952			0.952			0.980			0.971		
Factor de ajuste por pendiente, f_p	1.005			0.995			0.995			1.005		
Factor de ajuste por estacionamiento, f_{ps}	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por bloqueo del bus, f_{bb}	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por el tipo de área, f_a	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por utilización de carril, f_{LU}	1.00			1.00			1.00			1.00		
Factor de ajuste por giro a la izquierda, f_{LT}	0.920			0.920			0.920			0.920		
Factor de ajuste por giro a la derecha, f_{RT}	0.750			0.750			0.750			0.750		
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la izquierda, f_{lph}	0.865			0.927			0.839			0.875		
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la derecha, f_{rph}	0.865			0.927			0.839			0.875		
Flujo de saturación ajustado, s (veh/h)	1879			2135			2698			2823		
$s = s_0 N f_w f_{IV} f_p f_{ps} f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{lph} f_{rph}$	1879			2135			2698			2823		
Notas												
1. $P_{LT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la izquierda, y $P_{RT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la derecha. De lo contrario, son iguales a las proporciones de girar volúmenes en el grupo de carriles.												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48

Análisis de la Intersección

Información general				
Descripción del Proyecto				ANÁLISIS DE LAS INTERSECCIONES AV.PROLONG.GRAU-AV.GULMAN
Análisis de capacidad				
Número de fase	1	1	2	2
Tipo de fase	P	P	P	P
Grupo de carril				
Flujo ajustado, v (veh/h)	1342	1888	1231	1526
Flujo de saturación, s (veh/h)	1879	2135	2698	2823
Tiempo perdido, t_L (s), $t_L = l_i + Y - e$	3.0	3.0	3.0	3.0
Tiempo verde efectivo, g (s), $g = G + Y - t_L$	35.0	35.0	38.0	38.0
Relación verde, g/C	0.402	0.402	0.437	0.437
Capacidad del grupo de carriles, $c = s(g/C)$, (veh/h)	755	858	1179	1234
v/c relación, X	1.777	2.2	1.044	1.237
Relación de flujo, v/s	0.714	0.884	0.456	0.541
Grupo de carril crítico / fase (\checkmark)		\checkmark		\checkmark
Suma de relaciones de flujo para grupos de carriles críticos, $Y_c = \sum$ (grupos de carriles críticos, v/s)		1.425		
Tiempo total perdido por ciclo, L (s)		6		
Relación de Flujo crítico a capacidad, X_c $X_c = (Y_c)(C)/(C - L)$		1.531		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49

Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS

Capacidad de grupo de carril, Demora de control y determinación de LOS					EB	WB	NB	SB
Grupo de carril								
Flujo ajustado, ² v (veh/h)					1342	1888	1231	1526
Capacidad del grupo de carriles, ² c (veh/h)					755	858	1179	1234
v/c relación, ² X = v/c					1.777	2.2	1.044	1.237
Relación verde total, ² g/C					0.402	0.402	0.437	0.437
Demora uniforme, d1 =				$\frac{0.50 C [1 - (g/C)]^2}{1 - [\min(1, X)g/C]}$ s/veh	26.01	26.01	24.49	24.49
Calibración de demora incremental, ³ k					0.5	0.5	0.5	0.5
Demora incremental, ⁴ d2								
$d_2 = 900T [(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 8kIX}] / cT$				(s/veh)	355.020	543.819	38.453	113.786
Demora inicial de la cola, d3 (s/veh) (Apéndice F)					0	0	0	0
Demora uniforme, d1 (s/veh) (Apéndice F)								
Factor de ajuste de progresión, PF					0.508	0.524	0.534	0.540
Demora, d = d1(PF) + d2 + d3 (s/veh)					368.2	557.4	51.5	127
LOS por grupo de carriles (Anexo 16-2)					F	F	D	F
Demora por aproximación, dA = $\sum(d)(v) / \sum v$ (s/veh)					368.2	557.4	51.5	127
LOS por aproximación (Anexo 16-2)					F	F	D	F
Flujo ajustado para el acceso A, vA (veh/h)					1342	1888	1231	1526
Demora de intersección, dI = $\sum(dA)(vA) / \sum vA$ (s/veh)					301.3	Intersección LOS (Anexo 16-2)		F
Notas								
1. Para giros a la izquierda permitidos, la capacidad mínima es (1 + PL) (3600 / C).								
2. Los parámetros de fase primaria y secundaria se suman para obtener parámetros de grupo de carril.								
3. Para señales pretimadas o no activadas, k = 0.5. De lo contrario, consulte Anexo 16-13.								
4. T = duración del análisis (h); típicamente T = 0.25, que es para la duración del análisis de 15 min.								
I = factor de ajuste de medición de filtrado aguas arriba; I = 1 para intersecciones aisladas.								

Fuente: Elaboración Propia

1.4.5.2. Determinación Nivel de Servicio Intersección Av. Prolong. Grau-Av. Vice

Tabla 50

Hoja de Trabajo de Entrada

HOJA DE TRABAJO DE ENTRADA									
Información general					Información del sitio				
Analista	JHZG				Intersección	Grau/Vice			
Agencia o empresa					Tipo de área	<input type="checkbox"/> CBD	<input checked="" type="checkbox"/> Otro		
Fecha de realización	11/03/2020				Jurisdicción				
Período de análisis	7 - 8 AM				Año de análisis	2020			
Geometría de intersección									
$m_{SB} = 3\%$					$m_{WB} = 1.0\%$				
4.2					4.1				
0					0				
4.2					4.1				
7	SEPARADOR CENT				7				
4.2					4.1				
0					0				
4.2					4.1				
$m_{EB} = 1\%$					$m_{NB} = 3\%$	GRAU			
<ul style="list-style-type: none"> = Botón peatonal = Ancho de carril = De Frente = Derecha = Izquierda = De Frente + Derecha = Izquierda + De Frente = Izquierda + Derecha = Izquierda + De Frente + Derecha 									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51

Volumen y Entrada de Tiempo

Volumen y entrada de tiempo														
			EB			WB			NB			SB		
			LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹
Volumen, V (veh/h)			234	911	211	86	944	314	86	488	49	304	470	119
% vehículos pesados, % HV			1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
Factor de hora pico, PHF			0.81			0.79			0.86			0.82		
Pretimed (Tiempo Fijo) (P) o Actuado (A)			P			P			P			P		
Tiempo perdido de inicio, I _i (s)			2			2			2			2		
Extensión del tiempo verde efectivo, e (s)			2			2			2			2		
Tipo de llegada, AT			4			4			4			4		
Volumen de aproximación peatonal, ² v _{ped} (p/h)			40			48			74			63		
Volumen de bicicleta de aproximación, ² v _{bic} (bicicletas/h)			5			8			7			3		
Estacionamiento (Y o N)			N			N			N			N		
Maniobras de estacionamiento, N _m (maniobras/h)			0			0			0			0		
Parada de bus, N _B (buses/h)			0			0			0			0		
Min. tiempo para peatones, ³ G _p (s) - 3.2+L/Sp+0.27N _{ped}			15.1			19.0			22.7			23.0		
Plan de Fases de Señal														
D		Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø5	Ø6	Ø7	Ø8					
I														
A														
G														
R														
A														
M														
Sincronización		G = 35.0	G = 33.0	G =	G =	G =	G =	G =	G =					
		Y = 3.0	Y = 3.0	Y =	Y =	Y =	Y =	Y =	Y =					
		Vueltas protegidas				Giros permitidos Peatonal		Longitud del ciclo, C =		74.0		s		
Notas														
1. Los volúmenes RT, como se muestra, excluyen RTOR.														
2. El enfoque de los volúmenes de peatones y bicicletas son aquellos que entran en conflicto con los giros a la derecha desde el enfoque del tema.														
3. Consulte la ecuación 16-2.														

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52





Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación

HOJA DE TRABAJO DE AJUSTE DE VOLUMEN Y FLUJO DE SATURACIÓN												
Información general												
Descripción del Proyecto												AV.GRAU-AV.VICE
Ajuste de volumen												
	EB			WB			NB			SB		
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volumen, V (veh/h)	234	911	211	86	944	314	86	488	49	304	470	119
Factor de hora punta, PHF		0.86			0.91			0.88			0.92	
Flujo Ajustado, $v_p = V/PHF$ (veh/h)	272	1059	245	95	1037	345	98	555	56	330	511	129
Grupo de carril												
Flujo ajustado en el grupo de carriles, v (veh/h)		1576			1477			709			970	
Proporción ¹ de LT o RT (P_{LT} o P_{RT})	0.173	-	0.156	0.064	-	0.234	0.138	-	0.079	0.340	-	0.133
Velocidad de flujo de saturación (ver Anexo 16-7 para determinar los factores de ajuste)												
Flujo de saturación base, s_0 (pc/h/ln)		1900			1900			1900			1900	
Número de carriles, N		2			2			2			2	
Ancho de Carril		4.2			4.1			3			3	
Factor de ajuste por ancho de carril, f_w		1.04			1.04			0.96			0.96	
Factor de ajuste por vehículos pesados, f_{IV}		0.990			0.990			0.971			0.971	
Factor de ajuste por pendiente, f_g		0.995			0.995			0.985			0.985	
Factor de ajuste por estacionamiento, f_p		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por bloqueo del bus, f_{bb}		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por el tipo de área, f_a		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por utilización de carril, f_{LU}		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por giro a la izquierda, f_{LT}		0.920			0.920			0.920			0.920	
Factor de ajuste por giro a la derecha, f_{RT}		0.750			0.750			0.750			0.750	
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la izquierda, f_{lph}		0.935			0.924			0.893			0.908	
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la derecha, f_{rph}		0.935			0.924			0.893			0.908	
Flujo de saturación ajustado, s (veh/h)												
$s = s_0 N f_w f_{IV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{lph} f_{rph}$		2347			2295			1921			1987	
Notas												
1. $P_{LT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la izquierda, y $P_{RT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la derecha. De lo contrario, son iguales a las proporciones de girar volúmenes en el grupo de carriles.												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

Análisis de la Intersección

Información general									
Descripción del Proyecto									ANÁLISIS DE LAS INTERSECCIONES AV.PROLONG.GRAU-AV.VICE
Análisis de capacidad									
Número de fase	1	1	2	2					
Tipo de fase	P	P	P	P					
Grupo de carril									
Flujo ajustado, v (veh/h)	1576	1477	709	970					
Flujo de saturación, s (veh/h)	2347	2295	1921	1987					
Tiempo perdido, t_L (s), $t_L = I_1 + Y - e$	3.0	3.0	3.0	3.0					
Tiempo verde efectivo, g (s), $g = G + Y - t_L$	35.0	35.0	33.0	33.0					
Relación verde, g/C	0.473	0.473	0.446	0.446					
Capacidad del grupo de carriles, $c = s(g/C)$, (veh/h)	1110	1086	857	886					
v/c relación, X	1.42	1.36	0.827	1.095					
Relación de flujo, v/s	0.671	0.644	0.369	0.488					
Grupo de carril crítico / fase (\checkmark)	\checkmark			\checkmark					
Suma de relaciones de flujo para grupos de carriles críticos, $Yc = \sum$ (grupos de carriles críticos, v/s)		1.159							
Tiempo total perdido por ciclo, L (s)		6							
Relación de Flujo crítico a capacidad, $X_c = (Y_c)(C)/(C - L)$		1.261							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54

Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS

Capacidad de grupo de carril, Demora de control y determinación de LOS		EB	WB	NB	SB
Grupo de carril					
Flujo ajustado, v (veh/h)		1576	1477	709	970
Capacidad del grupo de carriles, c (veh/h)		1110	1086	857	886
v/c relación, $X = v/c$		1.42	1.36	0.827	1.095
Relación verde total, g/C		0.473	0.473	0.446	0.446
Demora uniforme, $d_1 =$	$\frac{0.50 C [1 - (g/C)]^2}{1 - [\min(1, X)g/C]}$ s/veh	19.50	19.50	17.99	20.50
Calibración de demora incremental, k		0.5	0.5	0.5	0.5
Demora incremental, d_2	$d_2 = 900T [(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 8kIX}] / cT$ (s/veh)	194.332	168.037	9.000	59.558
Demora inicial de la cola, d_3 (s/veh) (Apéndice F)		0	0	0	0
Demora uniforme, d_4 (s/veh) (Apéndice F)					
Factor de ajuste de progresión, PF		0.580	0.615	0.429	0.447
Demora, $d = d_1(PF) + d_2 + d_3$ (s/veh)		205.6	180.0	16.7	68.7
LOS por grupo de carriles (Anexo 16-2)		F	F	B	E
Demora por aproximación, $dA = \sum(d)(v) / \sum v$ (s/veh)		205.6	180.0	16.7	68.7
LOS por aproximación (Anexo 16-2)		F	F	B	E
Flujo ajustado para el acceso A, v_A (veh/h)		1576	1477	709	970
Demora de intersección, $d_i = \sum(d_A)(v_A) / \sum v_A$ (s/veh)		141.2	Intersección LOS (Anexo 16-2)		F
Notas					
1. Para giros a la izquierda permitidos, la capacidad mínima es $(1 + P_L) (3600 / C)$.					
2. Los parámetros de fase primaria y secundaria se suman para obtener parámetros de grupo de carril.					
3. Para señales pretimadas o no activadas, $k = 0.5$. De lo contrario, consulte Anexo 16-13.					
4. T = duración del análisis (h); típicamente T = 0.25, que es para la duración del análisis de 15 min.					
I = factor de ajuste de medición de filtrado aguas arriba; I = 1 para intersecciones aisladas.					

Fuente: Elaboración Propia

1.4.5.3. Determinación Nivel de Servicio Intersección Av. Prolong. Grau- Av. Vallejo

Tabla 55

Hoja de Trabajo de Entrada

HOJA DE TRABAJO DE ENTRADA									
Información general					Información del sitio				
Analista	JHZG				Intersección	Grau/Vallejo			
Agencia o empresa					Tipo de área	<input type="checkbox"/> CBD	<input checked="" type="checkbox"/> Otro		
Fecha de realización	09/03/2020				Jurisdicción				
Período de análisis	1 - 2 PM				Año de análisis	2020			
Geometría de intersección									
<ul style="list-style-type: none"> = Botón peatonal = Ancho de carril = De Frente = Derecha = Izquierda = De Frente + Derecha = Izquierda + De Frente = Izquierda + Derecha = Izquierda + De Frente + Derecha 									

Tabla 56

Volumen y Entrada de Tiempo

Volumen y entrada de tiempo																
	EB			WB			NB			SB						
	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹				
Volumen, V (veh/h)	180	1114	99	215	1056	144	205	556	188	193	630	128				
% vehículos pesados, % HV	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2				
Factor de hora pico, PHF	0.92			0.93			0.86			0.83						
Pretimed (Tiempo Fijo) (P) o Actuado (A)	P			P			P			P						
Tiempo perdido de inicio, I _i (s)	2			2			2			2						
Extensión del tiempo verde efectivo, e (s)	2			2			2			2						
Tipo de llegada, AT	3			3			3			4						
Volumen de aproximación peatonal, ² v _{ped} (p/h)	19			35			38			40						
Volumen de bicicleta de aproximación, ² v _{bic} (bicicletas/h)	7			15			3			1						
Estacionamiento (Y o N)	N			N			N			N						
Maniobras de estacionamiento, N _m (maniobras/h)	0			0			0			0						
Parada de bus, N _B (buses/h)	0			0			0			0						
Min. tiempo para peatones, ³ G _p (- 3.2+L/Sp+0.27N _{ped})	19.6			16.7			23.0			23.0						
Plan de Fases de Señal																
D	Ø1		Ø2		Ø3		Ø4		Ø5		Ø6		Ø7		Ø8	
I																
A																
G																
R																
A																
M																
Sincronización	G - 38.0 Y - 3.0		G - 32.0 Y - 3.0		G - Y -		G - Y -		G - Y -		G - Y -		G - Y -		G - Y -	
	Vueltas protegidas				Giros permitidos Peatonal				Longitud del ciclo, C =		73.0		s			
Notas																
1. Los volúmenes RT, como se muestra, excluyen RTOR.																
2. El enfoque de los volúmenes de peatones y bicicletas son aquellos que entran en conflicto con los giros a la derecha desde el enfoque del tema.																
3. Consulte la ecuación 16-2.																

Tabla 57





Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación

HOJA DE TRABAJO DE AJUSTE DE VOLUMEN Y FLUJO DE SATURACIÓN												
Información general												
Descripción del Proyecto	AV.PROLONG.GRAU-AV.CESAR VALLEJO											
Ajuste de volumen												
	EB			WB			NB			SB		
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volumen, V (veh/h)	180	1114	99	215	1056	144	205	556	188	193	630	128
Factor de hora punta, PHF		0.92			0.93			0.86			0.83	
Flujo Ajustado, $v_a = V/PHF$ (veh/h)	196	1211	108	231	1135	155	238	647	219	233	759	154
Grupo de carril												
Flujo ajustado en el grupo de carriles, v (veh/h)		1515			1521			1104			1146	
Proporción ¹ de LT o RT (P_{LT} o P_{RT})	0.129	-	0.071	0.152	-	0.102	0.216	-	0.198	0.203	-	0.135
Velocidad de flujo de saturación (ver Anexo 16-7 para determinar los factores de ajuste)												
Flujo de saturación base, s_o (pc/h/ln)		1900			1900			1900			1900	
Número de carriles, N		2			3			3			2	
Ancho de Carril		4.2			4.2			3.6			3	
Factor de ajuste por ancho de carril, f_w		1.04			1.04			1.00			0.96	
Factor de ajuste por vehículos pesados, f_{HV}		0.980			0.980			0.990			0.980	
Factor de ajuste por pendiente, f_p		0.991			1.009			0.995			0.995	
Factor de ajuste por estacionamiento, f_e		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por bloqueo del bus, f_{bb}		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por el tipo de área, f_a		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por utilización de carril, f_{LU}		1.000			1.000			1.000			1.000	
Factor de ajuste por giro a la izquierda, f_{LT}		0.920			0.920			0.920			0.920	
Factor de ajuste por giro a la derecha, f_{RT}		0.750			0.750			0.750			0.750	
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la izquierda, f_{Lpb}		0.974			0.962			0.961			0.961	
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la derecha, f_{Rpb}		0.974			0.962			0.961			0.961	
Flujo de saturación ajustado, s (veh/h)												
$s = s_o N f_w f_{HV} f_p f_e f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$		2514			3743			3578			2265	
Notas												
1. $P_{LT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la izquierda, y $P_{RT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la derecha. De lo contrario, son iguales a las proporciones de girar volúmenes en el grupo de carriles.												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58

Análisis de la Intersección

Información general									
Descripción del Proyecto						ANÁLISIS DE LAS INTERSECCIONES AV.PROLONG.GRAU-AV.CESAR VALLEJO			
Análisis de capacidad									
Número de fase	1	1	2	2					
Tipo de fase	P	P	P	P					
Grupo de carril									
Flujo ajustado, v (veh/h)	1515	1521	1104	1146					
Flujo de saturación, s (veh/h)	2514	3743	3578	2265					
Tiempo perdido, t_L (s), $t_L = l_i + Y - e$	3.0	3.0	3.0	3.0					
Tiempo verde efectivo, g (s), $g = G + Y - t_L$	38.0	38.0	32.0	32.0					
Relación verde, g/C	0.521	0.521	0.438	0.438					
Capacidad del grupo de carriles, $c = s/(g/C)$, (veh/h)	1310	1950	1567	992					
v/c relación, X	1.156	0.78	0.705	1.155					
Relación de flujo, v/s	0.603	0.406	0.309	0.506					
Grupo de carril crítico / fase (\checkmark)	\checkmark			\checkmark					
Suma de relaciones de flujo para grupos de carriles críticos, $Yc = \sum$ (grupos de carriles críticos, v/s)		1.109							
Tiempo total perdido por ciclo, L (s)		6							
Relación de Flujo crítico a capacidad, $X_c = (Y_c)(C)/(C - L)$		1.208							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59

Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS

Capacidad de grupo de carril, Demora de control y determinación de LOS					EB	WB	NB	SB
Grupo de carril								
Flujo ajustado, ² v (veh/h)					1515	1521	1104	1146
Capacidad del grupo de carriles, ² c (veh/h)					1310	1950	1567	992
v/c relación, ² X = v/c					1.156	0.78	0.705	1.155
Relación verde total, ² g/C					0.521	0.521	0.438	0.438
Demora uniforme, d1 =								
					$\frac{0.50 C [1 - (g/C)]^2}{1 - [\min(1, X)g/C]}$ (s/veh)			
					17.48	14.11	16.68	20.51
Calibración de demora incremental, ³ k					0.5	0.5	0.5	0.5
Demora incremental, ⁴ d ₂								
					$d_2 = 900T [(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 8kIX}] / cT$ (s/veh)			
					79.222	3.171	2.691	81.344
Demora inicial de la cola, d ₃ (s/veh) (Apéndice F)					0	0	0	0
Demora uniforme, d ₁ (s/veh) (Apéndice F)								
Factor de ajuste de progresión, PF					0.578	0.639	0.556	0.512
Demora, d = d ₁ (PF) + d ₂ + d ₃ (s/veh)					89.3	12.2	12	91.8
LOS por grupo de carriles (Anexo 16-2)					F	B	B	F
Demora por aproximación, dA = $\sum(d)(v) / \sum v$ (s/veh)					89.3	12.2	12	91.8
LOS por aproximación (Anexo 16-2)					F	B	B	F
Flujo ajustado para el acceso A, v _A (veh/h)					1515	1521	1104	1146
Demora de intersección, d _I = $\sum(d_A)(v_A) / \sum v_A$ (s/veh)					51.5	Intersección LOS (Anexo 16-2)		D
Notas								
1. Para giros a la izquierda permitidos, la capacidad mínima es (1 + P _L) (3600 / C).								
2. Los parámetros de fase primaria y secundaria se suman para obtener parámetros de grupo de carril.								
3. Para señales pretimadas o no activadas, k = 0.5. De lo contrario, consulte Anexo 16-13.								
4. T = duración del análisis (h); típicamente T = 0.25, que es para la duración del análisis de 15 min.								
I = factor de ajuste de medición de filtrado aguas arriba; I = 1 para intersecciones aisladas.								

