



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANÁLISIS DE LA VARIACION DE FLUJO E IMPACTO
VIAL GENERADO POR LOS PROYECTOS URBANISTICOS
LOS SAUCES Y EUCALIPTOS EN EL TAMBO 2018”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ALIAGA QUINTO, JOSE LUIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2018

DEDICATORIA:

Quiero dedicarle este trabajo.

A mis padres por el apoyo incondicional ante toda adversidad que se presenta, a mis docentes que me apoyaron y guiaron por el buen camino.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por guiarme y hacer que logre salir airoso de toda adversidad, a las personas de mi entorno por ser maestros y guías en mi camino profesional.

RESUMEN

La presente tesis propone una alternativa de solución y un estudio de impacto vial sobre la carretera central debido a dos nuevos proyectos urbanísticos que generaran tráfico vehicular y por lo cual se verá afectado la carretera central que ya en estos tiempos esta congestionado y por lo cual afectara de una manera significativa agravando el problema actual que ya viene presentando.

Para el estudio se analizó el grado de saturación de las intersecciones mencionadas, se realizó el cálculo de las demoras y se determinó el nivel de servicio actual, a continuación, se analizará con un número aproximado de vehículos que aumentaría debido a estas urbanizaciones y se propone soluciones evaluando el flujo vehicular para la mejora del nivel de servicio para agilizar el tránsito en esta zona en horas punta.

Los datos de aforo se obtuvieron del aforo manual realizado en las intersecciones en análisis y en la etapa de recopilación de información se solicitó información de la Municipalidad de El Tambo, así como a la inmobiliaria Los Portales para comparar los valores obtenidos. La información obtenida se ha procesado basándose en el HCM. Asimismo, se está usando como herramienta el software de modelación Synchro Traffic 8 que ayudaron a la evaluación analítica del documento.

Finalmente se propone una solución que esté acorde a la realidad de cada intersección desde el punto de vista técnico y a futuro, para así poder dar una alternativa de solución a los problemas que se presentaran debido a los vehículos que incrementaran debido a estas urbanizaciones.

SUMMARY

This thesis proposes an alternative solution and a study of road impact on the central highway due to two new urban projects that generate vehicular traffic and for which the central highway will be affected, which in these times is congested and will affect in a significant way aggravating the current problem that has already been presented.

For the study, the degree of saturation of the aforementioned intersections was analyzed, the delays were calculated and the current service level was determined, then it will be analyzed with an approximate number of vehicles that would increase due to these urbanizations and it is proposed solutions evaluating the vehicular flow for the improvement of the level of service to speed up the traffic in this area during peak hours.

The gauging data were obtained from the manual gauging performed at the intersections under analysis and in the information gathering stage information was requested from the Municipality of El Tambo, as well as from the real estate Los Portales to compare the values obtained. The information obtained has been processed based on the HCM. Likewise, the Synchro Traffic 8 modeling software that helped the analytical evaluation of the document is being used as a tool.

Finally we propose a solution that is consistent with the reality of each intersection from the technical point of view and future, in order to provide an alternative solution to the problems that arise due to the vehicles that will increase due to these developments.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA:.....	ii
AGRADECIMIENTO:	iii
RESUMEN	iv
SUMARY.....	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Caracterización de la realidad problemática	3
1.2. Delimitaciones.....	4
1.2.1. Espacial	4
1.2.1. Temporal.....	4
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis de la investigación	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas	6
1.6. Variables	7
1.6.1. Variable independiente	7
1.6.2. Variables dependientes	7
1.7. Diseño de la investigación.....	7
1.7.1. Método.....	7
1.7.2. Tipo de investigación	8

1.7.3. Nivel de la investigación	8
1.7.4. Diseño de la investigación	8
1.8. Población y muestra.....	9
1.8.1. Población	9
1.8.3. Muestra.....	9
1.9. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	10
1.9.1. Técnicas	10
1.9.2. Instrumentos	10
1.9.3. Recolección de datos.....	10
1.10. Justificación e importancia	14
1.10.2. Justificación	14
1.10.2. Importancia	14
1.11. Limitaciones	15
CAPITULO II.....	16
FUNDAMENTOS TEORICOS.....	16
2.1. Marco referencial	16
2.1.1. Antecedentes del problema	16
2.1.2. Referencias históricas.....	19
2.2. Marco legal.....	21
2.3. Marco conceptual.....	22
2.4. Marco teórico	24
2.4.1. Generalidades.....	24
2.4.2. Glosario de términos.....	24
2.4.3. Sistema de transporte	32
2.4.3.1. Estructura del sistema de transporte	32
2.4.3.2. El problema en el transporte urbano.....	34
2.4.4. Usuario	36
2.4.4.1. Peatón	36
2.4.4.2. Conductor	38
2.4.4.3. Percepción - reacción.....	39
2.4.5. Sistema funcional de vías urbanas	41