Fuente: Elaboración Propia

1.4.5.4. Determinación Nivel de Servicio Intersección Av. Prolong. Grau- Av. Chulucanas

Tabla 60









Hoja de Trabajo de Entrada

HOJA DE TRABAJO DE ENTRADA					
Información general			Información del sitio		
Analista	JHZG		Intersección	Grau/Chulucanas	
Agencia o empresa			Tipo de área	<input type="checkbox"/> CBD	<input checked="" type="checkbox"/> Otro
Fecha de realización	11/03/2020		Jurisdicción		
Periodo de análisis	1 - 2 PM		Año de análisis	2020	
Geometría de intersección					
<p>The diagram illustrates the intersection geometry between Chulucana (top) and GRAU (bottom) streets. Lane widths are 4.3m for the outer lanes and 3.2m for the inner lanes. A 7m wide central separator is present. Grades are 1% for the main approach, -1.0% for the Chulucana approach, and 1% for the GRAU approach. A north arrow is shown. A legend on the right defines traffic symbols: a circle with a dot for pedestrian button, a horizontal line for lane width, a straight arrow for front, a curved arrow for right, a curved arrow for left, a straight arrow for front+right, a curved arrow for left+front, a curved arrow for left+right, and a straight arrow for left+front+right.</p>					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61

Volumen y Entrada de Tiempo

Volumen y entrada de tiempo															
				EB			WB			NB			SB		
				LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹	LT	TH	RT ¹
Volumen, V (veh/h)				392	735	223	134	709	237	254	799	81	339	689	152
% vehículos pesados, % HV				2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Factor de hora pico, PHF				0.88			0.83			0.97			0.97		
Pretimed (Tiempo Fijo) (P) o Actuado (A)				P			P			P			P		
Tiempo perdido de inicio, I _i (s)				2			2			2			2		
Extensión del tiempo verde efectivo, e (s)				2			2			2			2		
Tipo de llegada, AT				4			4			4			4		
Volumen de aproximación peatonal, ² v _{ped} (p/h)				28			31			41			213		
Volumen de bicicleta de aproximación, ² v _{bic} (bicicletas/h)				3			4			9			12		
Estacionamiento (Y o N)				N			N			N			N		
Maniobras de estacionamiento, N _m (maniobras/h)				0			0			0			0		
Parada de bus, N _B (buses/h)				0			0			0			0		
Min. tiempo para peatones, ³ G _p (- 3.2+L/Sp+0.27N _{ped})				20.0			20.0			20.4			19.7		
Plan de Fases de Señal															
D		Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø5	Ø6	Ø7	Ø8						
I															
A															
G															
R															
A															
M															
Sincronización		G - 32.0 Y - 3.0	G - 32.0 Y - 3.0	G - Y -	G - Y -	G - Y -	G - Y -	G - Y -	G - Y -	G - Y -					
		Vueltas protegidas				Giros permitidos Peatonal		Longitud del ciclo, C =		70.0		s			
Notas															
1. Los volúmenes RT, como se muestra, excluyen RTOR.															
2. El enfoque de los volúmenes de peatones y bicicletas son aquellos que entran en conflicto con los giros a la derecha desde el enfoque del tema.															
3. Consulte la ecuación 16-2.															

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62

Ajuste de Volumen y Flujo de Saturación

HOJA DE TRABAJO DE AJUSTE DE VOLUMEN Y FLUJO DE SATURACIÓN												
Información general												
Descripción del Proyecto		AV.PROLONG.GRAU-AV.CHULUCANAS										
Ajuste de volumen												
	EB			WB			NB			SB		
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volumen, V (veh/h)	392	735	223	134	709	237	254	799	81	339	689	152
Factor de hora punta, PHF	0.88			0.83			0.97			0.97		
Flujo Ajustado, $v_p = V/PHF$ (veh/h)	445	835	253	161	854	286	262	824	84	349	710	157
Grupo de carril												
Flujo ajustado en el grupo de carriles, v (veh/h)	1533			1301			1170			1216		
Proporción ¹ de LT o RT (P_{LT} o P_{RT})	0.290	-	0.165	0.124	-	0.219	0.224	-	0.071	0.287	-	0.129
Velocidad de flujo de saturación (ver Anexo 16-7 para determinar los factores de ajuste)												
Flujo de saturación base, s_0 (pc/h/ln)	1900			1900			1900			1900		
Número de carriles, N	2			2			2			2		
Ancho de Carril	3.2			3.4			4.3			4.3		
Factor de ajuste por ancho de carril, f_w	1.00			1.00			1.04			1.04		
Factor de ajuste por vehículos pesados, $f_{HV} = 100 / (100 + 50V(ET-1))$, ET=2	0.980			0.990			0.990			0.980		
Factor de ajuste por pendiente, $f_p = 1 - (s_0/200)$	0.995			1.005			0.995			0.995		
Factor de ajuste por estacionamiento, f_s	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por bloqueo del bus, f_{bb}	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por el tipo de área, f_a	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por utilización de carril, f_{LU}	1.000			1.000			1.000			1.000		
Factor de ajuste por giro a la izquierda, f_{LT}	0.920			0.920			0.920			0.920		
Factor de ajuste por giro a la derecha, f_{RT}	0.750			0.750			0.750			0.750		
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la izquierda, f_{Lpb}	0.948			0.944			0.929			0.744		
Factor de ajuste peatón/bicicleta con giro a la derecha, f_{Rpb}	0.948			0.944			0.929			0.744		
Flujo de saturación ajustado, s (veh/h)												
$s = s_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_p \cdot f_s \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb}$	2296			2323			2319			1473		
Notas												
1. $P_{LT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la izquierda, y $P_{RT} = 1.000$ para carriles exclusivos para girar a la derecha. De lo contrario, son iguales a las proporciones de girar volúmenes en el grupo de carriles.												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63

Análisis de la Intersección

Información general										
Descripción del Proyecto										ANÁLISIS DE LAS INTERSECCIONES AV.PROLONG.GRAU-AV.CHULUCANAS
Análisis de capacidad										
Número de fase		1	1	2	2					
Tipo de fase		P	P	P	P					
Grupo de carril										
Flujo ajustado, v (veh/h)		1533	1301	1170	1216					
Flujo de saturación, s (veh/h)		2296	2323	2319	1473					
Tiempo perdido, t_l (s), $t_r = l_1 + Y - e$		3.0	3.0	3.0	3.0					
Tiempo verde efectivo, g (s), $g = G + Y - t_l$		32.0	32.0	32.0	32.0					
Relación verde, g/C		0.457	0.457	0.457	0.457					
Capacidad del grupo de carriles, ¹ $c = s(g/C)$, (veh/h)		1049	1062	1060	673					
v/c relación, X		1.461	1.225	1.104	1.807					
Relación de flujo, v/s		0.668	0.560	0.505	0.826					
Grupo de carril crítico / fase (\checkmark)		\checkmark			\checkmark					
Suma de relaciones de flujo para grupos de carriles críticos, $Y_c = \sum$ (grupos de carriles críticos, v/s)			1.494							
Tiempo total perdido por ciclo, L (s)			6							
Relación de Flujo crítico a capacidad, X_c $X_c = (Y_c)(C)/(C - L)$			1.634							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64

Capacidad Grupo Carril, Demora de Control y Determinación LOS

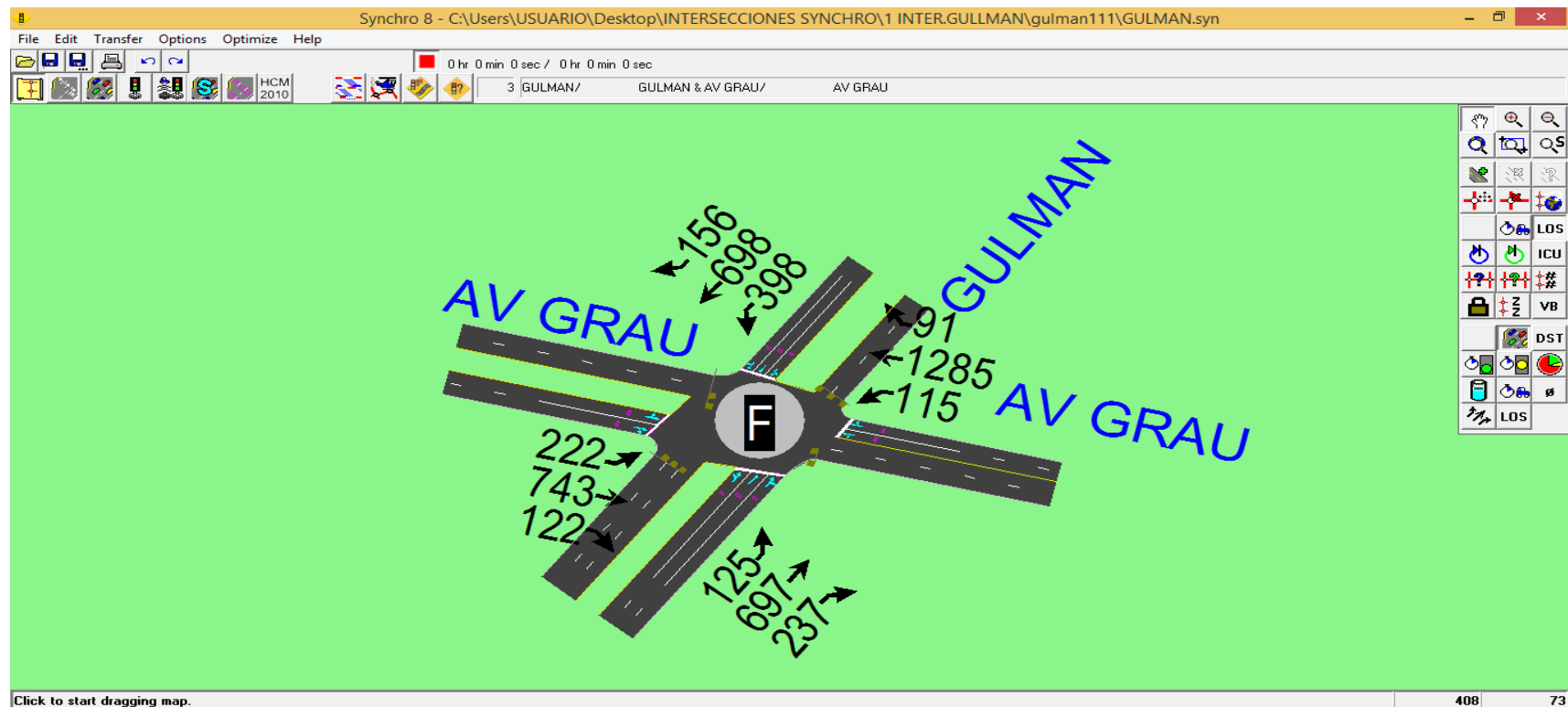
Capacidad de grupo de carril, Demora de control y determinación de LOS				
	EB	WB	NB	SB
Grupo de carril	←←	←→	→←	→→
Flujo ajustado, ² v (veh/h)	1533	1301	1170	1216
Capacidad del grupo de carriles, ² c (veh/h)	1049	1062	1060	673
v/c relación, ² X = v/c	1.461	1.225	1.104	1.807
Relación verde total, ² g/C	0.457	0.457	0.457	0.457
Demora uniforme, d ₁ = $\frac{0.50 C [1 - (g/C)]^2}{1 - [\min(1, X)g/C]}$ s/veh	19.01	19.01	19.01	19.01
Calibración de demora incremental, ³ k	0.5	0.5	0.5	0.5
Demora incremental, ⁴ d ₂ $d_2 = \frac{900T}{cT} [(X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + 8kIX}]$ (s/veh)	212.753	109.762	60.699	369.043
Demora inicial de la cola, d ₃ (s/veh) (Apéndice F)	0	0	0	0
Demora uniforme, d ₁ (s/veh) (Apéndice F)				
Factor de ajuste de progresión, PF	0.561	0.577	0.545	0.556
Demora, d = d ₁ (PF) + d ₂ + d ₃ (s/veh)	223.4	120.7	71.1	379.6
LOS por grupo de carriles (Anexo 16-2)	F	F	E	F
Demora por aproximación, dA = $\sum(d)(v) / \sum v$ (s/veh)	223.4	120.7	71.1	379.6
LOS por aproximación (Anexo 16-2)	F	F	E	F
Flujo ajustado para el acceso A, v _A (veh/h)	1533	1301	1170	1216
Demora de intersección, d _I = $\sum(d_A)(v_A) / \sum v_A$ (s/veh)	200.1	Intersección LOS (Anexo 16-2)		F
Notas				
1. Para giros a la izquierda permitidos, la capacidad mínima es (1 + P _L) (3600 / C).				
2. Los parámetros de fase primaria y secundaria se suman para obtener parámetros de grupo de carril.				
3. Para señales pretimadas o no activadas, k = 0.5. De lo contrario, consulte Anexo 16-13.				
4. T = duración del análisis (h); típicamente T = 0.25, que es para la duración del análisis de 15 min.				
I = factor de ajuste de medición de filtrado aguas arriba; I = 1 para intersecciones aisladas.				

1.4.6. Simulación de Propuesta con Programa Synchro 8

1.4.6.1. Simulación propuesta Intersección Av. Prolong. Grau-Av. Gulman.

Se realizarán 03 escenarios con el software Synchro para analizar y elegir opción que mejor corresponda:

Primer escenario: Situación actual



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\1 INTER.GULLMAN\gulman111\GULMAN.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 GULMAN/ GULMAN & AV GRAU/ AV GRAU

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	↔↔			↔↔			↔↔↔			↔↔↔			-	-
Traffic Volume (vph)	222	743	122	115	1285	91	125	697	237	398	698	156	-	-
Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turn Type	Perm	-	-	Perm	-	-	Perm	-	-	Perm	-	-	-	-
Protected Phases	4			8			2			6			-	-
Permitted Phases	4			8			2			6			-	-
Passage Time (s)	3.0	3.0	-	3.0	3.0	-	3.0	3.0	-	3.0	3.0	-	-	-
Minimum Green (s)	4.0	4.0	-	4.0	4.0	-	4.0	4.0	-	4.0	4.0	-	-	-
Maximum Split (s)	54.0	54.0	-	54.0	54.0	-	33.0	33.0	-	33.0	33.0	-	-	-
Yellow Time (s)	3.5	3.5	-	3.5	3.5	-	3.5	3.5	-	3.5	3.5	-	-	-
All-Red Time (s)	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-	-	-
Maximum Green (s)	50.0	50.0	-	50.0	50.0	-	29.0	29.0	-	29.0	29.0	-	-	-
Walk Time (s)	5.0	5.0	-	5.0	5.0	-	5.0	5.0	-	5.0	5.0	-	-	-
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	-	11.0	11.0	-	11.0	11.0	-	11.0	11.0	-	-	-
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0	-	16.0	16.0	-	16.0	16.0	-	16.0	16.0	-	-	-
Recall Mode	Max	Max	-	Max	Max	-	Max	Max	-	Max	Max	-	-	-
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-
Right Turn on Red Volume (vph)	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-
Percent Heavy Vehicles (%)	5	5	5	3	3	3	2	2	2	3	3	3	-	-
Lane Utilization Adj. Factor	-	1.00	-	-	1.00	-	-	1.00	-	-	1.00	-	-	-
Peak Hour Factor	0.81	0.81	0.81	0.79	0.79	0.79	0.86	0.86	0.86	0.82	0.82	0.82	-	-
Lost Time Adjust (s)	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0	-	-	-
Startup Lost Time (s)	-	2.0	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	-

↗ ø2 33 s ↘ ø4 54 s
 ↖ ø6 33 s ↗ ø8 54 s

Startup Lost Time (s) v/c > 1 Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\1 INTER.GULLMAN\gulman111\GULLMAN.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 GULMAN/ GULMAN & AV GRAU/ AV GRAU

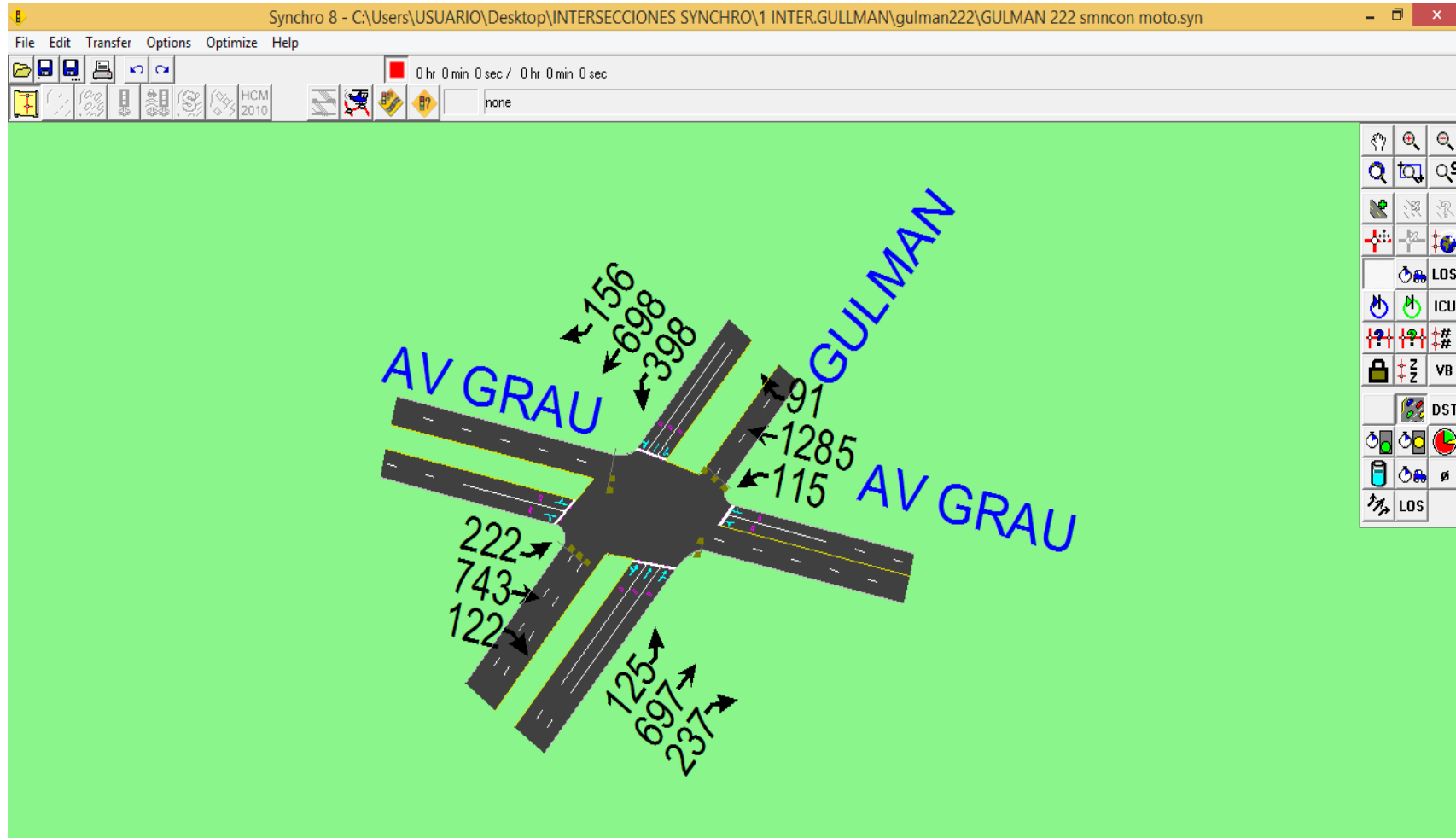
Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS													PED	HOLD
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR			
Cycle Length (s):	Lost Time Adjust (s)														
Lock Timings:	Startup Lost Time (s)														
HCM Equilibrium Cycle(s):	Extension of Effect Green Time (s)														
HCM Control Delay(s):	HCM Platoon Ratio														
HCM Intersection LOS:	HCM Upstream Filtering Factor														
Analysis Time Period (h):	Pedestrian volume (p/h)														
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	Bicycle volume (bicycles/h)														
Sneakers Per Cycle (veh):	Initial Queue (veh)														
Number of Calc. Iterations:	Speed limit (km/h)														
Stored Passenger Car Length (m):	Lane Width (m)														
Stored Heavy Vehicle Length (m):	Receiving Lanes														
Probability Peds. Pushing Button:	Turn Bay or Segment Length (m)														
Deceleration Rate (ft/s/s):	Parking present?														
Acceleration Rate (ft/s/s):	Parking Maneuvers (#/hr)														
Distance Between Stored Cars (ft):	Bus Stopping Rate, (#/hr)														
Queue Length Percentile	Stop Line Detector Length (m)														
Left-Turn Equivalency Factor:	Adjusted Flow Rate (veh/h)														
Right-Turn Equivalency Factor:	HCM 2010 Capacity (veh/h)														
Heavy Veh Equivalency Factor:	HCM Volume/Capacity														
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	HCM Movement Delay (s/veh)														
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	HCM Movement LOS														
Stop Threshold Speed (mph):	HCM Approach Delay (s/veh)														
Critical Merge Gap (s):	HCM Approach LOS														

← e2	→ e4
33 s	54 s
← e6	← e8
33 s	54 s

Startup Lost Time (s) v/c > 1 Mins ok

Segundo escenario: con Mejoramiento de fases



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\1 INTER.GULLMAN\gulman222\GULLMAN 222 smncon moto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 GULMAN/ GULMAN & AV GRAU/ AV GRAU

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS														
Node #	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR	PED	HOLD	
Description	↔↔			↔↔			↔↔↔			↔↔↔					
Traffic Volume (vph)	222	743	122	115	1285	91	125	697	237	398	698	156			
Lagging Phase?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Turn Type	pm+pt			pm+pt			pm+pt			pm+pt					
Protected Phases	7	4		3	8		5	2		1	6				
Permitted Phases	4			8			2			6					
Passage Time (s)	3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0				
Minimum Green (s)	4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0				
Maximum Split (s)	20.0	82.0		8.0	70.0		20.0	30.0		20.0	30.0				
Yellow Time (s)	3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5				
All-Red Time (s)	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5				
Maximum Green (s)	16.0	78.0		4.0	66.0		16.0	26.0		16.0	26.0				
Walk Time (s)	5.0	5.0			5.0		5.0	5.0		5.0	5.0				
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0			11.0		11.0	11.0		11.0	11.0				
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0			16.0		16.0	16.0		16.0	16.0				
Recall Mode	Max	Max		Max	Max		Max	Max		Max	Max				
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Right Turn on Red Volume (vph)		0			0			0			0				
Percent Heavy Vehicles (%)	5	5	5	3	3	3	2	2	2	3	3	3			
Lane Utilization Adj. Factor		1.00			1.00			1.00			1.00				
Peak Hour Factor	0.81	0.81	0.81	0.79	0.79	0.79	0.86	0.86	0.86	0.82	0.82	0.82			
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0				
Startup Lost Time (s)		2.0			2.0			2.0			2.0				

The time required for a pedestrian flashing dont walk interval. v/c > 1 Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\1 INTER.GULLMAN\gulman222\GULLMAN 222 smncon moto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 GULMAN/ GULMAN & AV GRAU/ AV GRAU

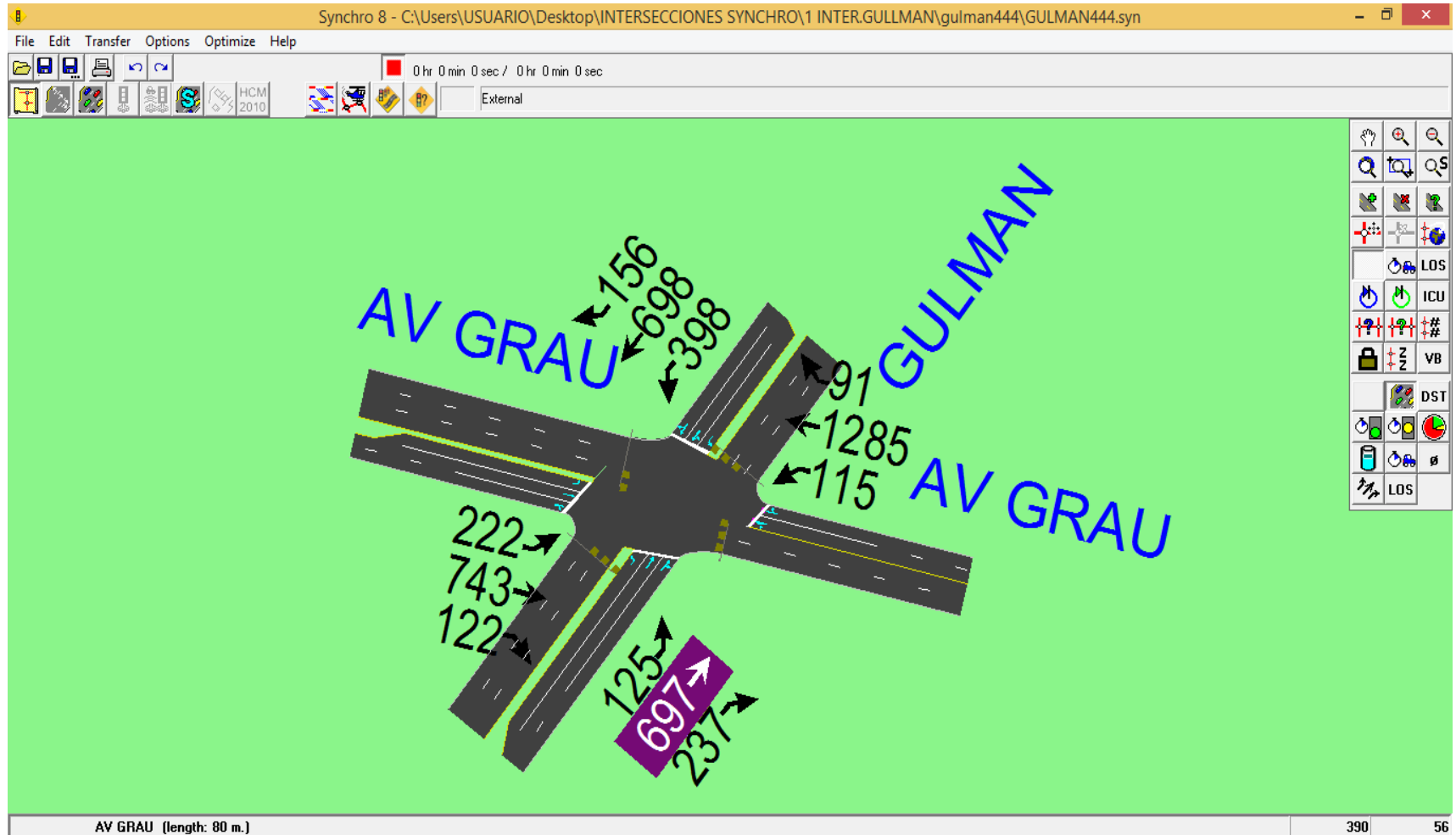
Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	140.0	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	112.0	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—
HCM Control Delay(s):	33.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (h):	0.25	—	—	97	—	—	47	—	—	144	—	—	—	25	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900	—	—	5	—	—	8	—	—	5	—	—	—	4	—
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—
Number of Calc.Iterations:	70	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	8.0	3.9	3.9	3.9	3.2	3.2	3.2	3.9	3.9	3.9	3.0	3.0	3.0	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	0.51	55.3	55.3	55.3	57.1	57.1	57.1	48.2	48.2	48.2	35.8	35.8	35.8	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Queue Length Percentile:	50	—	6	—	—	6	—	—	6	—	—	6	—	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05	274	917	151	146	1627	115	145	810	276	485	851	190	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18	0	2103	345	0	2355	165	0	861	294	0	973	216	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00	0.000	0.436	0.436	0.000	0.685	0.697	0.000	0.942	0.938	0.000	0.873	0.882	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5	0.0	8.5	8.6	0.0	12.9	13.3	0.0	61.7	81.0	0.0	53.8	66.7	—	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	2.5	—	A	A	—	B	B	—	E	F	—	D	E	—	—
Stop Threshold Speed (mph):	5.0	—	8.5	—	—	13.1	—	—	66.6	—	—	57.7	—	—	—
Critical Merge Gap (s):	3.7	—	A	—	—	B	—	—	E	—	—	E	—	—	—

ø1	ø2	ø3	ø4	ø5	ø6	ø7	ø8
20 s	30 s	8 s	82 s	20 s	30 s	20 s	70 s

Sum of Startup Lost time less Extension into Yellow time [s]. [-5 to +3 s] v/c > 1 Mins ok

Tercer escenario: Con mejoramiento de Diseño geométrico



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\1 INTER.GULLMAN\gulman444\GULLMAN444.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 GULMAN/ GULMAN & AV GRAU/ AV GRAU

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR	PED	HOLD
Node #	3													
Description														
Control Type	Pretimed													
Cycle Length (s)	90.0													
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>													
HCM Equilibrium Cycle(s)	90.0													
HCM Control Delay(s)	44.2													
HCM Intersection LOS:	D													
Analysis Time Period (h)	0.25													
Saturation Flow Rate (pc/h/ln)	1900													
Sneakers Per Cycle (veh)	2.0													
Number of Calc.Iterations:	70													
Stored Passenger Car Length (m)	8.0													
Stored Heavy Vehicle Length (m)	14.4													
Probability Peds. Pushing Button:	0.51													
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00													
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50													
Distance Between Stored Cars (ft)	8.00													
Queue Length Percentile	50													
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05													
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18													
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00													
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	4.5													
Lanes and Sharing (#RL)	↔ ↔													
Traffic Volume (vph)	222	743	122	115	1285	91	125	697	237	398	698	156		
Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
Turn Type	Split			pm+pt			pm+pt			Split				
Protected Phases	2	2		3	6		3	8		4	4			
Permitted Phases				6			8							
Passage Time (s)	3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0			
Minimum Green (s)	4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0			
Maximum Split (s)	43.0	43.0		20.0	43.0		20.0	47.0		27.0	27.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5			
Maximum Green (s)	39.0	39.0		16.0	39.0		16.0	43.0		23.0	23.0			
Walk Time (s)	5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0			
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0			
Recall Mode	Max	Max		Max	Max		Max	Max		Max	Max			
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Right Turn on Red Volume (yph)		0			0			0			0			
Percent Heavy Vehicles (%)	5	5	5	3	3	3	2	2	2	3	3	3		
Lane Utilization Adj Factor		1.00			1.00			1.00			1.00			
Peak Hour Factor	0.81	0.81	0.81	0.79	0.79	0.79	0.86	0.86	0.86	0.82	0.82	0.82		
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0			
Startup Lost Time (s)	2.0	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0			

← e2	→ e3	↖ e4
43 s	20 s	27 s
← e6	↗ e8	
43 s	47 s	

HCM 2010 critical gap for permitted left turn, s

Conflict Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\1 INTER.GULLMAN\gulman444\GULLMAN444.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 GULMAN/ GULMAN & AV GRAU/ AV GRAU

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

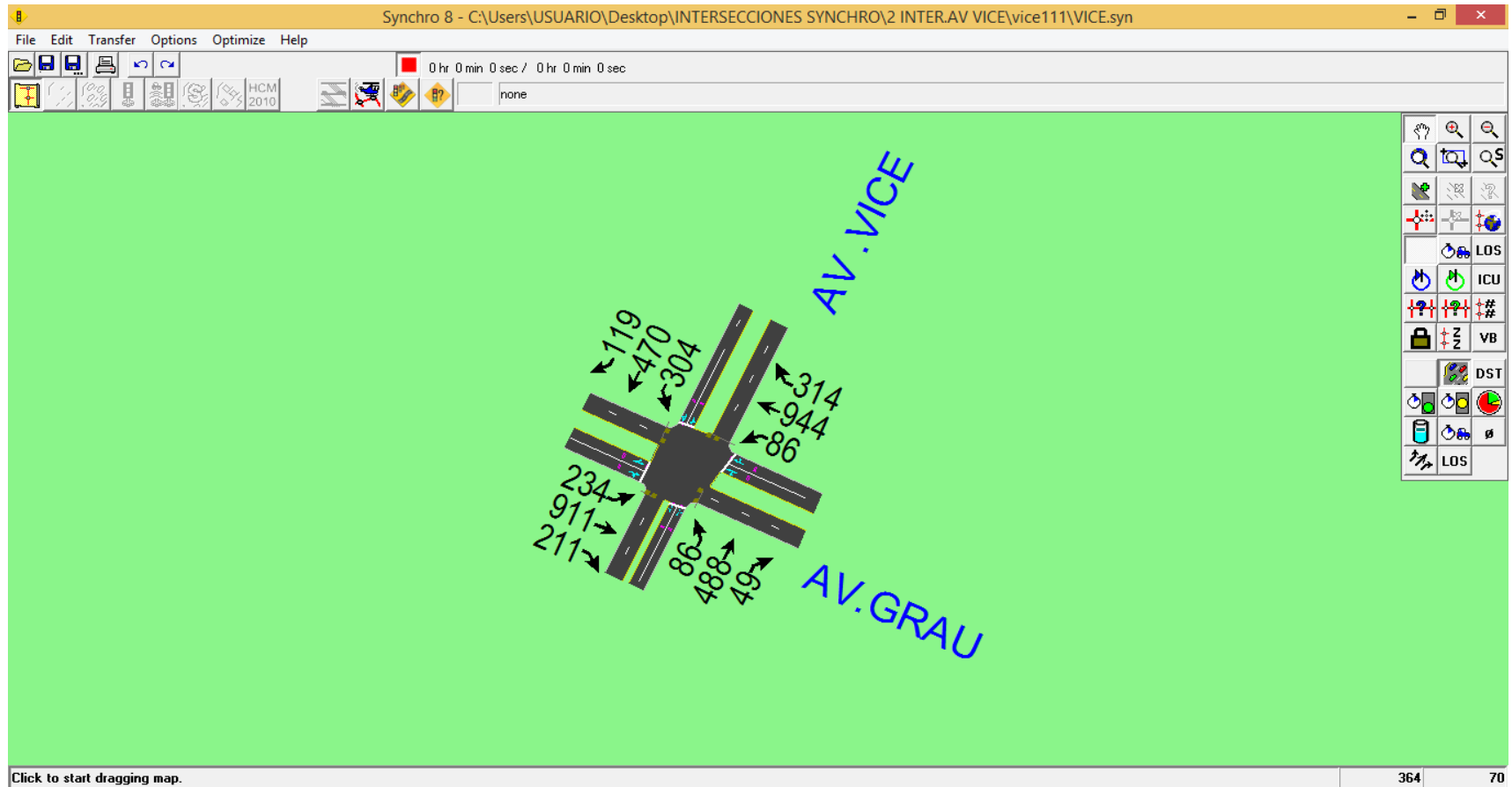
HCM 2010 INTERSECTION		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	90.0	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>	2.0	2.0	—	—	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	90.0	2.0	2.0	—	—	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—
HCM Control Delay(s):	44.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	D	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (h):	0.25	—	—	97	—	—	47	—	—	144	—	—	25	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900	—	—	5	—	—	8	—	—	5	—	—	4	—	—
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0	0	0	—	—	0	—	0	0	—	0	0	—	—	—
Number of Calc. Iterations:	70	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	8.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	0.51	45.0	57.7	57.7	55.0	55.0	55.0	45.0	52.2	52.2	45.0	35.2	35.2	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Queue Length Percentile:	50	20	100	—	—	6	—	No det.	No det.	—	20	6	—	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05	274	917	151	146	1627	115	145	810	276	485	851	190	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18	721	1251	205	0	1464	103	0	1226	416	844	1394	311	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00	0.380	0.733	0.734	0.000	1.101	1.123	0.000	0.661	0.662	0.575	0.611	0.611	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5	18.8	27.4	27.9	0.0	88.8	97.2	0.0	21.8	22.5	19.8	20.5	20.7	—	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	2.5	B	C	C	—	F	F	—	C	C	B	C	C	—	—
Stop Threshold Speed (mph):	5.0	—	25.8	—	—	93.0	—	—	22.1	—	—	20.3	—	—	—
Critical Merge Gap (s):	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HCM Approach LOS		—	C	—	—	F	—	—	C	—	—	C	—	—	—

← ø2 43 s ↗ ø3 20 s ↘ ø4 27 s
 ← ø6 43 s ↗ ø8 47 s

HCM Level Of Service for approach. Conflict Mins ok

1.4.6.2. Simulación Propuesta Intersección Av. Prolong. Grau-Av. Vice

Primer escenario: Situación actual Av. Prolong. Grau-Av. Vice



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\2 INTER.AV VICE\vice111\VICE.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.VICE

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3														
Description															
Control Type	Pretimed														
Cycle Length (s)	70.0														
Lock Timings	<input checked="" type="checkbox"/>														
HCM Equilibrium Cycle(s)	70.0														
HCM Control Delay(s)	295.9														
HCM Intersection LOS	F														
Analysis Time Period (h)	0.25														
Saturation Flow Rate (pc/h/h)	1900														
Sneakers Per Cycle (veh)	2.0														
Number of Calc.Iterations	70														
Stored Passenger Car Length (m)	8.0														
Stored Heavy Vehicle Length (m)	14.4														
Probability Peds. Pushing Button	0.51														
Deceleration Rate (ft/s/s)	4.00														
Acceleration Rate (ft/s/s)	3.50														
Distance Between Stored Cars (ft)	8.00														
Queue Length Percentile	50														
Left-Turn Equivalency Factor	1.05														
Right-Turn Equivalency Factor	1.18														
Heavy Veh Equivalency Factor	2.00														
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	4.5														
HCM 2010 SETTINGS															
Lanes and Sharing (#RL)		↕↕		↕↕		↕↕		↕↕		↕↕		↕↕			
Traffic Volume (vph)		234	911	211	86	944	314	86	488	49	304	470	119		
Lagging Phase?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Turn Type		Perm			Perm			Perm			Perm				
Protected Phases		2		6		8		4							
Permitted Phases		2		6		8		4							
Passage Time (s)		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0			
Minimum Green (s)		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0			
Maximum Split (s)		41.0	41.0		41.0	41.0		29.0	29.0		29.0	29.0			
Yellow Time (s)		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5			
All-Red Time (s)		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5			
Maximum Green (s)		37.0	37.0		37.0	37.0		25.0	25.0		25.0	25.0			
Walk Time (s)		5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0			
Walk+ ped. clear (s)		16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0			
Recall Mode		Max	Max		Max	Max		Max	Max		Max	Max			
Dual Entry?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Right Turn on Red Volume (vph)			0			0			0			0			
Percent Heavy Vehicles (%)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Lane Utilization Adj.Factor			1.00			1.00			1.00			1.00			
Peak Hour Factor		0.86	0.86	0.86	0.91	0.91	0.91	0.88	0.88	0.88	0.92	0.92	0.92		
Lost Time Adjust (s)			0.0			0.0			0.0			0.0			
Startup Lost Time (s)			2.0			2.0			2.0			2.0			

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\2 INTER.AV VICE\vice111\VICE.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.VICE

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

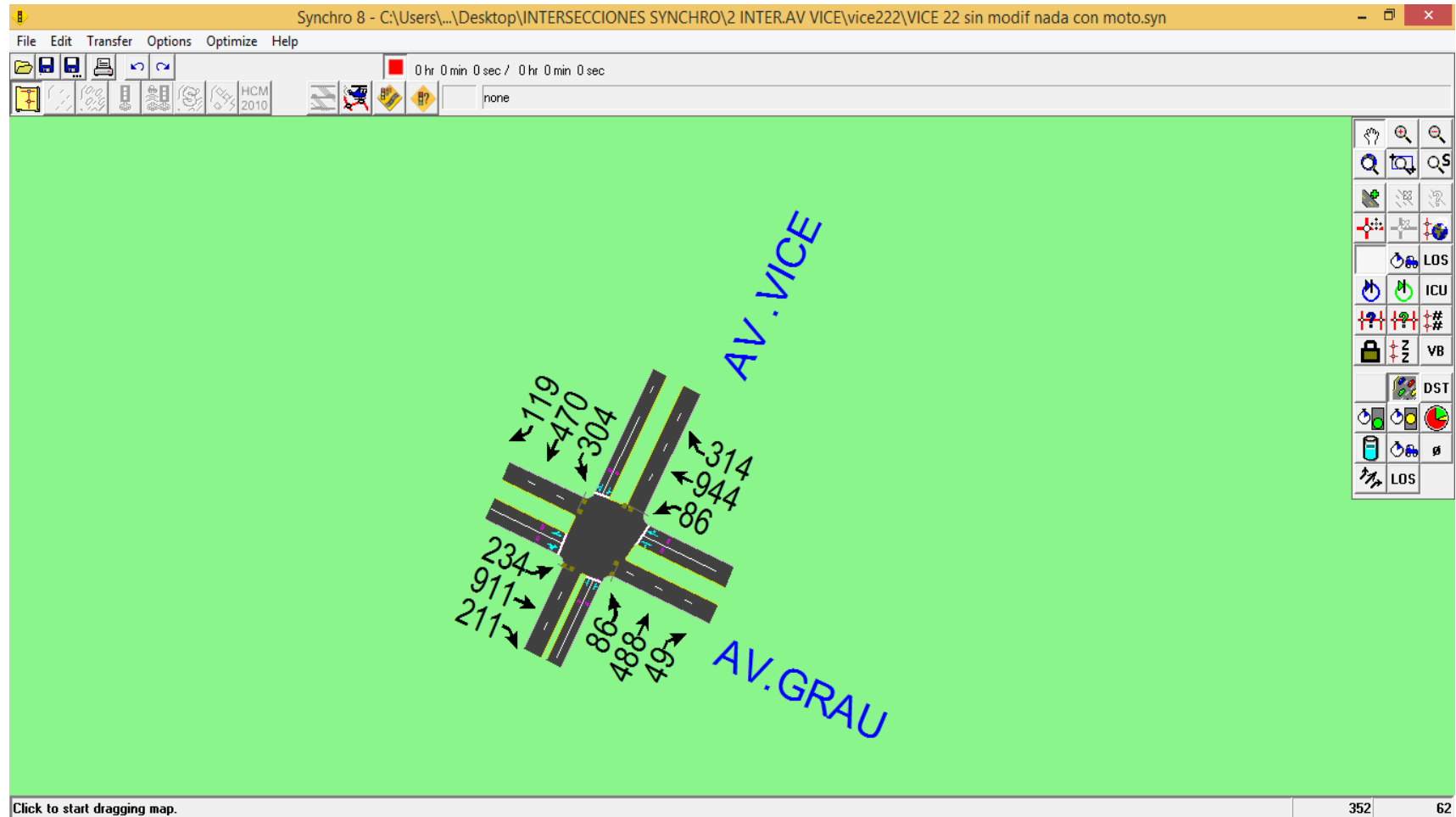
HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lock Timings:	Startup Lost Time (s)	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	Extension of Effect Green Time (s)	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—
HCM Control Delay(s):	HCM Platoon Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	HCM Upstream Filtering Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (h):	Pedestrian volume (p/h)	—	—	17	—	—	22	—	—	40	—	—	26	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/h):	Bicycle volume (bicycles/h)	—	—	8	—	—	5	—	—	7	—	—	3	—	—
Sneakers Per Cycle (veh):	Initial Queue (veh)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—
Number of Calc. Iterations:	Speed limit (km/h)	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	Lane Width (m)	4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	Receiving Lanes	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	Turn Bay or Segment Length (m)	30.6	30.6	30.6	35.4	35.4	35.4	32.4	32.4	32.4	47.4	47.4	47.4	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	Parking present?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	Bus Stopping Rate, (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Queue Length Percentile	Stop Line Detector Length (m)	—	6	—	—	6	—	—	6	—	—	6	—	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	Adjusted Flow Rate (veh/h)	272	1059	245	95	1037	345	98	555	56	330	511	129	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	HCM 2010 Capacity (veh/h)	103	725	168	103	661	220	103	509	51	103	437	111	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	HCM Volume/Capacity	2.645	0.000	1.462	0.919	0.000	1.569	0.950	0.000	1.089	3.213	0.000	1.168	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	HCM Movement Delay (s/veh)	802.5	0.0	230.5	103.7	0.0	277.9	111.0	0.0	87.0	1055.4	0.0	116.4	—	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	HCM Movement LOS	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	—	—
Stop Threshold Speed (mph):	HCM Approach Delay (s/veh)	—	329.2	—	—	266.7	—	—	90.3	—	—	436.1	—	—	—
Critical Merge Gap (s):	HCM Approach LOS	—	F	—	—	F	—	—	F	—	—	F	—	—	—