2.4.5.1 Subsistema primario	42
2.4.5.2. Subsistema secundario	45
2.4.6. Capacidad vial	46
2.4.7. Volumen de tránsito	47
2.4.8. Velocidad	47
2.4.9. Densidad.....	49
2.4.10. Dispositivo para el control de tránsito	49
2.4.11. Conteos o aforos vehiculares.....	53
2.4.11.1. Métodos de aforo vehicular	53
2.4.11.2. Estaciones de aforo	55
2.4.12. Condiciones prevalecientes	56
2.4.13. Nivel de servicio.....	57
2.4.14. Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio	60
2.4.15. Intersecciones semaforizadas.....	64
2.4.15.1. Características básicas.....	64
2.4.15.2. Metodología de análisis operacional.....	64
2.4.16. Estudio de Impacto Vial (EIV)	76
2.4.16.1. Aspectos del Estudio de Impacto Vial.....	77
2.4.16.2. Niveles del EIV	79
2.4.16.3. Datos de red vial para los EIV	80
2.4.17. Semáforos.....	81
2.4.17.1. Faseado de semáforos	81
2.4.17.2. Ciclo de un semáforo.....	84
2.4.17.3. Luz verde de un semáforo	85
2.4.17.4. Coordinación de semáforos.....	87
2.4.18. Dispositivos para el control del tránsito.....	92
2.4.18.1. Clasificación de los dispositivos de control.....	93
2.4.19. Simulación de tráfico vehicular	110
2.4.20. Intersecciones viales.....	117
CAPITULO III.....	119
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	119

3.1. Condiciones prevalecientes de la línea de estudio	119
3.2. Módulo de ajuste de volúmenes.....	123
3.3. Módulo de ajuste de flujo de saturación	126
3.4. Módulo de análisis de capacidad	127
3.5. Nivel de servicio	129
3.6. Ciclo óptimo	131
3.7. Influencia de los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos	134
3.8. Aplicación del programa synchro 8	136
3.8.1. Mejora de la línea de estudio	136
3.8.1. Proyección en la línea de estudio	139
CAPITULO IV.....	142
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	142
4.1. Análisis del volumen	142
4.2. Análisis de capacidad	143
4.3. Análisis de nivel de servicio	143
4.4. Análisis del synchro 8	144
4.4.1. Mejora de línea de estudio.....	144
4.4.2. Proyección de la línea de estudio	144
4.4.3. Mejora de línea de estudio con rutas alternas	145
4.4.5. Mejora en la proyección de la línea de estudio	146
CAPITULO V.....	147
PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS.....	147
5.1. Prueba de hipótesis general.....	147
5.2. Prueba de hipótesis específicas.....	147
CAPITULO VI.....	149
6.1. Conclusiones.....	149
6.2. Recomendaciones	150
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	151
ANEXOS	153

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 MEDIDAS DE EFICIENCIA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO	63
TABLA 2 FACTOR DE AJUSTE POR ANCHURA DE CARRIL	68
TABLA 3 FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS.....	69
TABLA 4 FACTOR DE AJUSTE POR PENDIENTE DE ACCESO	69
TABLA 5 FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTO.....	70
TABLA 6 FACTOR DE AJUSTE POR PARADAS DE AUTOBUSES	70
TABLA 7 FACTOR DE AJUSTE POR LOCALIZACIÓN DE LA INTERSECCIÓN	71
TABLA 8 FACTOR DE AJUSTE POR VUELTAS A LA DERECHA EN EL GRUPO DE CARRILES	71
TABLA 9 FACTOR DE AJUSTE POR VUELTAS A LA IZQUIERDA EN EL GRUPO DE CARRILES	72
TABLA 10 CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES.....	76
TABLA 11 FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA	123
TABLA 12 MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES AV. MARISCAL CASTILLA - AV. LA ESPERANZA	124
TABLA 13 MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES AV. MARISCAL CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU	125
TABLA 14 MÓDULO DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACIÓN AV. MARISCAL CASTILLA - AV. LA ESPERANZA	126
TABLA 15 MÓDULO DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACIÓN AV. MARISCAL CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU	127
TABLA 16 MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD AV. MARISCAL CASTILLA – AV. LA ESPERANZA	128
TABLA 17 NIVEL DE SERVICIO AV. MARISCAL CASTILLA - AV. LA ESPERANZA	130
TABLA 18 CICLO DE LA INTERSECCIÓN AV. MARISCAL CASTILLA – AV. LA ESPERANZA	131
TABLA 19 CICLO ÓPTIMO DE LA INTERSECCIÓN AV. MARISCAL CASTILLA – AV. LA ESPERANZA	131
TABLA 20 CICLO ÓPTIMO DE LA INTERSECCIÓN AV. MARISCAL CASTILLA – JR. MIGUEL GRAU	132
TABLA 21 NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN AV. MARISCAL CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU.....	133

TABLA 22 INFLUENCIA EN EL LA INTERSECCIÓN AV. MARISCAL CASTILLA - AV. LA ESPERANZA POR LOS PROYECTOS URBANÍSTICOS LOS SAUCES Y EUCALIPTOS	134
TABLA 23 MODULO DE AJUSTE DE SATURACIÓN	135
TABLA 24 ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	135
TABLA 25 NIVEL DE SERVICIO	136
TABLA 26 NIVEL DE SERVICIO MEJORADO	139
TABLA 27 TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO.....	140
TABLA 28 PROYECCIÓN DE VOLUMENES PARA 2022 Y 2027	141
TABLA 29 PORCENTAJE DE VEHÍCULOS	142

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.....	9
FIGURA 2 UBICACIÓN DE LAS INTERSECCIONES.....	11
FIGURA 3 UBICACIÓN DE LA URBANIZACIÓN LO EUCALIPTOS	12
FIGURA 4 UBICACIÓN DE LA URBANIZACIÓN LOS SAUCES	13
FIGURA 5 RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRASPORTE, SISTEMA DE ACTIVIDADES Y LOS FLUJOS.....	33
FIGURA 6 CIRCULO VICIOSO DEL TRANSPORTE PÚBLICO	35
FIGURA 7 ROMPIENDO EL CÍRCULO VICIOSO DEL TRANSPORTE PÚBLICO	36
FIGURA 8 INTERSECCIÓN DE CUATRO ACCESOS OPERADA CON UN SEMÁFORO DE DOS FASES.	52
FIGURA 9 IMPACTO VIAL.....	77
FIGURA 10 DIAGRAMA TIEMPO - DISTANCIA	91
FIGURA 11 ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE INTERSECCIONES CON SEMÁFOROS HCM 2000 MANUAL.	111
FIGURA 12 DATOS NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS DE CADA GRUPO DE CARRILES.	112
FIGURA 13 EXPRESIONES PARA CALCULAR LOS DIFERENTES FACTORES DE AJUSTE.	115
FIGURA 14 UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO.....	120
FIGURA 15 INTERSECCIÓN AVENIDA MARISCAL CASTILLA CON LA AVENIDA LA ESPERANZA..	121
FIGURA 16 INTERSECCIÓN AVENIDA MARISCAL CASTILLA Y EL JIRÓN MIGUEL GRAU	122
FIGURA 17 CONFIGURACIÓN DE CARRIL.....	137
FIGURA 18 AJUSTE DE VOLUMEN.....	138
FIGURA 19 CONFIGURACIÓN DE NODOS.....	138

INTRODUCCIÓN

Un tema que toma más importancia y preocupación en los últimos años, es el crecimiento del tránsito en las ciudades grandes sean estas ciudades de países desarrollados o quizás en vías de desarrollo. En nuestro país tenemos una tendencia de crecimiento continuo, aunque no se ve crecimiento en la optimización del sistema de transporte urbano, debido a esto viajar por las calles de Huancayo es muy complicado en ciertas horas punta.

Manejar en las vías principales de Huancayo es entrar en una competencia diaria entre los autos privados, camiones, buses. En las horas picos registradas por los últimos estudios el congestionamiento de tráfico se debe al aumento de todo tipo de vehículos que ingresan al centro de la ciudad, también la falta de paraderos para los vehículos de transporte público.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) establece que toda construcción y/o obra civil debe presentar un Estudio de Impacto Vial (EIV) a la entidad municipal correspondiente, estas últimas generalmente no revisan detalladamente los informes de los EIV que son presentados, y esto causa unos graves problemas de congestión vehicular que se presenta en las vías públicas.

El trabajo de investigación titulada: **“ANÁLISIS DE LA VARIACION DE FLUJO E IMPACTO VIAL GENERADO POR LOS PROYECTOS URBANISTICOS LOS SAUCES Y EUCALIPTOS EN EL TAMBO 2018”** se pretende analizar el impacto vial que generaran los proyectos urbanísticos Los Sauces y Eucaliptos de Los Portales y realizar una propuesta de solución técnica para así reducir dicho impacto sobre las vías principales de Huancayo.

Para lograr el objetivo se desarrollaron 6 capítulos que se describen a continuación:

Capítulo I: El problema de investigación, en el cual se describen: el problema, los objetivos planteados y la justificación de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico, donde se presentan antecedentes de la investigación, la revisión de la literatura sobre las variables y conceptos relacionados con la investigación.

Capítulo III: Desarrollo de la investigación, se muestra condiciones prevalecientes y todos los pasos realizados en la investigación.

Capítulo IV: Resultados y discusión de los resultados, se presenta el procedimiento de cálculo para llegar a los resultados y la discusión de los mismos.

Capítulo V: Proceso de contraste de hipótesis.

Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad Huancayo y sus distritos tienen problemas de tráfico vehicular debido a la gran cantidad de vehículos debido a un acelerado crecimiento de la población y por consiguiente el crecimiento del parque automotor, estos generan un problema de congestión vehicular en ciertas zonas de la ciudad.

Como bien sabemos todas las personas tienen la necesidad de transportarse de un lugar a otro, debido a los quehaceres diarios, por lo cual se necesita una red de transporte óptima, llegar a su destino en el menor tiempo posible para no poder estar disconforme en este aspecto que es el transporte.

Existe una gran variedad de empresas de transportes en la ciudad de Huancayo que tienen rutas preestablecidas, con los proyectos de urbanización observamos que las rutas deben de ser más variadas para así poder abarcar los nuevos destinos de las personas, debido a esto las urbanizaciones mueven gran cantidad de personas debido a ello es importante realizar un Estudio de Impacto Vial para poder así ver que tanto afecta estos proyectos al sistema de transporte en la ciudad y las áreas afectadas como pueden ser calles e intersecciones donde se descargara los viajes ocasionados por estas, una vez realizado este estudio podremos observar más a detalle los problemas que ocasionaran en el tráfico dichas urbanizaciones, así podremos plantear soluciones alternativas para mejorar las condiciones de tráfico que se ocasionaran a corto , mediano y largo plazo.