→ ø2 41 s ↓ ø4 29 s

← ø6 41 s ↑ ø8 29 s

HCM Level Of Service for approach. v/c > 1 Mins ok

Segundo escenario: con Mejoramiento de fases



Synchro 8 - C:\Users\...\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\2 INTER.AV VICE\vice222\VICE 22 sin modif nada con moto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.VICE

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	Lanes and Sharing (HRL)	↔		↔	↔		↔	↔		↔	↔		—	—	—
Description	Traffic Volume (vph)	234	911	211	86	944	314	86	498	49	304	470	119	—	—
Control Type	Lagging Phase?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Cycle Length (s)	Turn Type	pm+pt	—	—	pm+pt	—	—	pm+pt	—	—	pm+pt	—	—	—	—
Lock Timings:	Protected Phases	5	2	—	1	6	—	3	8	—	7	4	—	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s)	Permitted Phases	2	—	—	6	—	—	8	—	—	4	—	—	—	—
HCM Control Delay(s)	Passage Time (s)	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
HCM Intersection LOS:	Minimum Green (s)	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Analysis Time Period (h)	Maximum Split (s)	20.0	61.0	—	8.0	49.0	—	20.0	21.0	—	20.0	21.0	—	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/h)	Yellow Time (s)	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	—	—
Sneakers Per Cycle (veh)	All-Red Time (s)	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—
Number of Calc. Iterations:	Maximum Green (s)	16.0	57.0	—	4.0	45.0	—	16.0	17.0	—	16.0	17.0	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m)	Walk Time (s)	5.0	5.0	—	—	5.0	—	5.0	5.0	—	5.0	5.0	—	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m)	Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	—	—	11.0	—	11.0	11.0	—	11.0	11.0	—	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0	—	—	16.0	—	16.0	16.0	—	16.0	16.0	—	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s)	Recall Mode	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s)	Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft)	Right Turn on Red Volume (vph)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—
Queue Length Percentile	Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	Lane Utilization Adj.Factor	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	Peak Hour Factor	0.86	0.86	0.86	0.91	0.91	0.91	0.88	0.88	0.88	0.92	0.92	0.92	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	Startup Lost Time (s)	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—

Startup Lost Time (s)

v/c > 1 Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\...\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\2 INTER.AV VICE\vice222\VICE 22 sin modif nada con moto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

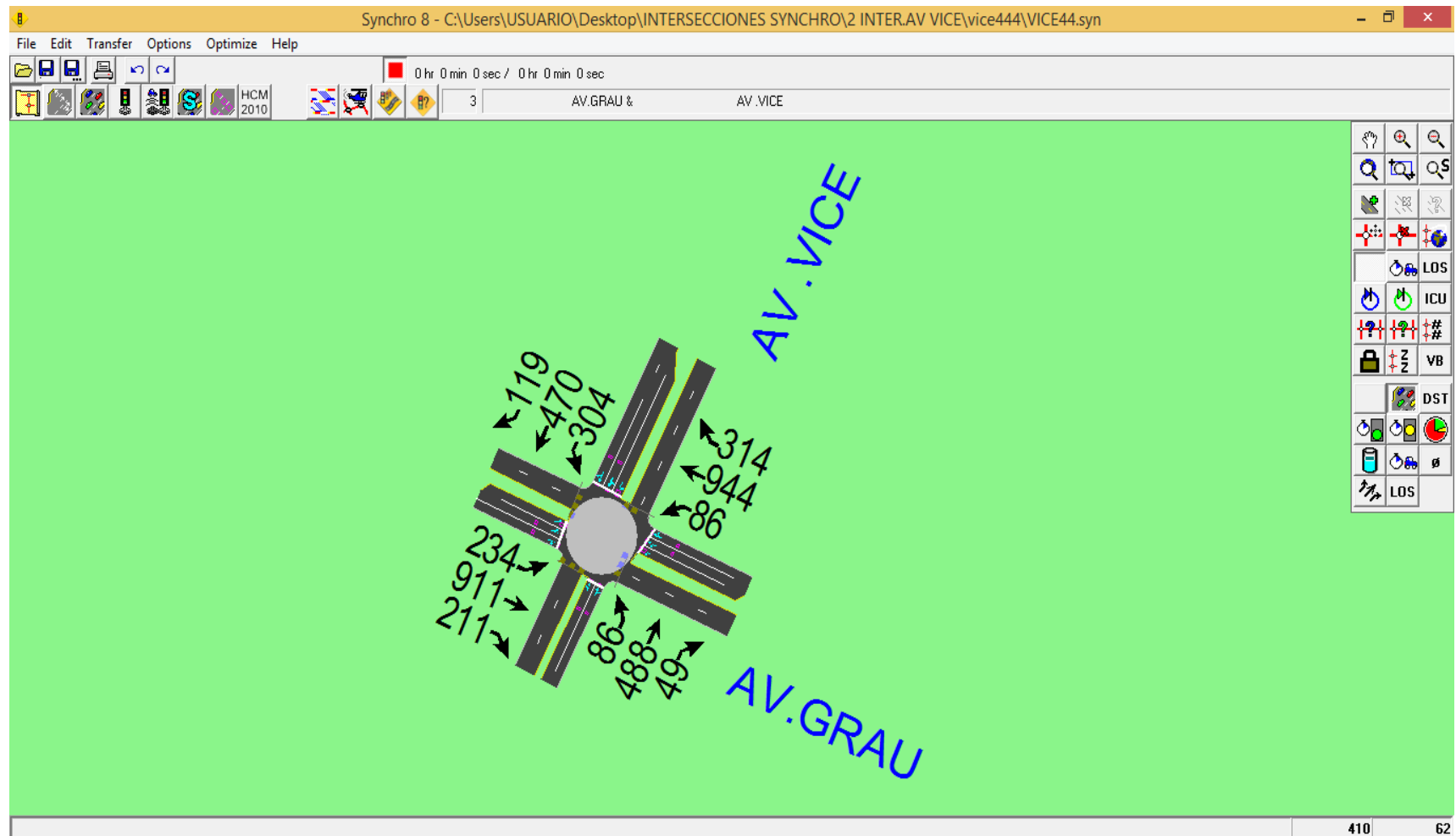
3 AV.GRAU & AV.VICE

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION		HCM 2010 SETTINGS												PED	HOLD
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR		
Cycle Length (s):	110.0														
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>														
HCM Equilibrium Cycle(s):	82.0														
HCM Control Delay(s):	23.8														
HCM Intersection LOS:															
Analysis Time Period (h):	0.25														
Saturation Flow Rate (pc/h/h):	1900														
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0														
Number of Calc.Iterations:	70														
Stored Passenger Car Length (m):	8.0														
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4														
Probability Peds. Pushing Button:	0.51														
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00														
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50														
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00														
Queue Length Percentile:	50														
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05														
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18														
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00														
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5														
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	2.5														
Stop Threshold Speed (mph):	5.0														
Critical Merge Gap (s):	3.7														
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0				
Startup Lost Time (s)		2.0			2.0			2.0			2.0				
Extension of Effect.Green Time (s)		2.0			2.0			2.0			2.0				
HCM Platoon Ratio		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
HCM Upstream Filtering Factor		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Pedestrian volume (p/h)				17			22			40			26		
Bicycle volume (bicycles/h)				8			5			7			3		
Initial Queue (veh)			0			0			0			0			
Speed limit (km/h)			40			40			40			40			
Lane Width (m)		4.2	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Receiving Lanes		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Turn Bay or Segment Length (m)		30.6	30.6	30.6	35.4	35.4	35.4	32.4	32.4	32.4	47.4	47.4	47.4		
Parking present?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Parking Maneuvers (#/hr)															
Bus Stopping Rate, (#/hr)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Stop Line Detector Length (m)			6			6			6			6			
Adjusted Flow Rate (veh/h)		272	1059	245	95	1037	345	98	555	56	330	511	129		
HCM 2010 Capacity (veh/h)		0	2098	483	0	1920	631	0	648	65	0	557	140		
HCM Volume/Capacity		0.000	0.503	0.508	0.000	0.537	0.547	0.000	0.853	0.859	0.000	0.914	0.924		
HCM Movement Delay (s/veh)		0.0	7.2	7.4	0.0	7.6	7.9	0.0	52.9	54.5	0.0	61.5	65.3		
HCM Movement LOS			A	A		A	A		D	D		E	E		
HCM Approach Delay (s/veh)			7.3			7.8			53.7			63.3			
HCM Approach LOS			A			A			D			E			

ø1 8 s 51 s ø2 20 s ø3 21 s ø4 21 s ø5 20 s ø6 49 s ø7 20 s ø8 21 s

Tercer escenario: Con mejoramiento de Diseño geométrico



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\2 INTER.AV VICE\vice444\VICE44.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.VICE

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	Lanes and Sharing (#PL)	↖ ↗	↔	↘	↖ ↗	↔	↘	↖ ↗	↔	↘	↖ ↗	↔	↘	—	—
Description	Traffic Volume (vph)	234	911	211	86	944	314	86	488	49	304	470	119	—	—
Control Type	Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Cycle Length (s)	Turn Type	Split	—	—	pm+pt	—	—	Split	—	—	pm+pt	—	—	—	—
Lock Timings:	Protected Phases	4	4	—	3	8	—	2	2	—	1	6	—	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s)	Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HCM Control Delay(s)	Passage Time (s)	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
HCM Intersection LOS:	Minimum Green (s)	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Analysis Time Period (h)	Maximum Split (s)	41.0	41.0	—	8.0	49.0	—	27.0	27.0	—	14.0	41.0	—	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln)	Yellow Time (s)	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	—	—
Sneakers Per Cycle (veh)	All-Red Time (s)	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—
Number of Calc. Iterations:	Maximum Green (s)	37.0	37.0	—	4.0	45.0	—	23.0	23.0	—	10.0	37.0	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m)	Walk Time (s)	5.0	5.0	—	—	5.0	—	5.0	5.0	—	—	5.0	—	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m)	Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	—	—	11.0	—	11.0	11.0	—	—	11.0	—	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0	—	—	16.0	—	16.0	16.0	—	—	16.0	—	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	Recall Mode	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft)	Right Turn on Red Volume (vph)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—
Queue Length Percentile	Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	Lane Utilization Adj Factor	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	Peak Hour Factor	0.86	0.86	0.86	0.91	0.91	0.91	0.88	0.88	0.88	0.92	0.92	0.92	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	Startup Lost Time (s)	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—

AV.GRAU & AV.VICE (282 139)

Conflict Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\2 INTER.AV VICE\vice444\VICE44.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010 3 AV.GRAU & AV.VICE

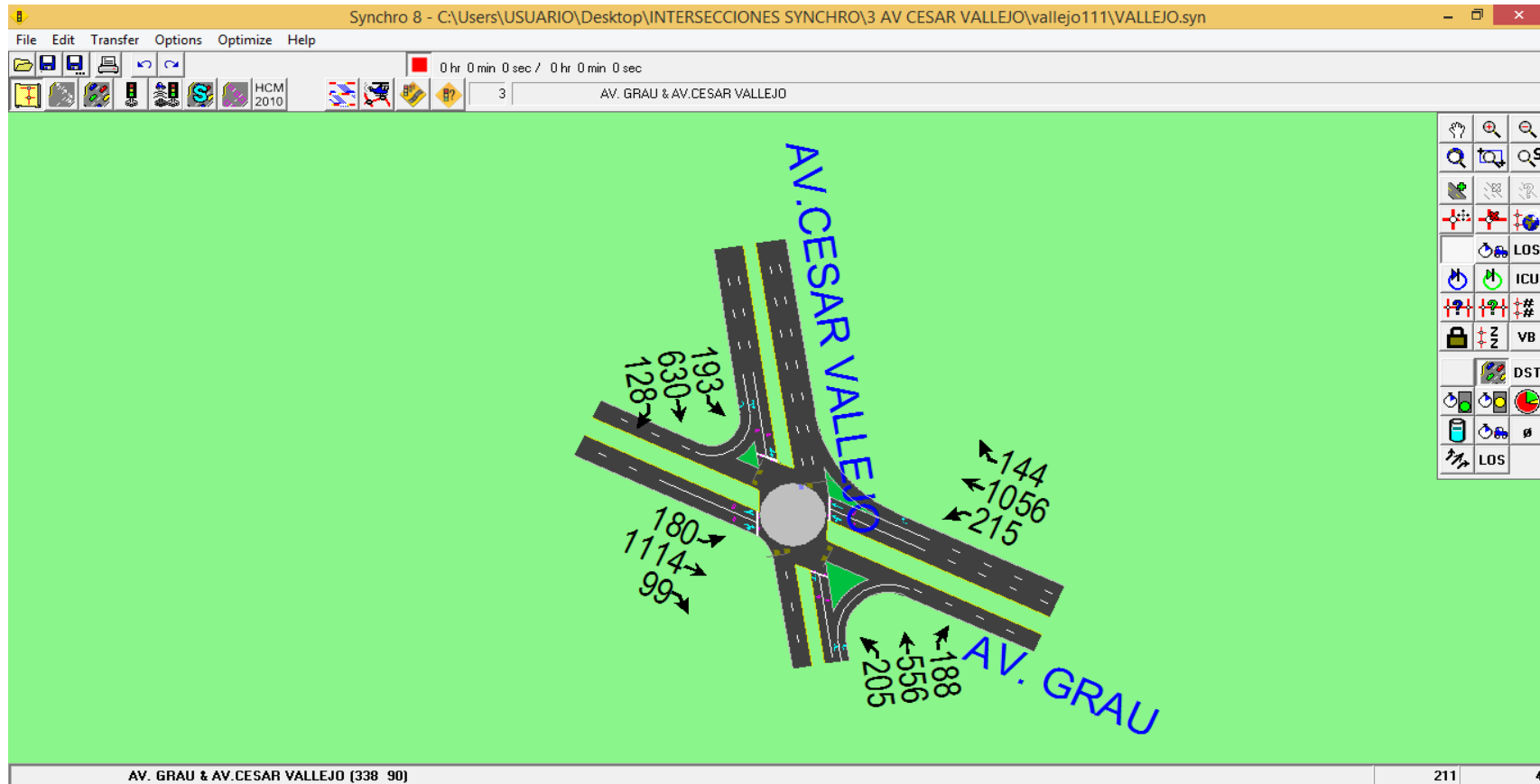
Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	90.0	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	90.0	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—
HCM Control Delay(s):	42.4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	D	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (h):	0.25	—	—	17	—	—	22	—	—	40	—	—	26	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0	0	0	—	0	0	—	—	0	—	0	0	—	—	—
Number of Calc. Iterations:	70	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	8.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	0.51	40.0	29.6	29.6	40.0	35.5	35.5	34.6	34.6	34.6	40.0	49.4	49.4	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Queue Length Percentile	50	20	6	—	20	6	—	—	6	—	20	6	—	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05	Adjusted Flow Rate (veh/h)	272	1059	245	95	1037	345	98	555	56	330	511	129	—
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18	HCM 2010 Capacity (veh/h)	697	1148	265	155	1278	420	116	689	72	274	1159	292	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00	HCM Volume/Capacity	0.391	0.920	0.928	0.608	0.808	0.821	0.844	0.000	0.769	1.205	0.439	0.443	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5	HCM Movement Delay (s/veh)	20.2	43.8	45.9	37.6	26.7	28.2	49.3	0.0	43.4	147.6	20.9	21.1	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s)	2.5	HCM Movement LOS	C	D	D	D	C	C	D	D	D	F	C	C	—
Stop Threshold Speed (mph):	5.0	HCM Approach Delay (s/veh)	—	40.6	—	—	28.1	—	—	46.5	—	—	64.1	—	—
Critical Merge Gap (s):	3.7	HCM Approach LOS	—	D	—	—	C	—	—	D	—	—	E	—	—

AV.GRAU & AV.VICE (282 139) Conflict Mins ok

1.4.6.3. Simulación Propuesta Intersección Av. Prolong. Grau-Av. César Vallejo

Primer escenario: Situación actual Av. Prolong. Grau-Av. César Vallejo



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\3 AV CESAR VALLEJO\vallejo111\VALLEJO.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3													
Description	Lanes and Sharing (#P/L)													
Control Type	Pretimed													
Cycle Length (s)	73.0													
Lock Timings	<input checked="" type="checkbox"/>													
HCM Equilibrium Cycle(s)	73.0													
HCM Control Delay(s)	234.3													
HCM Intersection LOS	F													
Analysis Time Period (h)	0.25													
Saturation Flow Rate (pc/h/ln)	1900													
Sneakers Per Cycle (veh)	2.0													
Number of Calc. Iterations	70													
Stored Passenger Car Length (m)	8.0													
Stored Heavy Vehicle Length (m)	14.4													
Probability Peds. Pushing Button	0.51													
Deceleration Rate (ft/s/s)	4.00													
Acceleration Rate (ft/s/s)	3.50													
Distance Between Stored Cars (ft)	8.00													
Queue Length Percentile	50													
Left-Turn Equivalency Factor	1.05													
Right-Turn Equivalency Factor	1.18													
Heavy Veh Equivalency Factor	2.00													
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	4.5													
HCM 2010 SETTINGS														
Traffic Volume (vph)	180	1114	99	215	1056	144	205	556	188	193	630	128		
Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Turn Type	Perm			Perm		Perm	Perm		Perm	Perm		Perm		
Protected Phases		4			8			2			6			
Permitted Phases	4			8		8	2		2	6		6		
Passage Time (s)	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Minimum Green (s)	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		
Maximum Split (s)	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0		
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		
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		
Maximum Green (s)	36.0	36.0		36.0	36.0	36.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0		
Walk Time (s)	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0		11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0		
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0		16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0		
Recall Mode	Max	Max		Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max		
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Right Turn on Red Volume (vph)		0				0		0	0		0	0		
Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Lane Utilization Adj. Factor		1.00			1.00			1.00			1.00			
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.86	0.86	0.86	0.83	0.83	0.83		
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		
Startup Lost Time (s)		2.0			2.0	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0		

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\3 AV CESAR VALLEJO\vallejo111\VALLEJO.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