1.2. DELIMITACIONES

1.2.1. Espacial

Línea de estudio pertenece a las urbanizaciones, intersecciones que afectan los proyectos urbanísticos Los Sauces y Eucaliptos que son la intersección Avenida Mariscal Castilla y Avenida Esperanza, Avenida Mariscal Castilla y Jirón Miguel Grau.

1.2.1. Temporal

El estudio tendrá una duración de tres (03) meses, comenzará a principios de enero hasta fines de abril del 2018.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la variación de flujo y el impacto vial producido por proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la variación de flujo que producen los proyectos urbanísticos los Sauces y Eucaliptos de los Portales en el Distrito de El Tambo 2018?

- b) ¿Cuál es el impacto vial producido por la nueva urbanización los Eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018?

- c) ¿Cuál es el impacto vial producido por la nueva urbanización los Sauces de los portales en el Distrito de El Tambo 2018?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Analizar la variación de flujo y determinar el impacto vial producido por proyectos urbanísticos los eucaliptos y sauces de los portales en el Distrito de El Tambo 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos conducentes al logro del objetivo general son:

- a) Determinar la variación de flujo producido por los nuevos proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018.
- b) Determinar el impacto vial producido por la nueva urbanización Eucaliptos de los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018.
- c) Determinar el impacto vial producido por la nueva urbanización Sauces de los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

La variación de flujo ocasionado por los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales necesitan una optimización para poder reducir el impacto.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) La nueva urbanización los Eucaliptos generara impacto vial importante de nivel II actualmente.
- b) La nueva urbanización los Sauces generara impacto vial importante de nivel II actualmente.
- c) Es necesario la incorporación de un nuevo corredor vial de la urbanización los Eucaliptos por el circuito turístico Huaytapallana que abarque las dos urbanizaciones y de salida en la Avenida Mariategui.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable independiente

- Proyectos urbanísticos.

1.6.2. Variables dependientes

- Variación de Flujo.
- Impacto Vial.

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Método

Investigación Cuantitativa

Debido a que se usa la recolección de datos para probar la hipótesis, basándose en una medición numérica y análisis estadístico, así establecer patrones de comportamiento para probar teorías. En la investigación se hará uso de conteos de vehículos y de cantidad de residentes, para poder evaluar la línea de estudio.

1.7.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación a realizar es del tipo descriptivo, ya que, se busca investigar, medir y evaluar para describir la situación actual del transporte en determinadas intersecciones. Y, dado que los datos requeridos son obtenidos por medición, los datos a recolectar son del tipo cuantitativo para tener resultados con mayor exactitud (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

1.7.3. Nivel de la investigación

Investigación explicativa o de comprobación de hipótesis causales. Porque su objetivo es la explicación de los fenómenos y el estudio de sus relaciones para conocer su estructura y los aspectos que intervienen en la dinámica de aquéllos.

1.7.4. Diseño de la investigación

Diseño Descriptivo

El Diseño de investigación descriptiva es un método válido para la investigación de temas o sujetos específicos y como un antecedente a los estudios más cuantitativos. Aunque hay algunas preocupaciones razonables en relación a la validez estadística (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

ESQUEMA



Donde:

M = Muestra

O = Observación de la muestra

Figura 1 Esquema de la investigación descriptiva.

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA

1.8.1. Población

Las calles e intersecciones de la red vial Huancayo - Perú.

1.8.3. Muestra

Línea de estudio que consiste en las calles, intersecciones de proyectos urbanísticos Los Sauces y Eucaliptos es un muestreo incidental.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. Técnicas

- Levantamiento de campo: reconocer detalladamente el sitio del proyecto, la red de vías en el área, dispositivos de control de tráfico, tiempo de fase de semáforos.
- Conteo vehicular, durante un periodo días y estaciones.
- El conteo se realizará al mismo tiempo en todos los accesos durante el mismo periodo.
- Se realizará un análisis: generación de viajes, distribución de viajes, asignación de viajes.
- Con ayuda del Excel se realizará los cálculos de la capacidad del proyecto.
- Se realizará un modelamiento en el programa synchro para poder comprobar nuestro análisis.

1.9.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizarán para la presente investigación serán las siguientes: formato de conteo, calculadoras, programa Excel y synchro.

1.9.3. Recolección de datos

Para la etapa de recolección de datos se procedió a realizar el aforo de las intersecciones, se realizó los registros filmográficos y fotográficos correspondientes con énfasis en las horas pico.

Se realizó el conteo de tráfico en la intersección durante 3 días. A continuación, se presenta la ubicación.

Se observa la primera intersección en el punto A, que es la avenida Mariscal Castilla y avenida la Esperanza; y la segunda intersección en el punto B que es la avenida Mariscal Castilla y el jirón Miguel Grau.