3 AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO

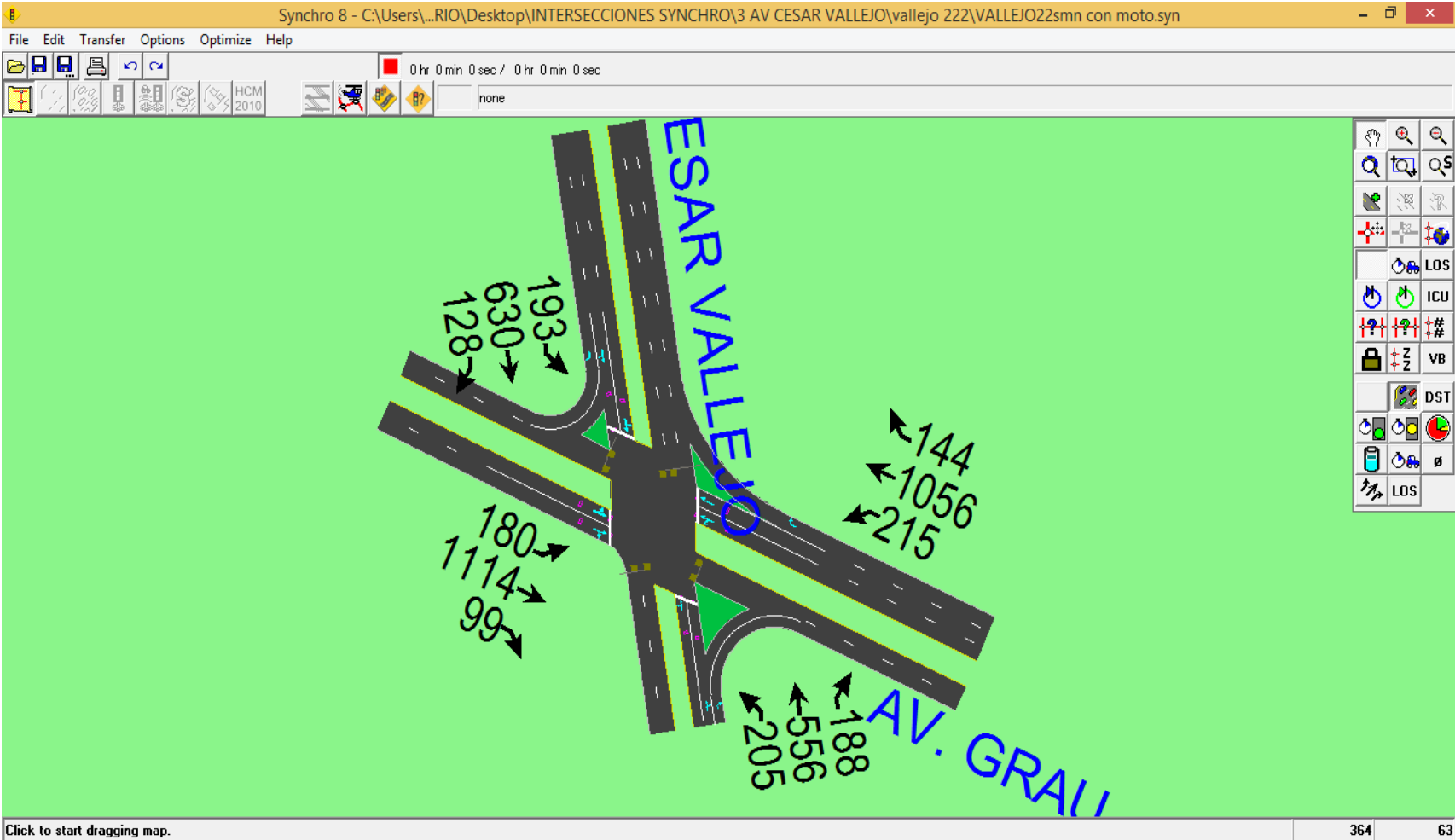
Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—
Lock Timings:	Startup Lost Time (s)	—	2.0	—	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	Extension of Effect.Green Time (s)	—	2.0	—	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—
HCM Control Delay(s):	HCM Platoon Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	HCM Upstream Filtering Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (h):	Pedestrian volume (p/h)	—	—	7	—	—	8	—	—	13	—	—	33	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	Bicycle volume (bicycles/h)	—	—	7	—	—	15	—	—	3	—	—	1	—	—
Sneakers Per Cycle (veh):	Initial Queue (veh)	—	0	—	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	—
Number of Calc.Iterations:	Speed limit (km/h)	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	Lane Width (m)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	3.0	3.0	3.0	3.6	3.6	3.6	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	Receiving Lanes	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	Turn Bay or Segment Length (m)	61.4	61.4	61.4	81.0	81.0	81.0	31.9	31.9	31.9	77.3	77.3	77.3	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	Parking present?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	Bus Stopping Rate, (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Queue Length Percentile	Stop Line Detector Length (m)	—	6	—	—	6	20	—	6	20	—	6	20	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	Adjusted Flow Rate (veh/h)	196	1211	108	231	1135	155	238	647	219	233	759	154	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	HCM 2010 Capacity (veh/h)	99	793	71	99	861	785	99	643	587	99	673	606	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	HCM Volume/Capacity	1.984	0.000	1.526	2.344	1.319	0.197	2.417	1.005	0.373	2.358	1.127	0.255	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	HCM Movement Delay (s/veh)	513.3	0.0	261.1	671.6	170.4	10.9	703.8	58.7	17.4	677.6	97.2	15.8	—	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	HCM Movement LOS	F	F	F	F	F	B	F	F	B	F	F	B	—	—
Stop Threshold Speed (mph):	HCM Approach Delay (s/veh)	—	293.7	—	—	230.3	—	—	189.9	—	—	204.1	—	—	—
Critical Merge Gap (s):	HCM Approach LOS	—	F	—	—	F	—	—	F	—	—	F	—	—	—

↑ ø2 ↓ ø6 → ø4 ← ø8
 33 s 33 s 40 s 40 s
 Startup Lost Time (s)

v/c > 1 Mins ok

Segundo escenario: con Mejoramiento de fases



Synchro 8 - C:\Users\...RIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\3 AV CESAR VALLEJO\vallejo 222\VALLEJO22smn con moto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

3 AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕		↕	↕↕		↕	↕↕		↕		
Traffic Volume (vph)	180	1114	99	215	1056	144	205	556	188	193	630	128		
Lagging Phase?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Turn Type	pm+pt			pm+pt		Perm	pm+pt		Perm	pm+pt		Perm		
Protected Phases	7	4		3	8		5	2		1	6			
Permitted Phases	4			8		8	2		2	6		6		
Passage Time (s)	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Minimum Green (s)	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		
Maximum Split (s)	8.0	54.0		8.0	54.0	54.0	8.0	40.0	40.0	8.0	40.0	40.0		
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		
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		
Maximum Green (s)	4.0	50.0		4.0	50.0	50.0	4.0	36.0	36.0	4.0	36.0	36.0		
Walk Time (s)		5.0			5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0		
Flash Dont Walk (s)		11.0			11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0		
Walk+ ped. clear (s)		16.0			16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0		
Recall Mode	Max	Max		Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max		
Dual Entry?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Right Turn on Red Volume (vph)		0				0		0	0		0	0		
Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Lane Utilization Adj. Factor		1.00			1.00			1.00			1.00			
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.86	0.86	0.86	0.83	0.83	0.83		
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		
Startup Lost Time (s)		2.0			2.0	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0		

AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO (338 90)

v/c > 1 Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\...RIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\3 AV CESAR VALLEJO\vallejo 222\VALLEJO22smn con moto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO

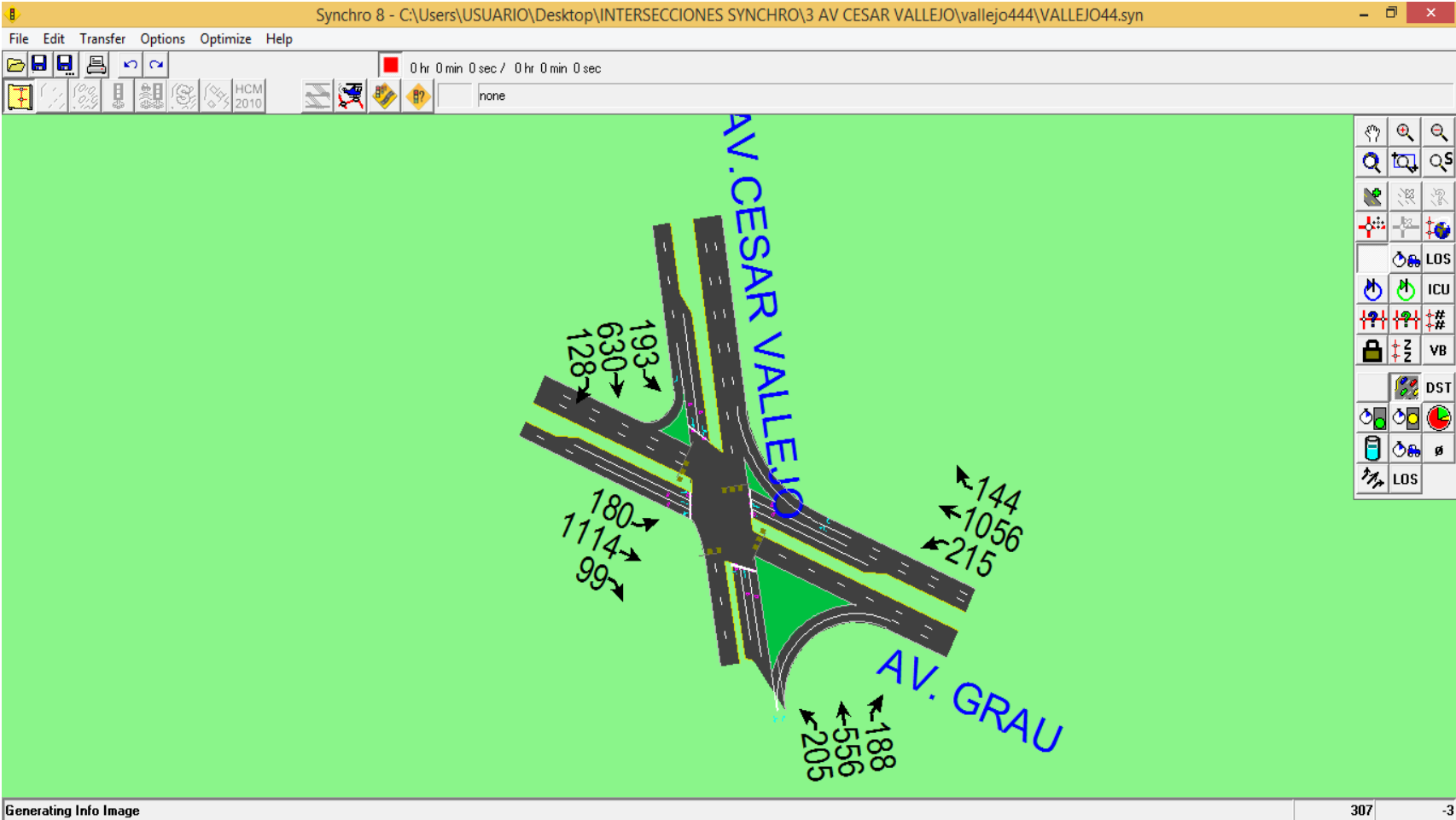
Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	110.0	—	0.0	—	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	—	2.0	—	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	94.0	—	2.0	—	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—
HCM Control Delay(s):	19.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (hr):	0.25	—	—	7	—	—	8	—	—	13	—	—	33	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900	—	—	7	—	—	15	—	—	3	—	—	1	—	—
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0	—	0	—	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	—
Number of Calc. Iterations:	70	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	8.0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	3.0	3.0	3.0	3.6	3.6	3.6	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	0.51	61.8	61.8	61.8	80.8	80.8	80.8	31.7	31.7	31.7	77.4	77.4	77.4	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Queue Length Percentile:	50	—	0	—	—	0	20	—	0	20	—	0	20	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05	196	1211	108	231	1135	155	238	647	219	233	759	154	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18	0	1881	167	0	2040	847	0	1363	565	0	1427	583	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00	0.000	0.642	0.645	0.000	0.557	0.183	0.000	0.474	0.387	0.000	0.532	0.264	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5	0.0	18.7	18.9	0.0	15.7	11.9	0.0	23.1	23.0	0.0	23.9	21.0	—	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	2.5	—	B	B	—	B	B	—	C	C	—	C	C	—	—
Stop Threshold Speed (mph):	5.0	—	18.8	—	—	15.3	—	—	23.0	—	—	23.4	—	—	—
Critical Merge Gap (s):	3.7	—	B	—	—	B	—	—	C	—	—	C	—	—	—
Stop Line Detector Length (m):	—	—	0	—	—	0	20	—	0	20	—	0	20	—	—
Adjusted Flow Rate (veh/h)	196	1211	108	231	1135	155	238	647	219	233	759	154	—	—	
HCM 2010 Capacity (veh/h)	0	1881	167	0	2040	847	0	1363	565	0	1427	583	—	—	
HCM Volume/Capacity	0.000	0.642	0.645	0.000	0.557	0.183	0.000	0.474	0.387	0.000	0.532	0.264	—	—	
HCM Movement Delay (s/veh)	0.0	18.7	18.9	0.0	15.7	11.9	0.0	23.1	23.0	0.0	23.9	21.0	—	—	
HCM Movement LOS	—	B	B	—	B	B	—	C	C	—	C	C	—	—	
HCM Approach Delay (s/veh)	—	18.8	—	—	15.3	—	—	23.0	—	—	23.4	—	—	—	
HCM Approach LOS	—	B	—	—	B	—	—	C	—	—	C	—	—	—	

AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO (338 90)

v/c > 1 Mins ok

Tercer escenario: Con mejoramiento de Diseño geométrico



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\3 AV CESAR VALLEJO\vallejo444\VALLEJO444.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #															
Description															
Traffic Volume (vph)		180	1114	99	215	1056	144	205	556	188	193	630	128		
Lagging Phase?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Turn Type		pm+pt	—	—	Split	—	Perm	Split	—	Perm	pm+pt	—	Perm		
Protected Phases		7	4	—	8	8	—	2	2	—	1	6	—		
Permitted Phases		4	—	—	8	—	—	2	—	—	6	—	6		
Passage Time (s)		3.0	3.0	—	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Minimum Green (s)		4.0	4.0	—	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		
Maximum Split (s)		20.0	50.0	—	30.0	30.0	30.0	20.0	20.0	20.0	20.0	40.0	40.0		
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		
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		
Maximum Green (s)		16.0	46.0	—	26.0	26.0	26.0	16.0	16.0	16.0	16.0	36.0	36.0		
Walk Time (s)		5.0	5.0	—	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0		
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0	—	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0		
Walk+ ped. clear (s)		16.0	16.0	—	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0		
Recall Mode		Max	Max	—	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max		
Dual Entry?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Right Turn on Red Volume (vph)		—	0	—	—	0	0	—	0	0	—	—	0		
Percent Heavy Vehicles (%)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Lane Utilization Adj. Factor		—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—		
Peak Hour Factor		0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.86	0.86	0.86	0.83	0.83	0.83		
Lost Time Adjust (s)		0.0	0.0	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0	0.0		
Startup Lost Time (s)		2.0	2.0	—	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	2.0	2.0		

AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO (338 90)

Conflict Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\3 AV CESAR VALLEJO\vallejo444\VALLEJO444.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

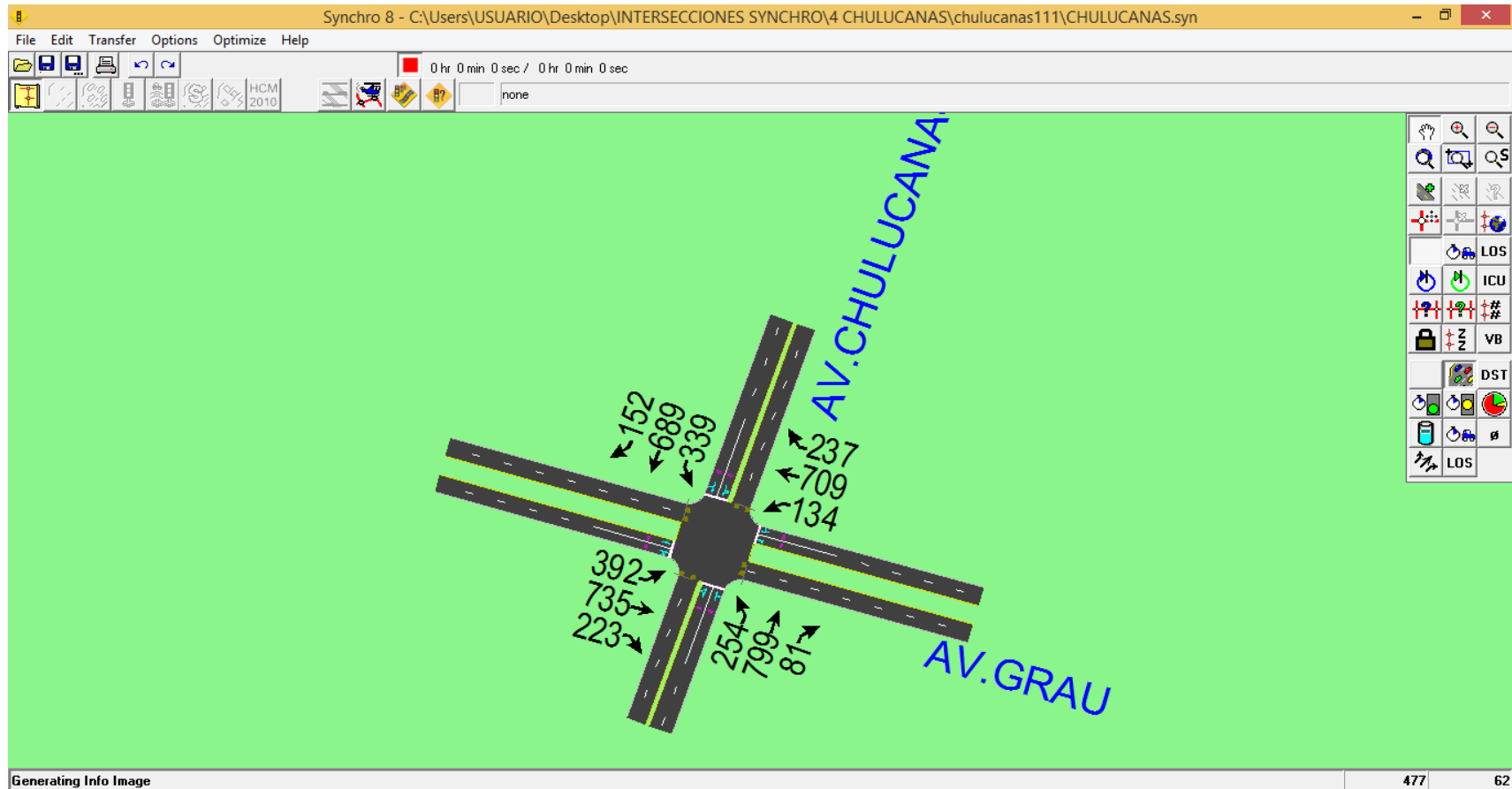
HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	90.0	0.0	0.0	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	2.0	2.0	—	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—
HCM Equilibrium Cycle(s):	90.0	2.0	2.0	—	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—
HCM Control Delay(s):	38.7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
HCM Intersection LOS:	C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—
Analysis Time Period (h):	0.25	—	—	7	—	—	8	—	—	13	—	—	33	—	—
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900	—	—	7	—	—	15	—	—	3	—	—	1	—	—
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	—	0	0	—	—
Number of Calc. Iterations:	70	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—
Stored Passenger Car Length (m):	8.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	—	—
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	—	—
Probability Peds. Pushing Button:	0.51	40.0	60.2	60.2	40.0	80.4	80.4	30.0	31.3	31.3	40.0	72.6	72.6	—	—
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Queue Length Percentile	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05	20	6	—	20	6	20	20	6	20	—	6	20	—	—
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18	196	1211	108	231	1135	155	238	647	219	233	759	154	—	—
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00	386	1669	148	487	1023	421	678	1423	591	0	1490	610	—	—
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5	0.507	0.724	0.727	0.475	1.110	0.368	0.352	0.454	0.370	0.000	0.509	0.253	—	—
Follow-up Time for Perm. L Turn (s):	2.5	24.7	22.0	22.3	29.7	95.4	27.9	20.3	20.8	20.8	0.0	21.6	19.0	—	—
Stop Threshold Speed (mph):	5.0	C	C	C	C	F	C	C	C	C	—	C	B	—	—
Critical Merge Gap (s):	3.7	—	22.5	—	—	78.6	—	—	20.7	—	—	21.2	—	—	—
		—	C	—	—	E	—	—	C	—	—	C	—	—	—

AV. GRAU & AV. CESAR VALLEJO (338 90)

Conflict Mins ok

1.4.6.4. Simulación Propuesta Intersección Av. Prolong. Grau-Av. Chulucanas

Primer escenario: Situación actual Av. Prolonga. Grau-Chulucanas



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\4 CHULUCANAS\chulucanas111\CHULUCANAS.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.CHULUCANAS

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS													
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#PRL)	↕↕			↕↕			↕↕			↕↕			—	—
Traffic Volume (vph)	392	735	223	134	709	237	254	799	81	339	689	152	—	—
Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Turn Type	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	Perm	—	—	—	—
Protected Phases	4			8			2			6			—	—
Permitted Phases	←			0			2			6			—	—
Passage Time (s)	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—
Minimum Green (s)	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—
Maximum Split (s)	38.0	38.0	—	38.0	38.0	—	32.0	32.0	—	32.0	32.0	—	—	—
Yellow Time (s)	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	3.5	3.5	—	—	—
All-Red Time (s)	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—
Maximum Green (s)	34.0	34.0	—	34.0	34.0	—	28.0	28.0	—	28.0	28.0	—	—	—
Walk Time (s)	5.0	5.0	—	5.0	5.0	—	5.0	5.0	—	5.0	5.0	—	—	—
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	—	11.0	11.0	—	11.0	11.0	—	11.0	11.0	—	—	—
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0	—	16.0	16.0	—	16.0	16.0	—	16.0	16.0	—	—	—
Recall Mode	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	Max	Max	—	—	—
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Right Turn on Red Volume (vph)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—
Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—
Lane Utilization Adj Factor	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	—
Peak Hour Factor	0.88	0.88	0.88	0.83	0.83	0.83	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Startup Lost Time (s)	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	2.0	—	—	—

AV.GRAU & AV.CHULUCANAS (325 115) v/c > 1 Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\4 CHULUCANAS\chulucanas111\CHULUCANAS.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.CHULUCANAS

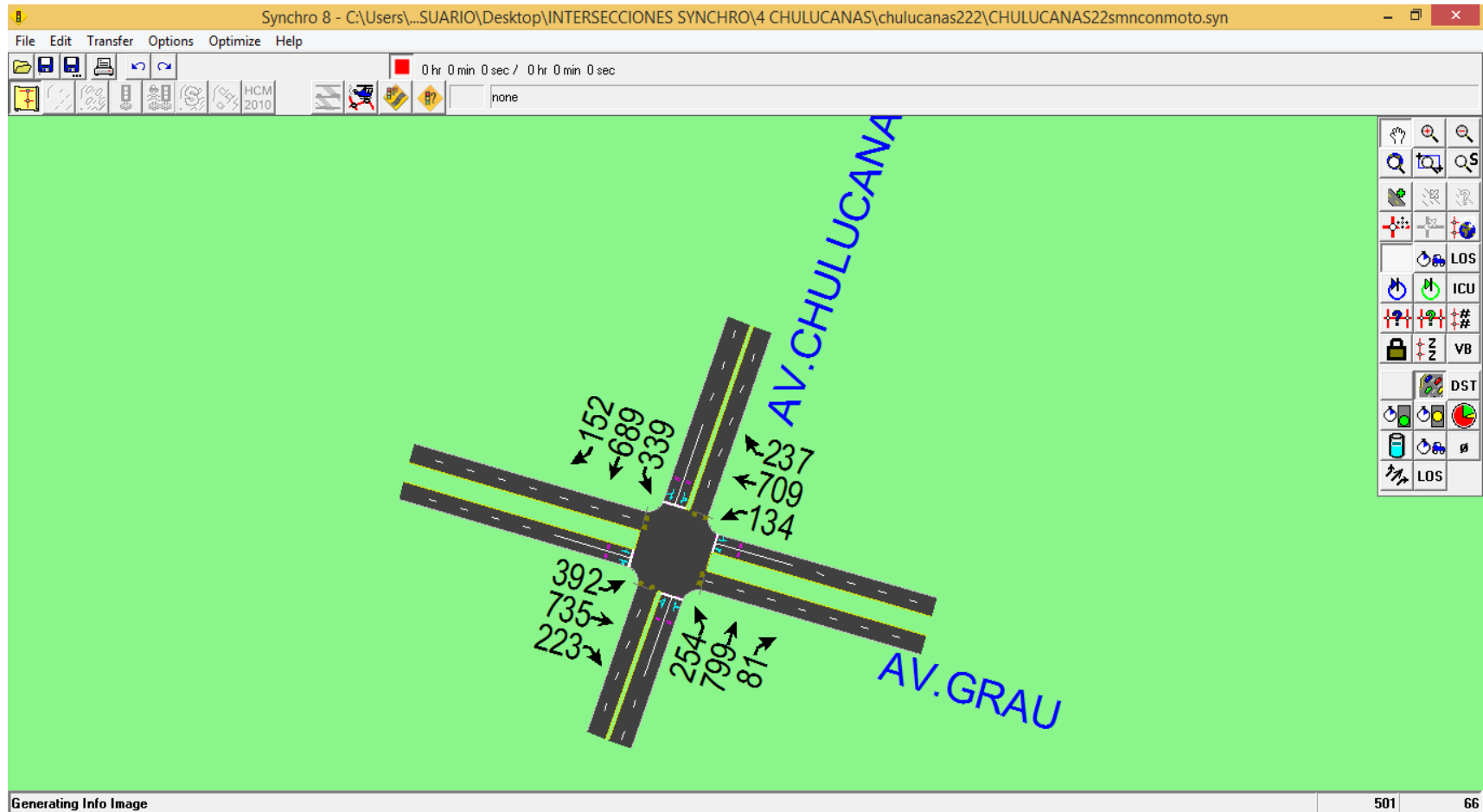
Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	Value	HCM 2010 SETTINGS												PED	HOLD
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR		
Cycle Length (s):	70.0														
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>														
HCM Equilibrium Cycle(s):	70.0														
HCM Control Delay(s):	458.7														
HCM Intersection LOS:	F														
Analysis Time Period (h):	0.25														
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900														
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0														
Number of Calc. Iterations:	70														
Stored Passenger Car Length (m):	8.0														
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4														
Probability Peds. Pushing Button:	0.51														
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00														
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50														
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00														
Queue Length Percentile	50														
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05														
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18														
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00														
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5														
Follow-up Time for Perm. L Turn (s)	2.5														
Stop Threshold Speed (mph):	5.0														
Critical Merge Gap (s):	3.7														
Lost Time Adjust (s)	0.0														
Startup Lost Time (s)	2.0														
Extension of Effect.Green Time (s)	2.0														
HCM Platoon Ratio	1.00														
HCM Upstream Filtering Factor	1.00														
Pedestrian volume (p/h)	15														
Bicycle volume (bicycles/h)	3														
Initial Queue (veh)	0														
Speed limit (km/h)	40														
Lane Width (m)	3.3														
Receiving Lanes	2														
Turn Bay or Segment Length (m)	88.9														
Parking present?	<input type="checkbox"/>														
Parking Maneuvers (#/hr)	0														
Bus Stopping Rate, (#/hr)	0														
Stop Line Detector Length (m)	6														
Adjusted Flow Rate (veh/h)	445	835	253	161	854	286	262	824	84	349	710	157			
HCM 2010 Capacity (veh/h)	103	540	164	103	531	177	103	562	57	103	492	109			
HCM Volume/Capacity	4.331	0.000	1.546	1.570	0.000	1.609	2.546	0.000	1.465	3.398	0.000	1.443			
HCM Movement Delay (s/veh)	1556.3	0.0	270.9	332.8	0.0	298.6	758.3	0.0	238.9	1138.2	0.0	229.8			
HCM Movement LOS	F		F	F		F	F		F	F		F			
HCM Approach Delay (s/veh)	644.2														
HCM Approach LOS	F														

↑ a2 32 s ↓ a6 32 s
 → a4 38 s ← a8 38 s

HCM Level Of Service for approach. v/c > 1 Mins ok

Segundo escenario: con Mejoramiento de fases



Synchro 8 - C:\Users\...SUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\4 CHULUCANAS\chulucanas222\CHULUCANAS22smnconmoto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

3 AV.GRAU & AV.CHULUCANAS

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	Lanes and Sharing (#RL)	↕↕			↕↕			↕↕			↕↕				
Description	Traffic Volume (vph)	392	735	223	134	709	237	254	799	81	339	689	152		
Control Type	Lagging Phase?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Cycle Length (s)	Turn Type	pm+pt			pm+pt			pm+pt			pm+pt				
Lock Timings:	Protected Phases	7	4		3	8		5	2		1	6			
HCM Equilibrium Cycle(s)	Permitted Phases	4			8			2			6				
HCM Control Delay(s)	Passage Time (s)	3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0			
HCM Intersection LDS	Minimum Green (s)	4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0			
Analysis Time Period (h)	Maximum Split (s)	20.0	20.0		20.0	20.0		20.0	20.0		20.0	20.0			
Saturation Flow Rate (pc/h/ln)	Yellow Time (s)	3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5			
Sneakers Per Cycle (veh)	All-Red Time (s)	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5			
Number of Calc.Iterations:	Maximum Green (s)	16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0			
Stored Passenger Car Length (m)	Walk Time (s)	5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0		5.0	5.0			
Stored Heavy Vehicle Length (m)	Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0		11.0	11.0			
Probability Peds. Pushing Button:	Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0		16.0	16.0			
Deceleration Rate (ft/s/s):	Recall Mode	Max	Max		Max	Max		Max	Max		Max	Max			
Acceleration Rate (ft/s/s):	Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Distance Between Stored Cars (ft):	Right Turn on Red Volume (vph)		0			0			0			0			
Queue Length Percentile	Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Left-Turn Equivalency Factor:	Lane Utilization Adj.Factor		1.00			1.00			1.00			1.00			
Right-Turn Equivalency Factor:	Peak Hour Factor	0.88	0.88	0.88	0.83	0.83	0.83	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97		
Heavy Veh Equivalency Factor:	Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	Startup Lost Time (s)		2.0			2.0			2.0			2.0			

Startup Lost Time (s) v/c > 1 Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\...SUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\4 CHULUCANAS\chulucanas22\CHULUCANAS22smnconmoto.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

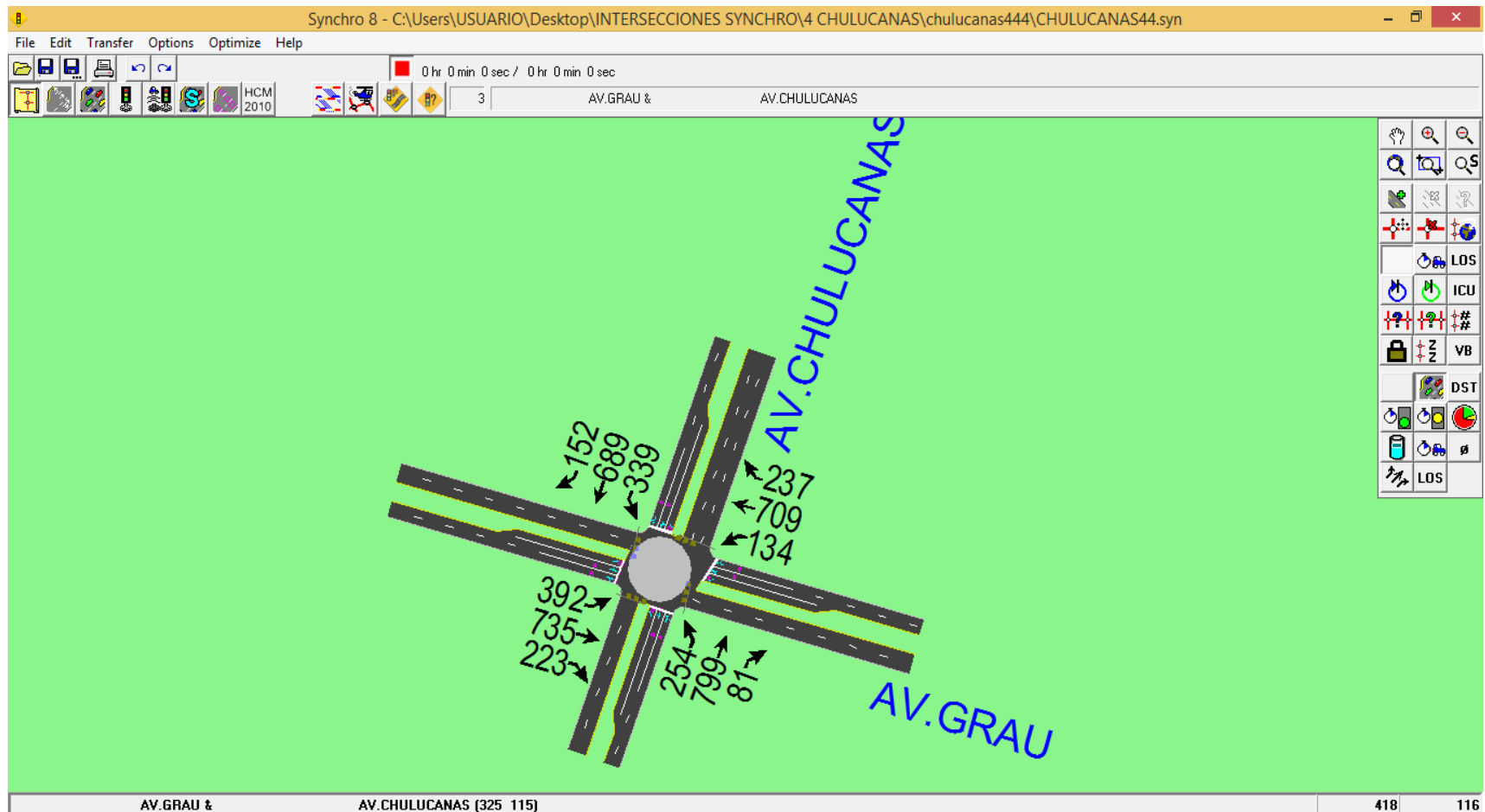
3 AV.GRAU & AV.CHULUCANAS

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	HCM 2010 SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	80.0	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
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
HCM Equilibrium Cycle(s):	40.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
HCM Control Delay(s):	21.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
HCM Intersection LOS:	C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Analysis Time Period (h):	0.25	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	89	89
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900	3	3	3	4	4	4	9	9	9	12	12	12	12	12
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Number of Calc. Iterations:	70	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Stored Passenger Car Length (m):	8.0	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Probability Peds. Pushing Button:	0.51	88.9	88.9	88.9	84.5	84.5	84.5	56.2	56.2	56.2	69.8	69.8	69.8	69.8	69.8
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Queue Length Percentile	50	445	835	253	161	854	286	262	824	84	349	710	157	157	157
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05	0	977	296	0	961	321	0	1236	125	0	1082	238	238	238
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18	0.000	0.854	0.855	0.000	0.888	0.891	0.000	0.666	0.666	0.000	0.656	0.657	0.657	0.657
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00	0.0	24.1	25.3	0.0	27.3	29.0	0.0	14.8	15.0	0.0	14.6	15.1	15.1	15.1
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B
Follow-up Time for Perm. L Turn (s)	2.5	24.7	24.7	24.7	28.1	28.1	28.1	14.9	14.9	14.9	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
Stop Threshold Speed (mph):	5.0	C	C	C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0
Critical Merge Gap (s):	3.7	C	C	C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0
HCM Approach LOS		C	C	C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0

HCM Level Of Service for approach. v/c > 1 Mins ok

Tercer escenario: Con mejoramiento de Diseño geométrico



Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\4 CHULUCANAS\chulucanas444\CHULUCANAS44.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

3 AV.GRAU & AV.CHULUCANAS

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION	EBL	EBT	EBR	wBL	wBT	wBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Node #	3													
Description														
Control Type	Pretimed													
Cycle Length (s)	70.0													
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>													
HCM Equilibrium Cycle(s)	70.0													
HCM Control Delay(s)	49.6													
HCM Intersection LDS:	0													
Analysis Time Period (h)	0.25													
Saturation Flow Rate (pc/h/ln)	1900													
Sneakers Per Cycle (veh)	2.0													
Number of Calc.Iterations:	70													
Stored Passenger Car Length (m)	8.0													
Stored Heavy Vehicle Length (m)	14.4													
Probability Peds. Pushing Button:	0.51													
Deceleration Rate (ft/s/s)	4.00													
Acceleration Rate (ft/s/s)	3.50													
Distance Between Stored Cars (ft)	8.00													
Queue Length Percentile	50													
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05													
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18													
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00													
Critical Gap for Perm. Left Turn (s)	4.5													
Lanes and Sharing (#RL)	↖ ↗ ↕													
Traffic Volume (vph)	392	735	223	134	709	237	254	799	81	339	689	152	--	--
Lagging Phase?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--
Turn Type	Split	--	--	pm+pt	--	--	pm+pt	--	--	pm+pt	--	--	--	--
Protected Phases	4	4	--	3	8	--	5	2	--	1	6	--	--	--
Permitted Phases	--	--	--	8	--	--	2	--	--	6	--	--	--	--
Passage Time (s)	3.0	3.0	--	3.0	3.0	--	3.0	3.0	--	3.0	3.0	--	--	--
Minimum Green (s)	4.0	4.0	--	4.0	4.0	--	4.0	4.0	--	4.0	4.0	--	--	--
Maximum Split (s)	28.0	28.0	--	8.0	36.0	--	9.0	24.0	--	10.0	25.0	--	--	--
Yellow Time (s)	3.5	3.5	--	3.5	3.5	--	3.5	3.5	--	3.5	3.5	--	--	--
All-Red Time (s)	0.5	0.5	--	0.5	0.5	--	0.5	0.5	--	0.5	0.5	--	--	--
Maximum Green (s)	24.0	24.0	--	4.0	32.0	--	5.0	20.0	--	6.0	21.0	--	--	--
Walk Time (s)	5.0	5.0	--	--	5.0	--	--	5.0	--	--	5.0	--	--	--
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	--	--	11.0	--	--	11.0	--	--	11.0	--	--	--
Walk+ ped. clear (s)	16.0	16.0	--	--	16.0	--	--	16.0	--	--	16.0	--	--	--
Recall Mode	Max	Max	--	Max	Max	--	Max	Max	--	Max	Max	--	--	--
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--
Right Turn on Red Volume (vph)	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	--
Percent Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	--	--
Lane Utilization Adj Factor	--	1.00	--	--	1.00	--	--	1.00	--	--	1.00	--	--	--
Peak Hour Factor	0.88	0.88	0.88	0.83	0.83	0.83	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	--	--
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	--	0.0	0.0	--	0.0	0.0	--	0.0	0.0	--	--	--
Startup Lost Time (s)	2.0	2.0	--	2.0	2.0	--	2.0	2.0	--	2.0	2.0	--	--	--

AV.GRAU & AV.CHULUCANAS (325 115) Conflict Mins ok

Synchro 8 - C:\Users\USUARIO\Desktop\INTERSECCIONES SYNCHRO\4 CHULUCANAS\chulucanas444\CHULUCANAS44.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

3 AV.GRAU & AV.CHULUCANAS

Auto Mode Pedestrian Mode Bicycle Mode

HCM 2010 INTERSECTION		HCM 2010 SETTINGS													
		EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Cycle Length (s):	70.0														
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>														
HCM Equilibrium Cycle(s):	70.0														
HCM Control Delay(s):	49.6														
HCM Intersection LOS:	D														
Analysis Time Period (h):	0.25														
Saturation Flow Rate (pc/h/ln):	1900														
Sneakers Per Cycle (veh):	2.0														
Number of Calc.Iterations:	70														
Stored Passenger Car Length (m):	8.0														
Stored Heavy Vehicle Length (m):	14.4														
Probability Peds. Pushing Button:	0.51														
Deceleration Rate (ft/s/s):	4.00														
Acceleration Rate (ft/s/s):	3.50														
Distance Between Stored Cars (ft):	8.00														
Queue Length Percentile	50														
Left-Turn Equivalency Factor:	1.05														
Right-Turn Equivalency Factor:	1.18														
Heavy Veh Equivalency Factor:	2.00														
Critical Gap for Perm. Left Turn (s):	4.5														
Follow-up Time for Perm. L Turn (s)	2.5														
Stop Threshold Speed (mph):	5.0														
Critical Merge Gap (s):	3.7														
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—	—
Startup Lost Time (s)	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—	—
Extension of Effect.Green Time (s)	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	2.0	2.0	—	—	—	—
HCM Platoon Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—
HCM Upstream Filtering Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—
Pedestrian volume (p/h)	—	—	15	—	—	16	—	—	16	—	—	89	—	—	—
Bicycle volume (bicycles/h)	—	—	3	—	—	4	—	—	9	—	—	12	—	—	—
Initial Queue (veh)	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	—	—	—
Speed limit (km/h)	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	—	—
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	—	—	—
Receiving Lanes	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	—	—	—
Turn Bay or Segment Length (m)	40.0	87.9	87.9	40.0	79.8	79.8	40.0	58.4	58.4	40.0	71.9	71.9	—	—	—
Parking present?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—	—
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bus Stopping Rate, (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—
Stop Line Detector Length (m)	20	6	—	20	6	—	20	6	—	20	6	—	—	—	—
Adjusted Flow Rate (veh/h)	445	835	253	161	854	286	262	824	84	349	710	157	—	—	—
HCM 2010 Capacity (veh/h)	581	893	271	201	1172	391	258	905	92	268	827	182	—	—	—
HCM Volume/Capacity	0.767	0.935	0.936	0.805	0.728	0.730	1.013	0.910	0.910	1.302	0.858	0.859	—	—	—
HCM Movement Delay (s/veh)	29.9	45.8	47.6	44.4	21.1	21.7	83.6	47.0	47.8	182.5	39.4	41.1	—	—	—
HCM Movement LOS	C	D	D	D	C	C	F	D	D	F	D	D	—	—	—
HCM Approach Delay (s/veh)	—	41.8	—	—	24.3	—	—	55.5	—	—	81.1	—	—	—	—
HCM Approach LOS	—	D	—	—	C	—	—	F	—	—	F	—	—	—	—

AV.GRAU & AV.CHULUCANAS (325 115) Conflict Mins ok

1.5. DISCUSIÓN

Con los datos de índice de máxima demanda IMD Proporcionados por el Gobierno Regional Piura en un estudio de tráfico realizado durante las 24 horas por un periodo de 07 días, se determinó el día y la hora punta en cada Intersección y con este resultado se realiza el aforo vehicular Horario de Máxima Demanda con video cámara en cada Intersección en estudio.

Con el IMD diario se seleccionó el día y hora representativo para la realización de aforo vehicular, en este caso fue , Av. Gulman: Lunes; Av.Vice:Miercoles; Av.César Vallejo: Lunes; Av.Chulucanas: Miercoles .

Con los datos recolectados de aforo vehicular en cada Intersección, se obtuvo en gabinete el Volumen Horario de Máxima demanda (VHMD) y se cálculo el factor de máxima demanda (FMD) ocurrido en los 15 minutos de máxima demanda, aplicando la metodología del HCM 2010 y el Nivel de Servicio como retardo en la Intersección.

1.5.1. Evaluación Resultados Intersección con-Av. Gulman

Nivel de Servicio: con los resultados obtenidos se determina que el Nivel de Servicio en la Intersección Av. Prolongación Grau –Av. Gulman es de Nivel **F** y según lo establecido en la tabla N° 02 el control de retardo por vehículo supera los 80 s, entendiéndose que los flujos de llegada sobrepasan la capacidad de los accesos de la Intersección, las cuales simbolizan para el usuario una medida de tiempo perdido de viaje.

Relación Volumen Capacidad V/C: Según los resultados del cálculo tabla N° 50, las relaciones v/c entre los grupos de carriles críticos no están equilibradas. La relación v/c del grupo de carriles son: EB= 1.77; WB=2.2; NB=1.044;

SB=1.237, estos valores son demasiados altos. Cuando la demanda excede la capacidad $V/C > 1.00$ la demora continúa creciendo a lo largo del periodo de saturación excesiva.

Volúmenes de tránsito: Los resultados horarios resumidos según tabla N° 35, Determina que los mayores porcentajes de circulación vehicular en la Intersección son los autos seguidos de Mototaxis y Moto lineal.

VOLUMENES DE TRANSITO												
ITEMS	INTERSECCIÓN	Moto		Auto	Camioneta		Bus		Camion			Total
		Lineal	Taxi		Pick Up	Rural	2E	3E	2E	3E	4E	
1	Av. Grau-Av.Gulman											
	Cantidad	1179	1489	1838	131	90	135	4	15	5	0	4886
	Porcentaje	24.13	30.47	37.62	2.68	1.84	2.76	0.08	0.31	0.10	0.00	
Fuente:Elaboración Propia												

Diseño Geométrico Av. Prolong. Grau-Av. Gulman:

Intersección a Nivel.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Gulman su geometría cuenta con separadores centrales en 3 accesos de medidas:

E = 0.00 m; O= 7.00m; N= 10.59 m; S=7.78m, lo que permitiría un rediseño de acuerdo a los criterios de diseño como son:

Prioridad a los movimientos más importantes, reducción de las áreas de conflicto, perpendicularidad de las intersecciones, separación de los movimientos, canalización y puntos de Giro, Visibilidad (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018,p. 218).