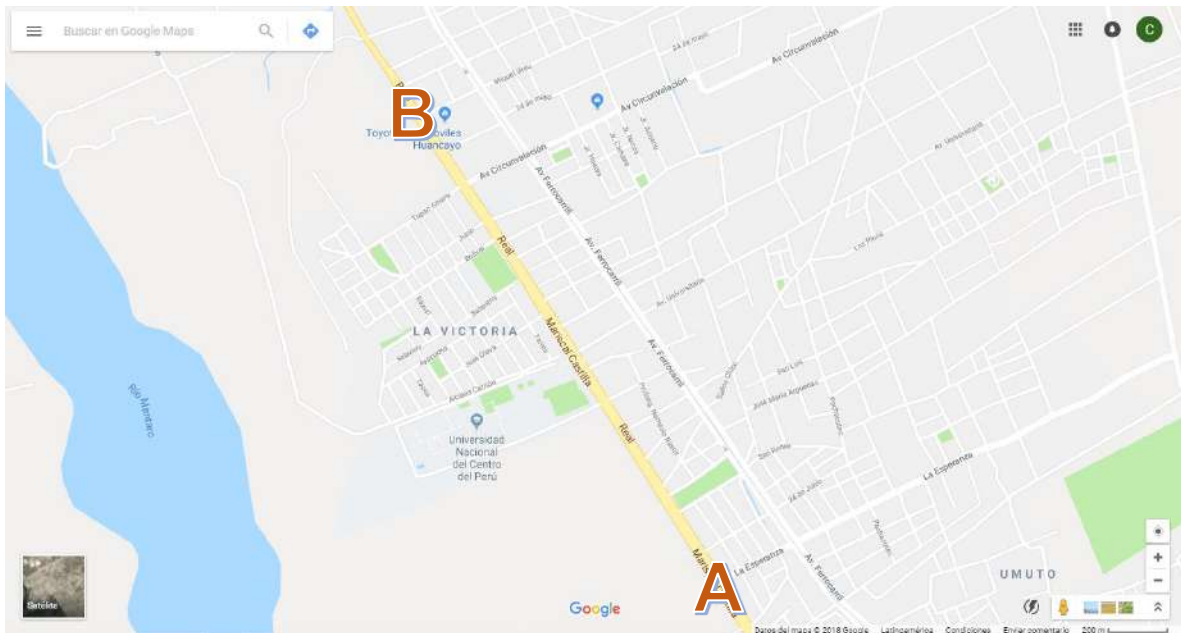


Figura 2 Ubicación de las intersecciones

FUENTE: Google Maps

Se observa en la figura 2 que las intersecciones de interés están en la carretera central donde se verá el impacto que crea.



Figura 3 Ubicación de la urbanización lo Eucaliptos

FUENTE: Google Earth

Ubicado en las coordenadas 12°00'41"S 75°13'27" con una elevación de 3292 msnm.



Figura 4 Ubicación de la urbanización los Sauces

FUENTE: Google Earth

Ubicado en las coordenadas $12^{\circ}01'42''S$ $75^{\circ}12'58''O$ con una elevación de 3317 msnm.

Conteo Vehicular

El conteo se realizó manualmente mediante el uso de una cámara filmadora. Con este dato se podrá realizar el cálculo de tránsito a futuro.

Los aforos se realizaron desde las 07:00 am hasta las 10:00 am, de 12:00 pm hasta las 03:00 pm y de 06:00 pm hasta las 09:00 pm debido a que el HCM nos menciona que debe de ser 2 días típicos y 1 atípico.

Se presenta los aforos de los vehículos mixtos para cada acceso, así como los volúmenes totales. Se agrupa los periodos horarios pico. Se presenta los

valores calculados para periodos de 3 horas y luego se presenta una curva mostrando la variación de los volúmenes mixtos totales a lo largo del tiempo, distinguiéndose los periodos.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.10.2. Justificación

La presente investigación nos servirá para poder analizar la variación de flujo y ver el nivel de impacto vial que generan estos dos proyectos urbanísticos de Los Portales que son Los Sauces y Los Eucaliptos, veremos cuanto afectan al trafico vial los vehículos que accederán a estas urbanizaciones y poder dar una posible solución técnica y viable para poder así disminuir los efectos de la introducción de las nuevas urbanizaciones en el Distrito de El Tambo.

Asi también mejorar la satisfacción de los usuarios tanto de las zonas afectadas como de los proyectos urbanísticos para evitar molestias a futuro.

1.10.2. Importancia

La importancia de la presente investigación que se pretende realizar, radica en analizar la variación de flujo y el Impacto Vial (IV) de dichas urbanizaciones y poder dar solución a un posible problema que acogerá la introducción de más vehículos de transporte para dichas urbanizaciones, pudiendo así optar por algunos cambios en el sistema vial para poder minorar el efecto que tendrá estos proyectos urbanísticos en El Tambo, finalmente poder ver el efecto ocasionado si presentamos soluciones a los impactos viales de dichos proyectos urbanísticos.

El estudio que se pretende realizar servirá como una solución a un problema a futuro, pudiendo así evitar malestares y descontentos de los transeúntes y conductores de la ciudad.

1.11. LIMITACIONES

Dentro de las limitaciones en la investigación, una de las principales es la normativa, debido a que el Perú no cuenta con ello, así que nos basaremos al HCM 2000 (Highway Capacity Manual) y el Trip Generation Manual.

Se realizará un estudio de impacto vial de dichos proyectos urbanísticos cumpliendo con todos los parámetros y reglamentos de Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la Municipalidad Distrital de El Tambo. Finalmente se propondrá una solución que esté acorde a la realidad desde un punto de vista técnico.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Antecedentes del problema

ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL, TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE INGENIERÍA VIAL, AUTOR: INGENIERO CIVIL FRANCISCO GUILLERMO VELA MORALES, GUATEMALA, MARZO DEL 2008.

El presente trabajo de graduación titulado "Estudio de Impacto Mal. Marco Conceptual, "consiste en la descripción teórica y práctica de una investigación sobre la metodología para la determinación de los impactos de los desarrollos comerciales, industriales, residenciales o de usos mixtos sobre la red vial local.

Para éste trabajo de investigación usaremos la palabra desarrollo para describir cualquier proyecto de construcción que genere viajes o tránsito entrando o saliendo del mismo. El tipo de impacto que se estudia es el local, es decir se estudiará como un Proyecto o Desarrollo influye directamente sobre el sistema vial adyacente, creando turbulencia en el tránsito. Dentro del trabajo de investigación se propone la metodología que debe seguirse para la elaboración de los Estudios de Impacto Vial Esto es necesario ya que en nuestro medio no se cuenta con estudios y literatura adecuada para el desarrollo de estos temas.

Es así como se abordan distintos temas de ingeniería de tránsito y como las entidades gubernamentales o municipales deben tener en cuenta los impactos que un Proyecto tiene sobre su infraestructura vial.

PRISSIL ESTEFANIA ARIAS MORENO, VICTOR MANUEL VALDIVIEZO PERALTA (2014), ESTUDIO DE IMPACTO VIAL PARA LAS ESCUELAS EN

ZONAS URBANAS DE LIMA METROPOLITANA. TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.

Nos habla sobre describir y analizar las etapas de un estudio de impacto vial (EIV) para escuelas de estudios superiores; así como, desarrollar un modelo amplio siguiendo procedimientos estandarizados por el HIGHWAY CAPACITY MANUAL. Además, internamente se trabajó la tesis de acuerdo al Reglamento del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

EL IMPACTO VIAL DE CENTROS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA, TABASCO, TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE TRANSITO, AUTOR: LORENZO BALDERAS MADERA, TABASCO – MÉXICO NOVIEMBRE, 1998.

Con el desarrollo de este estudio se busca el logro de identificar el impacto del flujo vehicular que nuevo desarrollo tendrá sobre la operación del tránsito en zona de influencia, las medidas de mitigación correspondientes a este impacto son analizadas y evaluadas para un radio de acción considerado por el tipo de construcción y vialidad.

Se establecen las medidas de ingeniería de tránsito necesarias para garantizar un adecuado acceso al nuevo desarrollo, también se determinan las áreas de estacionamientos que satisfagan el volumen vehicular atraído.

En esta tesis se consideran acciones de canalización del flujo vehicular como dispositivos para el control del tránsito (señalamientos) en el ámbito regional y para el ámbito local se definen acciones operativas de carácter puntual (Cambios de sentido de circulación. programación de semáforos, geometría, etc.). De esta manera espero que esta tesis Sea el inicio de una cultura donde la vialidad, debe tenerse presente en el desarrollo y planeación de la ciudad.

RAMÍREZ VÉLEZ, GONZALO (2004), ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y DEMORA EN INTERSECCIONES VIALES

SEMAFORIZADAS. TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA DE TRANSPORTES. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. PERÚ

Nos habla sobre los diferentes aspectos como la falta de planificación, situación económica, intereses políticos e incluso superposición de funciones que son los que han contribuido a la crisis del transporte urbano, imperando el desorden, las pérdidas de tiempo al trasladarse de un lugar a otro, la congestión y la contaminación de la ciudad. La capacidad es evaluada en términos de la relación de la tasa de flujo de demanda (volumen) y la capacidad, es decir la relación v/c , mientras que el nivel de servicio es evaluado basándose en el promedio de demora por vehículo (segundos por vehículo).

BONILLA BENITO, HÉCTOR EDGAR (2006). ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE HUANCAYO. TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. PERÚ

Nos habla sobre la evolución del transporte público en Huancayo en 1990 que estaba compuesto principalmente por buses de mediana capacidad (30 - 35 pasajeros), éstos tenían acceso al corredor exclusivo de la Calle Real a lo largo de todo su recorrido y no tenían problemas de competencia; el sistema también estaba compuesto por empresas de autos colectivos y servicio de camionetas (combis) Ante la creciente migración de la población de zonas rurales hacia la urbe por causa del terrorismo y por la búsqueda de un mejor estándar de vida, el número de habitantes de la ciudad de Huancayo creció en el orden de 4,3% anual, haciendo que este crecimiento obligue a expandir la ciudad hacia las zonas anteriormente destinadas a terreno agrícola, con la necesidad inmediata de conectarse con el resto de la ciudad para tener acceso al sistema de transporte público existente. La estructura del sistema Vial de Huancayo es de parrilla o de cuadrícula, partiendo del

Área Monumental hacia la periferia y es atravesada por tres grandes corredores viales Av. Ferrocarril, Calle Real y Av. Huancavelica.

2.1.2. Referencias históricas

El transporte ha evolucionado desde los primeros tiempos, con la invención de la rueda y la utilización de coches tirados por animales de carga. El transporte en la época Incaica constaba de rutas eran largas y rectas; por lo común estaban pavimentadas o bien empedradas. Estas redes camineras llegaban hasta los límites del imperio. En los desiertos, el camino se marcaba solo con postes. En las regiones altas, los caminos subían y bajaban constantemente por las laderas de las montañas, en algunos tramos demasiado empinados, se construían escalones para ser el paso más fácil. En los valles se levantaban muros bordeando las rutas y se acostumbraban a decorarlos con pinturas.