Intersección Canalizada.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Gulman no cuenta con áreas mínimas para la construcción de islas divisoras que permitan giros permitidos y/o protegidos ver tabla N° 08 (valores en giros mínimos en intersecciones canalizadas), actualmente solo cuenta con separadores centrales de diferentes medidas E = 0.00 m; O= 7.00m; N= 10.59 m; S=7.78m

Rotonda y/o Glorieta.

Luego de realizar un análisis exhaustivo en la Intersección en lo que se refiere a su geometría, se determina la Intersección cuenta con un diámetro interno de 30.00 m, y NO cumple con los parámetros de longitud y /o diámetro para la propuesta de una rotonda. La sección de entrecruzamiento No es compatible con la geometría, Ya que de acuerdo al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018 considera que el diámetro mínimo para Círculo inscrito es de 50m. Tal como se determina según tabla N° 09 Criterio de Diseño geométrico de rotondas. Por lo que esta alternativa de solución No podrá aplicarse.

Intersección a Desnivel.

Estas se dan en intersecciones de alto volumen de tráfico y se construye con el objeto de aumentar el Nivel de Servicio de Intersecciones importantes y se dan en autopistas de primera clase, segunda clase, Carreteras de Primera clase (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 248).

Siendo la Av. Prolongación Grau de clasificación colectora NO podrá aplicarse esta alternativa de solución.

SYNCHRO 8.

De acuerdo a las simulaciones realizadas con el programa Synchro 8, se evaluaron varios escenarios, con fases diferentes, giros exclusivos entre otros, dando como resultado Demoras en las Intersecciones y Niveles de Servicio altos, Una de las alternativas con resultados óptimos fue la de mejorar Geométricamente las intersecciones aumentando un carril en los accesos para giro exclusivo y aumentando fases permitidas-protégidas tales como:

Tabla 65

Resumen de Simulación: Av. Prolong. Grau-Av. Gulman

Resumen de Simulación: Av.Prolongación Grau-Av.Gulman						
Items	Escenario	NDS	Ciclo	retraso de Intersección (S)	Diseño Geométrico	Nº Fases
1	Actual	F	87	417.6	Igual	2
2	Con mejoramiento de fases	C	140	33.3	Igual	6
4	Mejoramiento Diseño Geométrico	D	90	44.2	Mejorado	4

Fuente: Elaboración Propia

1.5.2. Evaluación de Resultados Intersección con Av. Vice

Nivel de Servicio:

con los resultados obtenidos se determina que el Nivel de Servicio en la Intersección Av. Prolongación Grau –Av. Vice es de Nivel **F** y según lo establecido en la tabla N° 02 el control de retardo por vehículo supera los 80 s, entendiéndose que los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la Intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada.

Relación Volumen Capacidad V/C.

Según los resultados del cálculo tabla N° 55, las relaciones v / c entre los grupos de carriles críticos no están equilibradas. La relación v / c del grupo de carriles son: EB= 1.42; WB=1.36; NB=0.827; SB=1.095, estos valores son demasiados altos. Cuando la demanda excede la capacidad $V/C > 1.00$ la demora continúa creciendo a lo largo del periodo de saturación excesiva.

Volúmenes de tránsito:

Los resultados horarios resumidos según tabla N° 36, Determina que los mayores porcentajes de circulación vehicular en la Intersección son los autos seguidos de Mototaxis y Moto lineal.

VOLUMENES DE TRANSITO												
ITEMS	INTERSECCIÓN	Moto		Auto	Camioneta		Bus		Camion			Total
		Lineal	Taxi		Pick Up	Rural	2E	3E	2E	3E	4E	
2	Av.Grau-Av.Vice											
	Cantidad	1064	1480	1373	125	66	65	3	39	1	0	4216
	Porcentaje	25.24	35.10	32.57	2.96	1.57	1.54	0.07	0.93	0.02	0.00	
Fuente:Elaboración Propia												

Diseño Geométrico Av. Prolong. Grau-Av. Vice:

Intersección a Nivel.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Vice en cuanto a su geometría cuenta con separadores centrales en 3 accesos de medidas:

E = 6.75 m; O= 7.03 m; N= 6.90 m; S=2.30 m, lo que permitiría un rediseño de acuerdo a los criterios de diseño como son:

Prioridad a los movimientos más importantes, reducción de las áreas de conflicto, perpendicularidad de las intersecciones, separación de los movimientos, canalización y puntos de Giro, Visibilidad.

Intersección Canalizada.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Vice no cuenta con áreas mínimas para la construcción de islas divisoras que permitan giros permitidos y/o protegidos ver tabla N° 08 (valores en giros mínimos en intersecciones canalizadas), actualmente solo cuenta con separadores centrales de diferentes medidas E = 6.75 m; O= 7.03 m; N= 6.90 m; S=2.30 m,

Rotonda y/o Glorieta:

Luego de realizar un análisis exhaustivo en la Intersección en lo que se refiere a su geometría, se determina la Intersección cuenta con un diámetro interno de 28.00 m, y NO cumple con los parámetros de longitud y /o diámetro para la propuesta de una rotonda. La sección de entrecruzamiento No es compatible con la geometría, Ya que de acuerdo al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018 considera que el diámetro mínimo para Círculo inscrito es de 50m. Tal como se determina según tabla N° 09 Criterio de Diseño geométrico de rotondas. Por lo que esta alternativa de solución No podrá aplicarse.

Intersección a Desnivel.

Según el manual de Carreteras, diseño Geométrico 2018, estas se dan en intersecciones de alto volumen de tráfico y se construye con el propósito de aumentar el Nivel de Servicio de Intersecciones importantes y se dan en autopistas de primera clase, segunda clase, Carreteras de Primera clase, siendo la Av.

Prolongación Grau de clasificación colectora NO podrá aplicarse esta alternativa de solución.

SYNCHRO 8.

De acuerdo a simulaciones realizadas con programa Synchro 8, se evaluaron varios escenarios, con fases diferentes, giros exclusivos entre otros, dando como resultado Demoras en las Intersecciones y Niveles de Servicio altos. Una de las alternativas con resultados óptimos fue la de mejorar Geométricamente las intersecciones aumentando un carril en los accesos para giro exclusivo y aumentando fases permitidas-protégidas tales como:

Tabla 66

Resumen de Simulación: Av. Prolong. Grau-Av. Vice

Resumen de Simulación: Av.Prolongación Grau-Av.Vice						
Items	Escenario	NDS	Ciclo	retraso de Intersección (S)	Diseño Geométrico	N° Fases
1	Actual	F	70	295.9	Igual	2
2	Con mejoramiento de fases	C	110	23.8	Igual	6
4	Mejoramiento Diseño Geométrico	D	90	42.4	Mejorado	6

Fuente: Elaboración Propia

1.5.3. Evaluación de Resultados Intersección con Av. Vallejo

Nivel de Servicio:

con los resultados obtenidos se determina que el Nivel de Servicio en la Intersección Av. Prolongación Grau –Av. César Vallejo es de Nivel D y según lo establecido en la tabla N° 02 el control de retardo por vehículo se encuentra en el rango de 35-55 s, entendiéndose que los flujos de llegada exceden la capacidad de

los accesos de la Intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada.

Relación Volumen Capacidad V/C.

Según los resultados del cálculo tabla N° 60, las relaciones v / c entre los grupos de carriles críticos (EB y SB) no están equilibradas. La relación v / c de los grupos de carriles son: EB= 1.156; WB=0.78; NB=0.705; SB=1.155, estos valores son demasiados altos. Cuando la demanda excede la capacidad $V/C > 1.00$ la demora continúa creciendo a lo largo del periodo de saturación excesiva.

Volúmenes de tránsito:

Los resultados horarios resumidos según tabla N° 37, Determina que los mayores porcentajes de circulación vehicular en la Intersección son los autos seguidos de Mototaxis y Moto lineal.

VOLUMENES DE TRANSITO													
ITEMS	INTERSECCIÓN	Moto		Auto		Camioneta		Bus		Camion			Total
		Lineal	Taxi			Pick Up	Rural	2E	3E	2E	3E	4E	
3	Av.Grau-Av.Vallejo												
	Cantidad	1286	1611	1438	165	81	60	20	46	1	0	4708	
	Porcentaje	27.32	34.22	30.54	3.50	1.72	1.27	0.42	0.98	0.02	0.00		
Fuente:Elaboración Propia													

Diseño Geométrico Av. Prolong. Grau-Av. César Vallejo:

Intersección a Nivel.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo en cuanto a su geometría cuenta con separadores centrales en 3 accesos de medidas:

E = 7.00 m; O= 6.94 m; N= 5.30 m; S=4.23 m, lo que permitiría un rediseño de acuerdo a los criterios de diseño como son:

Prioridad a los movimientos más importantes, reducción de las áreas de conflicto, perpendicularidad de las intersecciones, separación de los movimientos, canalización y puntos de Giro, Visibilidad (MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018,p. 218).

Intersección Canalizada.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo Actualmente cuenta con la construcción de islas divisoras hacia el Oeste WB y hacia el Norte NB, que permiten realizar giros permitidos de acuerdo a tabla N° 08 (valores en giros mínimos en intersecciones canalizadas), y a su vez actualmente cuenta con separadores centrales de diferentes medidas E = 7.00 m; O= 6.94 m; N= 5.30 m; S=4.23 m.

Rotonda y/o Glorieta:

Luego de realizar un análisis exhaustivo en la Intersección en lo que se refiere a su geometría, se determina la Intersección cuenta con un diámetro interno de 39.00 m, y NO cumple con los parámetros de longitud y /o diámetro para la propuesta de una rotonda. La sección de entrecruzamiento No es compatible con la geometría, Ya que de acuerdo al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018 considera que el diámetro mínimo para Círculo inscrito es de 50m. Tal como se determina según tabla N° 09 Criterio de Diseño geométrico de rotondas. Por lo que esta alternativa de solución No podrá aplicarse.

Intersección a Desnivel.

Según el manual de Carreteras, diseño Geométrico 2018, estas se dan en intersecciones de alto volumen de tráfico y se construye con el objeto de aumentar

el Nivel de Servicio de Intersecciones importantes y se dan en autopistas de primera clase, segunda clase, Carreteras de Primera clase, siendo la Av. Prolongación Grau de clasificación colectoras NO podrá aplicarse esta alternativa de solución.

SYNCHRO 8.

De acuerdo a las simulaciones realizadas con el programa Synchro 8, se evaluaron varios escenarios, con fases diferentes, giros exclusivos entre otros, dando como resultado Demoras en las Intersecciones y Niveles de Servicio altos, Una de las alternativas con resultados óptimos fue la de mejorar Geométricamente las intersecciones aumentando un carril en los accesos para giro exclusivo y aumentando fases permitidas-protégidas tales como:

Tabla 67

Resumen de Simulación: Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo

Resumen de Simulación: Av.Prolongación Grau-Av.Cesar Vallejo						
Items	Escenario	NDS	Ciclo	retraso de Intersección (S)	Diseño Geométrico	N° Fases
1	Actual	F	73	234.3	Igual	2
2	Con mejoramiento de fases	B	110	19.5	Igual	4
4	Mejoramiento Diseño Geométrico	D	90	38.7	Mejorado	6

Fuente: Elaboración Propia

1.5.4. Evaluación de Resultados Intersección con Av. Chulucanas

Nivel de Servicio:

con los resultados obtenidos se determina que el Nivel de Servicio en la Intersección Av. Prolongación Grau –Av. Chulucanas es de Nivel F y según lo establecido en la tabla N° 02 el control de retardo por vehículo supera los 80 s,

entendiéndose que los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la Intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

Relación Volumen Capacidad V/C.

Según los resultados del cálculo tabla N° 65, las relaciones v / c entre los grupos de carriles críticos no están equilibradas. La relación v / c del grupo de carriles son: EB= 1.461; WB=1.225; NB=1.104; SB=1.807, estos valores son demasiados altos. Cuando la demanda excede la capacidad $V/C > 1.00$ la demora continúa creciendo a lo largo del periodo de saturación excesiva.

Volúmenes de tránsito:

Los resultados horarios resumidos según tabla N° 38, Determina que los mayores porcentajes de circulación vehicular en la Intersección son los autos seguidos de Mototaxis y Moto lineal.

VOLUMENES DE TRANSITO												
ITEMS	INTERSECCIÓN	Moto		Auto	Camioneta		Bus		Camion			Total
		Lineal	Taxi		Pick Up	Rural	2E	3E	2E	3E	4E	
4	Av.Grau-Av.Chulucanas											
	Cantidad	1042	1962	1517	95	47	51	0	28	2	0	4744
	Porcentaje	21.96	41.36	31.98	2.00	0.99	1.08	0.00	0.59	0.04	0.00	
Fuente:Elaboración Propia												

Diseño Geométrico Av. Prolong. Grau-Av. Chulucanas:

Intersección a Nivel.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Chulucanas en cuanto a su geometría cuenta con separadores centrales en 3 accesos de medidas:

$E = 0.00 \text{ m}$; $O = 7.00 \text{ m}$; $N = 10.59 \text{ m}$; $S = 7.78 \text{ m}$, lo que permitiría un rediseño de acuerdo a los criterios de diseño como son:

Preferencia de los movimientos más importantes, reducción de las áreas de conflicto, perpendicularidad de las intersecciones, separación de los movimientos, canalización y puntos de Giro, Visibilidad.

Intersección Canalizada.

La Intersección Av. Prolongación Grau-Av. Chulucanas no cuenta con áreas mínimas para la construcción de islas divisoras que permitan giros permitidos y/o protegidos ver tabla N° 08 (valores en giros mínimos en intersecciones canalizadas), actualmente solo cuenta con separadores centrales de diferentes medidas $E = 0.00 \text{ m}$; $O = 7.00 \text{ m}$; $N = 10.59 \text{ m}$; $S = 7.78 \text{ m}$

Rotonda y/o Glorieta:

Luego de realizar un análisis exhaustivo en la Intersección en lo que se refiere a su geometría, se determina la Intersección cuenta con un diámetro interno de 30.00 m , y NO cumple con los parámetros de longitud y /o diámetro para la propuesta de una rotonda. La sección de entrecruzamiento No es compatible con la geometría, Ya que de acuerdo al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018 considera que el diámetro mínimo para Círculo inscrito es de 50 m . Tal como se determina según tabla N° 09 Criterio de Diseño geométrico de rotondas. Por lo que esta alternativa de solución No podrá aplicarse.

Intersección a Desnivel.

Según el manual de Carreteras, diseño Geométrico 2018, estas se dan en intersecciones de alto volumen de tráfico y se construye con el objeto de aumentar el Nivel de Servicio de Intersecciones importantes y se dan en autopistas de primera clase, segunda clase, Carreteras de Primera clase, siendo la Av. Prolongación Grau de clasificación colectora NO podrá aplicarse esta alternativa de solución.

SYNCHRO 8.

De acuerdo a las simulaciones realizadas con el programa Synchro 8, se evaluaron varios escenarios, con fases diferentes, giros exclusivos entre otros, dando como resultado Demoras en las Intersecciones y Niveles de Servicio altos, Una de las alternativas con resultados óptimos fue la de mejorar Geométricamente las intersecciones aumentando un carril en los accesos para giro exclusivo y aumentando fases permitidas-protégidas tales como:

Tabla 68

Resumen de Simulación: Av. Prolong. Grau-Av. Chulucanas

Resumen de Simulación: Av.Prolongación Grau-Av.Chulucanas						
Items	Escenario	NDS	Ciclo	retraso de Intersección (S)	Diseño Geométrico	Nº Fases
1	Actual	F	70	458.7	Igual	2
2	Con mejoramiento de fases	C	80	21.3	Igual	4
4	Mejoramiento Diseño Geométrico	D	70	49.6	Mejorado	7

Fuente: Elaboración Propia

1.6. CONCLUSIONES.

Obtenidos los resultados, el Nivel de Servicio en cada Intersección semaforizada en estudio de la Av. Prolong. Grau interceptada con Av. Gulman, Av. vice; Av. César vallejo, Av. Chulucanas nos determinó la medida de la eficiencia en términos de demora, que se explica mediante el modelo HCM 2010 de diferentes formas como demora de tiempo detenido, demora de aproximación, demora de viaje, demora de tiempo en cola, y demora de control.

De acuerdo a la metodología HCM 2010 el análisis consideró una gran variedad de condiciones como aforo vehicular, reparto de movimientos de tráfico, composición de flujos, características geométricas, detalles de la semaforización.

Para la determinación de la tasa de flujo de Saturación S , se toma un volumen fijo como una base llamada tasa de flujo de saturación de base S_0 generalmente de 1900 automóviles de pasajeros por hora por carril (pc/hr/ln).

Según los resultados ,el flujo de Mototaxis EB= 265; WB=368 (Av. Prolong.Grau); NB=380; SB=476(Av. Gulman), nos determinan que el mayor % de circulación es en la Av. Gulman (Arterial), esto como atracción próxima de Mercado Central de Piura.

El flujo de Mototaxis EB= 433; WB=372 (Av. Prolongación Grau); NB=269; SB=406(Av. Vice), nos determinan que el mayor % de circulación es en la Av. Grau (Colectora), teniendo como atracción próxima al Supermercado Plaza Vea y Mercado Central de Piura respectivamente

El flujo de Mototaxis EB= 396; WB=472 (Av. Prolongación Grau); NB=382; SB=361(Av. César Vallejo), nos determinan que el mayor % de circulación es en la Av. César Vallejo (Arterial), teniendo como atracción próxima

al Supermercado Plaza Vea y Mercado Central , Instituciones educativas entre otros.

El flujo de Mototaxis EB= 552; WB=357 (Av. Prolongación Grau); NB=614; SB=439 (Av. Chulucanas), nos determinan que el mayor % de circulación es en la Av. Chulucanas (Arterial), teniendo como atracción próxima al Hospital Santa Rosa ,Supermercados y Mercado Central e Instituciones educativas entre otros

En Av.Grau - Av.Gulman ,la determinación de Factor Hora Punta y/o Factor Horario de máxima demanda son: FHMD₁₅: EB= 0.81; WB=0.79; NB=0.86; SB=0.82 concluyéndose que para el acceso hacia el norte y hacia el sur son los más alto, indicando que la repetición de paso de vehículos en la hora de Análisis es la que genera mayor congestionamiento.

Según los resultados obtenidos en las intersecciones en estudio se evidencia que en intersecciones saturadas los carriles que comparten giro hacia la izquierda con flujo recto ya no es Compatible operacionalmente por que genera conflictos y como consecuencia retardo en la Intersección.

Con la simulación en las intersecciones se evidencia que con la creación de carriles exclusivos para giros hacia la izquierda y semaforización accionada (flujos permitidos y protegidos) es Compatible operacionalmente ,por que reduce los tiempos de retardo en la Intersección producto de los conflictos que se generan.

Con los resultados obtenidos se determino el Nivel de Servicio de cada Intersección siendo estos de categoria F y con una nueva programación accionada (permitida y protegida) en los giros hacia la izquierda se optimizo la capacidad y el

retardo en cada Intersección, con resultados positivos de congestionamiento y generación de conflictos.

Un nuevo rediseño geométrico en todas las intersecciones en análisis optimiza la capacidad de las Intersecciones.

1.7. RECOMENDACIONES

Se recomienda rediseñar las intersecciones ya que se cuenta con áreas en los separadores centrales, lo cual nos permitiría redistribuir los flujos vehiculares en carriles de exclusividad para los giros hacia la izquierda.

Para no generar conflictos vehiculares se recomienda cambiar las fases de tiempo y los giros de permitidos a permitidos-protegidos obteniendo como resultado una buena redistribución de vehículos y mejor optimización en cuanto a las demoras de retardo.

Se recomienda realizar propuesta de rutas alternas solo para vehículos menores motos y mototaxis obteniendo como consecuencia un Nivel de Servicio de mejor calidad.

Para un buen ordenamiento vehicular y la no generación de conflictos (cruces en los carriles) se recomienda tener siempre activa ,la señalización horizontal y vertical en todas las intersecciones .

Para intersecciones saturadas cuando la relación $V/C > 1$, éstas se deben operar con semaforización accionada ,ya que maximiza la capacidad de la Intersección en comparación de los diseños permitidos existentes (actuales).

1.8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bayona, B., & Márquez, T. (2015). *La Congestión Vehicular en la Ciudad de Piura [Trabajo de Investigación, Universidad Nacional de Piura]*. Repositorio Institucional.
- Cal, R., & Reyes, M. (2015). *Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones 8va Edición*. Alfaomega S.A.
- Casallas, J., & Segura, D. (2016). *PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN A LA CONGESTION VEHICULAR EN LA INTERSECCION DE LA CALLE 53 CON AV. CARACAS, BOGOTÁ D.C. [Tesis de Titulación, Universidad de la Gran Colombia]*. Repositorio Institucional.
- Celi, S. (2018). Análisis del Comportamiento de Transporte Público a Nivel Mundial. *ESPACIOS*, 39(18), 1-10.
- Henríquez, J. (2019). *Propuesta de Mejora Vial en la Intersección de la Avenidas Miguel Grau y Gulman en la Ciudad de Piura, Piura [Tesis Para Maestria, Universidad Privada Antenor Orrego]*. Repositorio Institucional.
- Inagep.com, R. (27 de 6 de 2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
Obtenido de Archivo PDF:
<https://www.inagep.com/contenidos/reglamento-nacional-de-edificaciones-actualizado-al-2019>
- Instituto de la Construcción y la Gerencia ICG. (2004). *Archivo PDF*. Obtenido de Difusion, Manual de diseño geométrico de vías urbanas-VCHI:
<https://civilgeeks.com/2017/04/25/manual-diseno-geometrico-vias-urbanas/>

- Jery Godoy, G. (2015). *Optimización del ciclo semafórico en intersecciones congestionadas a nivel microscópico*[Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional, Lima.
- Maquera Cruz, P. (2019). *Evaluación de Nivel de Servicio de Flujo Vehiculares, en Dos Intersecciones Semaforizadas de la Av. Jorge Basadre G. Intersección con la Av. Tarata y Av. Internacional, Alto Alianza-Tacna, 2018* [Tesis de Maestría, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional.
- MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (01 de 2018). *Archivo PDF*. Obtenido de Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Palomino Altez, S. J. (2018). *Propuesta de Gestión Vial Para Reducir la Congestión Vehicular y su Impacto Social en la Intersección de la Av. Arequipa con la Av. Aramburú* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional, Lima.
- Paucara, M. (2018). *Evaluación del Nivel de Servicio en Flujos Vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018* [Tesis de Maestría, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional, Universidad Privada de Tacna.
- Surichaqui Gutierrez, M. (2018). *Capacidad vehicular y nivel de servicio del parque ovalo Huancavelica, con la metodología del hcm 2010 (NCHRP), en el distrito del Tambo, Huancayo, Junín – 2018*[Tesis de

Maestria, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Repositorio
Institucional, Huancayo.

Tarquino, F. (10 de 2019). Diapositivas de Clase Intersecciones con Semaforos
Escuela Pos Grado, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo.

Trafficware Ltd. (06 de 2011). *Archivo PDF*. Obtenido de Synchro Estudio 8 Guía
del usuario:

https://www.academia.edu/36103416/Gu%C3%ADa_Tr%C3%A1fico_software_f%C3%A1cil_de_Se%CB1al_Synchro_Studio_8_Synchro_m%C3%A1s_SimTraffic_y_3D_Viewer

1.10. ANEXOS

Cálculo de Factor Pelotón:

Av. Prolongación Grau-Av. Gulman:

Cálculo relación de pelotón para acceso 1(EB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Gulman					
				g-	35
				C-	87
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _r
1	31	27	58	0.534	1.327
2	22	18	40	0.550	1.367
3	35	36	71	0.493	1.225
4	26	21	47	0.553	1.375
5	33	32	65	0.508	1.263
6	28	25	53	0.528	1.312
Cálculos					
Total	175	159	334	0.524	1.303
	Promedio			0.528	1.312
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión					Favorable
RP por defecto					1.667
P-R _r (g/C)					0.508
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 2(WB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Gulman					
				g-	35
				C-	87
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _r
1	22	28	50	0.440	1.094
2	40	32	72	0.556	1.382
3	33	33	66	0.500	1.243
4	35	28	63	0.556	1.382
5	43	39	82	0.524	1.303
6	43	31	74	0.581	1.444
Cálculos					
Total	216	191	407	0.531	1.320
	Promedio			0.526	1.308
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión					Favorable
RP por defecto					1.667
P-R _r (g/C)					0.524
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 3 (NB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Gulman					
				g=	38
				C=	87
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	Rp
1	28	14	42	0.667	1.527
2	25	31	56	0.446	1.021
3	20	23	43	0.465	1.065
4	27	28	55	0.491	1.124
5	31	27	58	0.534	1.223
6	37	33	70	0.529	1.211
Cálculos					
Total	168	156	324	0.519	1.188
	Promedio			0.522	1.195
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.534
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 4 (SB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Gulman					
				g=	38
				C=	87
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriba n en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	Rp
1	32	20	52	0.615	1.408
2	24	17	41	0.585	1.339
3	17	13	30	0.567	1.298
4	21	17	38	0.553	1.266
5	27	23	50	0.540	1.236
6	25	23	48	0.521	1.193
Cálculos					
Total	146	113	259	0.564	1.291
	Promedio			0.564	1.290
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.540
Fuente:Elaboración Propia					

Av. Prolongación Grau-Av. Vice:

Cálculo relación de pelotón para acceso 1(EB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Vice					
				g^-	35
				C^-	74
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _r
1	19	16	35	0.543	1.148
2	33	22	55	0.600	1.269
3	31	25	56	0.554	1.171
4	27	27	54	0.500	1.057
5	29	21	50	0.580	1.226
6	29	25	54	0.537	1.135
Cálculos					
Total	168	136	304	0.553	1.169
	Promedio			0.552	1.168
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
$P=R_r(g/C)$					0.580
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 2(WB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Vice					
				g^-	35
				C^-	74
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	12	13	25	0.480	1.015
2	24	26	50	0.480	1.015
3	28	25	53	0.528	1.116
4	24	21	45	0.533	1.127
5	24	15	39	0.615	1.300
6	25	14	39	0.641	1.355
Cálculos					
Total	137	114	251	0.546	1.154
	Promedio			0.546	1.155
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
$P=R_p(g/C)$					0.615
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 3 (NB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Vice					
				g=	35
				C=	74
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	12	10	22	0.545	1.152
2	9	6	15	0.600	1.269
3	18	17	35	0.514	1.087
4	12	5	17	0.706	1.493
5	9	12	21	0.429	0.907
6	13	11	24	0.542	1.146
Cálculos					
Total	73	61	134	0.545	1.152
	Promedio			0.556	1.176
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.429
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 4 (SB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Vice					
				g=	35
				C=	74
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriba n en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	25	7	32	0.781	1.651
2	25	9	34	0.735	1.554
3	13	6	19	0.684	1.446
4	20	18	38	0.526	1.112
5	21	26	47	0.447	0.945
6	10	26	36	0.278	0.588
Cálculos					
Total	114	92	206	0.553	1.169
	Promedio			0.575	1.216
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.447
Fuente:Elaboración Propia					

Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo:

Cálculo relación de pelotón para acceso 1(EB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Cesar Vallejo					
				g=	38
				C=	73
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehiculos	P	R _r
1	19	19	38	0.500	0.961
2	17	22	39	0.436	0.838
3	28	26	54	0.519	0.997
4	21	21	42	0.500	0.961
5	37	27	64	0.578	1.110
6	24	22	46	0.522	1.003
Cálculos					
Total	146	137	283	0.516	0.991
	Promedio			0.509	0.978
Tipo de Arribo					
					3
Calidad de la Progresión					
					Llegadas Aleatorias
RP por defecto					
					1.667
P=R _r (g/C)					
					0.578
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 2(WB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Cesar Vallejo					
				g=	38
				C=	73
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriba n en Ámbar y Rojo	Total Vehiculos	P	R _p
1	13	10	23	0.565	1.085
2	16	21	37	0.432	0.830
3	20	18	38	0.526	1.010
4	19	20	39	0.487	0.936
5	23	13	36	0.639	1.228
6	21	21	42	0.500	0.961
Cálculos					
Total	112	103	215	0.521	1.001
	Promedio			0.525	1.008
Tipo de Arribo					
					3
Calidad de la Progresión					
					Llegadas Aleatorias
RP por defecto					
					1.667
P=R _p (g/C)					
					0.639
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 3 (NB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Cesar Vallejo					
				g=	32
				C=	73
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	19	11	30	0.633	1.444
2	16	21	37	0.432	0.986
3	16	22	38	0.421	0.960
4	15	14	29	0.517	1.179
5	15	12	27	0.556	1.268
6	15	15	30	0.500	1.141
Cálculos					
Total	96	95	191	0.503	1.147
	Promedio			0.510	1.163
Tipo de Arribo					3
Calidad de la Progresión				Llegadas Aleatorias	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.556
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 4 (SB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Cesar Vallejo					
				g=	32
				C=	73
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriba n en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	19	17	36	0.528	1.205
2	21	19	40	0.525	1.198
3	18	20	38	0.474	1.081
4	22	17	39	0.564	1.287
5	22	21	43	0.512	1.168
6	23	19	42	0.548	1.250
Cálculos					
Total	125	113	238	0.525	1.198
	Promedio			0.525	1.198
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.512
Fuente:Elaboración Propia					

Av. Prolongación Grau-Av. Chulucanas

Cálculo relación de pelotón para acceso 1(EB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Chulucanas					
				g^-	32
				C^-	70
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R_p
1	13	22	35	0.371	0.812
2	31	22	53	0.585	1.280
3	32	31	63	0.508	1.111
4	35	25	60	0.583	1.275
5	32	25	57	0.561	1.227
6	28	22	50	0.560	1.225
Cálculos					
Total	171	147	318	0.538	1.177
	Promedio			0.528	1.155
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
$P=R_p(g/C)$					0.561
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 2(WB) de Intersección Av.Prolong.Grau-Av.Chulucanas					
				$g^=$	32
				$C^=$	70
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R_p
1	14	9	23	0.609	1.332
2	15	15	30	0.500	1.094
3	17	10	27	0.630	1.378
4	13	16	29	0.448	0.980
5	15	11	26	0.577	1.262
6	17	19	36	0.472	1.033
Cálculos					
Total	91	80	171	0.532	1.164
	Promedio			0.539	1.180
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
$P=R_p(g/C)$					0.577
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 3 (NB)de Intersección Av.Prolong.Grau-Av. Chulucanas					
				g=	32
				C=	70
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	24	15	39	0.615	1.345
2	18	15	33	0.545	1.192
3	16	20	36	0.444	0.971
4	18	18	36	0.500	1.094
5	18	15	33	0.545	1.192
6	25	16	41	0.610	1.334
Cálculos					
Total	119	99	218	0.546	1.194
	Promedio			0.543	1.188
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.545
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo relación de pelotón para acceso 4 (SB)de Intersección Av.Prolong.Grau- Av. Chulucanas					
				g=	32
				C=	70
Ciclo	Veh.Arriban en verde	Veh.Arriban en Ámbar y Rojo	Total Vehículos	P	R _p
1	22	22	44	0.500	1.094
2	18	21	39	0.462	1.011
3	24	21	45	0.533	1.166
4	27	24	51	0.529	1.157
5	25	20	45	0.556	1.216
6	31	17	48	0.646	1.413
Cálculos					
Total	147	125	272	0.540	1.181
	Promedio			0.538	1.176
Tipo de Arribo					4
Calidad de la Progresión				Favorable	
RP por defecto					1.667
P=R _p (g/C)					0.556
Fuente:Elaboración Propia					

Cálculo de Ciclos Semafóricos:

Av. Prolong. Grau-Av. Gulman.

Parámetros de Ciclo Semafórico				
AV.PROLONG.GRAU-AV.GULMAN				
Parametro	EB	WB	NB	SB
G	35	35	38	38
Y	3	3	3	3
R	49	49	46	46
C	87	87	87	87
TR	2	2	2	2
Y	3	3	3	3
I1	2	2	2	2
I2=Y-e	1	1	1	1
tL=I1+I2	3	3	3	3
e	2	2	2	2
g	35	35	38	38
r	48	48	45	45
Fuente:Elaboración Propia				

Av. Prolong. Grau-Av. Vice

Parámetros de Ciclo Semafórico				
AV.PROLONG.GRAU-AV.VICE				
Parametro	EB	WB	NB	SB
G	35	35	33	33
Y	3	3	3	3
R	36	36	38	38
C	74	74	74	74
TR	2	2	2	2
Y	3	3	3	3
I1	2	2	2	2
I2=Y-e	1	1	1	1
tL=I1+I2	3	3	3	3
e	2	2	2	2
g	35	35	33	33
r	35	35	37	37
Fuente:Elaboración Propia				

Av. Prolong. Grau-Av. César Vallejo

Parámetros de Ciclo Semafórico				
AV.PROLONG.GRAU-AV.CESAR VALLEJO				
Parametro	EB	WB	NB	SB
G	38	38	32	32
Y	3	3	3	3
R	32	32	38	38
C	73	73	73	73
TR	2	2	2	2
Y	3	3	3	3
I1	2	2	2	2
I2=Y-e	1	1	1	1
tL=I1+I2	3	3	3	3
e	2	2	2	2
g	38	38	32	32
r	31	31	37	37
Fuente:Elaboración Propia				

Av. Prolong. Grau - Av. Chulucanas

Parámetros de Ciclo Semafórico				
AV.PROLONG.GRAU-AV.CHULUCANAS				
Parametro	EB	WB	NB	SB
G	32	32	32	32
Y	3	3	3	3
R	35	35	35	35
C	70	70	70	70
TR	2	2	2	2
Y	3	3	3	3
I1	2	2	2	2
I2=Y-e	1	1	1	1
tL=I1+I2	3	3	3	3
e	2	2	2	2
g	32	32	32	32
r	34	34	34	34
Fuente:Elaboración Propia				

Donde:			
g_i =	tiempo verde efectivo (s)		
G_i =	tiempo verde real o total (s)		
Y =	tiempo de amarillo (s)		
e =	extensión del tiempo verde efectivo (s)		
R =	tiempo de Todo rojo		
I_1 =	Tiempo perdido de Inicio		
I_2 =	Tiempo perdido de despeje		
TR =	Intervalo de despeje todo rojo		
t_L =	Tiempo perdido		
r =	tiempo de rojo efectivo		

Cálculo Determinación de Factor de Peatones y Bicicletas Para grupos con Giro a la Izquierda y Derecha F_{Lpb} y F_{Rpb}

Av. Prolongación Grau-Av. Gulman

Av. Prolongación Grau-Av. Gulman		Determinación de F_{Lpb} y F_{Rpb}				
			EB	EW	NB	SB
Flujo de peatones en el cruce de estudio (p/h)		V_{ped}	163	80	219	165
Flujo de bicicletas (bicicletas/hora)		V_{bic}	8	5	5	4
Longitud de Ciclo (s)		C	87.0	87.0	87.0	87.0
Tiempo de verde efectivo para peatones (s)		g_{ped}	27.8	25.3	13.9	22.0
Tiempo de verde Efectivo (s)		g	35.0	35.0	38.0	38.0
Tiempo verde efectivo para bicicletas(s)		g_{bic}	35.0	35.0	38.0	38.0
Flujo de peatones durante tiempo de servicio Peatones (p/h): $V_{pedg} = V_{ped} * C / g_{ped}$		V_{pedg}	510.19	275.21	1372.39	651.15
Flujo de bicicletas durante la indicación verde(biciceta/h): $V_{bicg} = V_{bic} * C / g_{bic}$		V_{bicg}	19.89	12.43	11.45	9.16
Ocupacion Peatonal		OCC_{pedg}	0.26	0.14	0.69	0.33
Ocupacion ciclista		OCC_{bicg}	0.03	0.02	0.02	0.02
Ocupación relevante de la zona de conflicto		OCC_r	0.22	0.12	0.27	0.21
Tiempo libre (s) para recepcion de carriles iguales		$A_{pbT} = 1 - OCC_T$	0.78	0.88	0.73	0.79
Tiempo libre (s) recepcion de carriles diferentes		$A_{pbT} = 1 - 0.6 * OCC_r$	0.87	0.93	0.84	0.88
F_{Lpb} -factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Izquierda		$f_{Lpb} = A_{pbT}$				
F_{Rpb} -factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Derecha		$f_{Rpb} = A_{pbT}$	0.87	0.93	0.84	0.88
solo peatones usar:						
$OCC_r = (g_{ped}/g) * OCC_{pedg}$						
peatones y bicicletas usar:						
$OCC_r = (g_{ped}/g * OCC_{ped}) + OCC_{bicg} - (g_{ped}/g * OCC_{ped} * OCC_{bicg})$						

Fuente: Elaboración Propia

Av. Prolongación Grau-Av. Vice.

Determinación de F_{Lpb} y F_{Rpb}						
			EB	EW	NB	SB
Flujo de peatones en el cruce de estudio (p/h)		$V_{ped} =$	40	48	74	63
Flujo de bicicletas (bicicletas/hora)		$V_{bic} =$	5	8	7	3
Longitud de Ciclo (s)		$C =$	74.0	74.0	74.0	74.0
Tiempo de verde efectivo para peatones (s)		$g_{ped} =$	15.1	19.0	22.7	23.0
Tiempo de verde Efectivo (s)		$g =$	35.0	35.0	33.0	33.0
Tiempo verde efectivo para bicicletas(s)		$g_{bic} =$	35.0	35.0	33.0	33.0
Flujo de peatones durante tiempo de servicio Peatones (p/h): $V_{pedg} = V_{ped} * C / g_{ped}$		$V_{pedg} =$	195.77	186.58	241.17	202.36
Flujo de bicicletas durante la indicación verde(biciceta/h): $V_{bicg} = V_{bic} * C / g \leq 1900$		$V_{bicg} =$	10.57	16.91	15.70	6.73
Ocupacion Peatonal		$OCC_{pedg} =$	0.10	0.09	0.12	0.10
Ocupacion ciclista		$OCC_{bicg} =$	0.02	0.03	0.03	0.02
Ocupación relevante de la zona de conflicto		$OCC_T =$	0.07	0.08	0.11	0.09
Tiempo libre (s) para recepción de carriles iguales		$A_{pbT} = 1 - OCC_T =$	0.93	0.92	0.89	0.91
Tiempo libre (s) recepción de carriles diferentes		$A_{pbT} = 1 - 0.6 * OCC_T =$	0.96	0.95	0.94	0.95
F_{Lpb} -factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Izquierda		$f_{Lpb} = A_{pbT}$				
F_{Rpb} - factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Derecha		$f_{Rpb} = A_{pbT}$	0.93	0.92	0.89	0.91
solo peatones usar:						
$OCC_T = (g_{ped}/g) * OCC_{pedg}$						
peatones y bicicletas usar:						
$OCC_T = (g_{ped}/g * OCC_{pedg}) + OCC_{bicg} - (g_{ped}/g * OCC_{pedg} * OCC_{bicg}) =$						

Fuente: Elaboración Propia

Av. Prolongación Grau-Av. César Vallejo.

Determinación de F_{Lpb} y F_{Rpb}						
		EB	EW	NB	SB	
Flujo de peatones en el cruce de estudio (p/h)	$V_{ped} =$	19	35	38	40	
Flujo de bicicletas (bicicletas/hora)	$V_{bic} =$	7	15	3	1	
Longitud de Ciclo (s)	$C =$	73.0	73.0	73.0	73.0	
Tiempo de verde efectivo para peatones (s)	$g_{ped} =$	19.6	16.7	23.0	23.0	
Tiempo de verde Efectivo (s)	$g =$	38.0	38.0	32.0	32.0	
Tiempo verde efectivo para bicicletas(s)	$g_{bic} =$	38.0	38.0	32.0	32.0	
Flujo de peatones durante tiempo de servicio Peatones (p/h): $V_{pedg} = V_{ped} * C / g_p$	$V_{pedg} =$	70.70	152.97	120.42	126.76	
Flujo de bicicletas durante la indicación verde (biciceta/h): $V_{bicg} = V_{bic} * C / g \leq 1900$	$V_{bicg} =$	13.45	28.82	6.84	2.28	
Ocupacion Peatonal	$OCC_{pedg} =$	0.04	0.08	0.06	0.06	
Ocupacion ciclista	$OCC_{bicg} =$	0.02	0.03	0.02	0.02	
Ocupación relevante de la zona de conflicto	$OCC_r =$	0.04	0.06	0.06	0.07	
Tiempo libre (s) para recepción de carriles iguales	$A_{pbT} = 1 - OC$	0.96	0.94	0.94	0.93	
Tiempo libre (s) recepción de carriles diferentes	$A_{pbT} = 1 - 0.6^s$	0.97	0.96	0.96	0.96	
F_{Lpb} -factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Izquierda	$f_{Lpb} = A_{pbT}$					
F_{Rpb} - factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Derecha	$f_{Rpb} = A_{pbT}$	0.97	0.96	0.96	0.96	
solo peatones usar:						
$OCC_r = (g_p/g) * OCC_{pedg}$						
peatones y bicicletas usar:						
$OCC_r = (g_{ped}/g * OCC_{ped}) + OCC_{bicg} - (g_{ped}/g * OCC_{ped} * OCC_{bicg}) =$						

Fuente: Elaboración Propia

Av. Prolongación Grau-Av. Chulucanas.

Determinación de F_{Lpb} y F_{Rpb}						
		EB	EW	NB	SB	
Flujo de peatones en el cruce de estudio (p/h)	$V_{ped} =$	28	31	41	213	
Flujo de bicicletas (bicicletas/hora)	$V_{bic} =$	3	4	9	12	
Longitud de Ciclo (s)	$C =$	70.0	70.0	70.0	70.0	
Tiempo de verde efectivo para peatones (s)	$g_{ped} =$	20.0	20.0	20.4	19.7	
Tiempo de verde Efectivo (s)	$g =$	32.0	32.0	32.0	32.0	
Tiempo verde efectivo para bicicletas(s)	$g_{bic} =$	32.0	32.0	32.0	32.0	
Flujo de peatones durante tiempo de servicio Peatones (p/h): $V_{pedg} = V_{ped} * C / g_p$	$V_{pedg} =$	97.83	108.31	140.90	756.24	
Flujo de bicicletas durante la indicación verde(biciceta/h): $V_{bicg} = V_{bic} * C / g \leq 1900$	$V_{bicg} =$	6.56	8.75	19.69	26.25	
Ocupacion Peatonal	$OCC_{pedg} =$	0.05	0.05	0.07	0.38	
Ocupacion ciclista	$OCC_{bicg} =$	0.02	0.02	0.03	0.03	
Ocupación relevante de la zona de conflicto	$OCC_r =$	0.05	0.06	0.07	0.26	
Tiempo libre (s) para recepcion de carriles iguales	$A_{pbT} = 1 - OC$	0.95	0.94	0.93	0.74	
Tiempo libre (s) recepcion de carriles diferentes	$A_{pbT} = 1 - 0.6^*$	0.97	0.97	0.96	0.85	
F_{Lpb} -factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Izquierda	$f_{Lpb} = A_{pbT}$					
F_{Rpb} -factor por peatones y bicicletas para grupos con giro a la Derecha	$f_{Rpb} = A_{pbT}$	0.95	0.94	0.93	0.74	
solo peatones usar:						
$OCC_r = (g_p/g) * OCC_{pedg}$						
peatones y bicicletas usar:						
$OCC_r = (g_{ped}/g * OCC_{ped}) + OCC_{bicg} - (g_{ped}/g * OCC_{ped} * OCC_{bicg}) =$						

Fuente: Elaboración Propia.