Durante la época colonial, las ciudades eran pequeñas. Esto hace suponer que la gente no necesitaba medios de transporte. Sin embargo, pocas personas se veían de a pie. Muchas utilizaban los caballos, aún para los trayectos más cortos. A caballo iban los transeúntes, los vendedores ambulantes y hasta los mendigos.

La gente de alcurnia tenía carruajes que servían para trasladarlos tanto dentro de la ciudad como a los alrededores. La calesa o volanta era la más usada.

En la época del Virrey Vértiz apareció la litera o palanquín que era una silla cubierta llevada por dos o cuatro sirvientes. Se trataba de un medio de transporte propio de las mujeres

Avanzada ya la República, en el año de 1851, aparecen los primeros coches de alquiler, antecesores de los actuales "taxis", los cuales fracasan

por la deficiente calidad de los animales de tiro y su mala alimentación, así como por el mal estado de las vías, que destruían los coches.

Los coches iniciaron su retirada del Perú con la llegada de los automóviles en la primera década del Siglo XX, y con la novedosa implementación del transporte en ómnibus en el año de 1921.

En estos años veinte, los coches se replegaron totalmente dando paso al automóvil, que ingresó a la Ciudad agresivamente, contando, además, con una gran promoción por parte del Gobierno de Augusto B. Leguía. Los últimos coches que circularon fueron los de Palacio de Gobierno que en número de media docena, sirvieron hasta mediados de la década del sesenta del siglo XX en las ceremonias oficiales. Sin embargo, las carretas sobrevivieron algunos años más.

El primer auto en llegar al país, fue importado desde Europa y llegó a la ciudad de Huaraz en 1899. Por otro lado, el primer auto en la ciudad de Lima llegó en 1903, este fue un locomóvil a vapor; sin embargo, en 1904 llegó el primer auto a gasolina y en 1905 el primer auto americano.

Pero lo resaltante con respecto a los automóviles es que en el Perú se logró fabricar uno. Este fue construido por el ingeniero Juan Alberto Grieve. A diferencia de los autos importados, en su mayoría europeos, este tenía 20hp (caballos de fuerza) lo cual le permitía que se pudiera movilizar fuera de la ciudad de Lima, ya que, con su mayor potencia, era el único que podía transitar por los maltratados caminos. El ingeniero Grieve diseñó todos los componentes mecánicos; es decir, el motor, chasis, transmisión y diferencial. Los únicos elementos que se importaron fueron las llantas Michelin y el encendido Bosch, además,

Los automóviles al comienzo fueron usados para los paseos por la ciudad. Sin embargo, con la llegada de los primeros autos, también comenzaron los primeros accidentes de tránsito. Los ciudadanos comenzaron a exigir seguridad y también a quejarse por el ruido causado por estos vehículos.

Por tal razón, exigían que se implementara un reglamento de tránsito, antes de que se siguiera importando más autos. El señor Grieve no ha seguido la moda de las válvulas mandadas, y emplea en sus cilindros las automáticas. El encendido es doble, por magneto Sims Bosch, de alta tensión con una sola bobina; embrague rocono de cuero; cambio de velocidades progresivo, tres velocidades adelante y marcha atrás, con un solo balador; ruedas iguales 815x105 m/m; neumáticos Michelin; radiador nido de abejas. Por otro lado, este automóvil tenía cinco asientos que le facilitaba viajes de larga distancia.

A la actualidad el crecimiento acelerado del parque automotor en Huancayo (Junín) que genera un tremendo caos vehicular. La población está expuesta a más de 60 decibeles en las horas puntas, incluso en algunos casos se sobrepasa los 80 decibeles, lo cual no está permitido por la Organización Mundial de la Salud.

Asimismo, hace cinco años, en Huancayo no se veía congestión vehicular; sin embargo, ahora los puentes, avenidas e intersecciones que conectan a los distritos de El Tambo – Chilca y Huancayo, se saturan en las mañanas, al medio día y en las noches, al igual que en las calles donde se ubican los mercados Modelo y Mayorista.

Ante esta situación, los transportistas usan indiscriminadamente el claxon, generando mayor perturbación que una solución. Por otro lado, según información de la Gerencia de Tránsito y Transporte de la Municipalidad Provincial de Huancayo, existe un total de 31 mil 500 vehículos destinados al servicio público, entre combis, autos y buses. Además, se conoce que en los últimos 12 meses, 3 mil 500 unidades son nuevas, mientras que el resto de vehículos tienen más de cinco años de antigüedad.

2.2. MARCO LEGAL

Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual) HCM

El Manual de Capacidad de Carreteras es un conjunto de procedimientos de análisis que proporciona información y estimaciones sobre el comportamiento de una variedad de estructuras viarias, en base a unas condiciones conocidas de la vía, la circulación y la regulación. Asimismo, se pueden establecer criterios sobre el nivel deseado de las prestaciones a obtener por ellos, y estimar ciertas condiciones que en consecuencia deberán alcanzar la carretera, el tráfico, o los elementos de control.

MTC. “Reglamento Nacional de Transito – Código de Transito”. Perú- 2014

El presente Reglamento establece normas que regulan el uso de las vías públicas terrestres, aplicables a los desplazamientos de personas, vehículos y animales y a las actividades vinculadas con el transporte y el medio ambiente, en cuanto se relacionan con el tránsito. Rige en todo el territorio de la República.

Synchro Traffic

Synchro es una aplicación de software de análisis y optimización macroscópica. Synchro apoya (HCM), 6ª edición de manual de Capacidad de Carreteras de 2010 y 2000 para las intersecciones señalizadas, intersecciones y rotondas semaforizadas. Synchro también implementa el método de utilización de la capacidad de empalme para determinar la capacidad de intersección. Rutina de optimización de la señal de synchro permite al usuario ponderar fases específicas, proporcionando así a los usuarios más opciones en el desarrollo de planes de frecuencia de la señal. Debido a que el software es fácil de usar, los ingenieros de tráfico son el modelado en cuestión de días.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Volumen de tránsito o de tráfico.**

Se define como el número de vehículos que pasan por un punto en una vía, ya sea por un sentido de vía, un cruce o intersección durante un intervalo de tiempo específico.

- **Velocidad.**

La velocidad es uno de los indicadores que determina la calidad de operación en un sistema de transporte, es así que es empleado como un factor más común a considerar en la selección de una ruta específica para trasladarse de un lugar a otro.

- **Dispositivo para control de tránsito.**

Son aquellos dispositivos de control de tránsito que imponen un requisito preciso a los usuarios de una vía pública

Este control se puede alcanzar mediante semáforos, letreros, marcas que regulen, guían, canalizan el tránsito a la vez.

- **Tiempo del semáforo.**

Es un dispositivo eléctrico para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones, mediante tres luces de color rojo, amarillo y verde.

- **Carril.**

Técnicamente se define carril como la banda longitudinal en que puede subdividirse la calzada, caracterizada por tener una anchura suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos.

El carril se emplea como elemento de clasificación tipológica de vías, distinguiendo entre carreteras de dos carriles y carreteras multicarril. Esta división es muy importante desde el punto de vista del tráfico, como ya vimos al tratar el análisis de la capacidad de vías urbanas e interurbanas.

Los carriles suelen materializarse en el pavimento bien mediante marcas viales, bien mediante separadores de tráfico, según sea el grado de

seguridad necesario y el sentido de circulación -igual o contrario- de los carriles adyacentes que delimita.

- **Saturación vehicular.**

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 atochamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

2.4. MARCO TEÓRICO

2.4.1. Generalidades

Se define algunos conceptos básicos necesarios como introducción al lector del documento. Posteriormente de manera más específica se describe del HCM 2000 en los capítulos de interés de manera escueta y concisa. Posteriormente se explicará el Synchro Traffic 8.0 que se emplearan como software de apoyo.

2.4.2. Glosario de términos

LOS

Level of service, nivel de servicio, término empleado en el HCM 2000.

HCM 2000

Highway Capacity Manual, Metodología del Manual de Capacidad de carreteras versión 2000.

Nivel de servicio

medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, según el HCM 2000 pueden ser A, B, C, D, E y F.

Accidente de tránsito

Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública.

Capacidad

Número máximo de vehículos que pueden circular por una sección dada o un carril, durante un periodo de tiempo determinada y bajo condiciones prevaecientes, tanto de la propia vía como de la operación de tránsito.

Ciclo

Secuencia completa de indicación de semáforo.

Duración de ciclo

Duración total de tiempo de semáforo que completan un ciclo, está dado en segundos y su símbolo es C.

Circulación continua

Es la condición del tránsito para la cual un vehículo que recorre un tramo de una vía, no se ve obligado a detenerse por cualquier causa externa a la corriente del tránsito, si bien dicho vehículo puede verse obligado a detenerse por causas propias de la corriente de tránsito en el cual circula.

Circulación discontinua

Es la condición del tránsito para la cual un vehículo que recorre un tramo de una vía se ve obligado a detenerse por causas que no sean propias de la corriente del tránsito, pero que proceden fuera de ella, tales como señales o semáforos en una intersección.

Condiciones viales

Los factores que afectan a la vía comprenden las condiciones geométricas y los elementos del proyecto.

Control vehicular

Consiste en la manera tecnológica en la cual los vehículos son guiados en la infraestructura estática.

Demora

La demora es una medida fundamental de las prestaciones existentes en vías para una circulación discontinua, esta implica la determinación de una velocidad media realista para cada segmento de carretera y esta implícito en las estimaciones de las velocidades medias de recorrido de las carreteras urbanas.

Densidad

La densidad se define como el número de vehículos que ocupan un tramo de longitud dado de un carril o carretera, en un instante concreto y se expresa, normalmente en vehículos por kilómetro (v/km).

Detectores

Son los dispositivos capaces de registrar y transmitir los cambios que se producen o los valores que se alcanzan en una determinada corriente del tránsito.

Estructura vial

Conjunto de elementos de distinto tipo y jerarquía cuya función es permitir el tránsito de vehículos y peatones, así como facilitar la comunicación entre las

diferentes áreas o zonas de actividad. Puede tener distinto carácter en función del medio considerado: local, urbano, regional, nacional, etc.

Fase

Es la parte ciclo asignada a una combinación de movimiento de tráfico.

Hora punta

Se define como el periodo de 60 minutos (1 hora) durante un día en el cual la vía o segmento de vía experimenta la mayor cantidad de volumen.

Intervalo

Periodo de tiempo durante el cual las indicaciones del semáforo permanecen constantes.

Intervalo de cambio y limpieza

Es el intervalo de señales amarillo mas todo rojo que ocurre entre fases, para proveer de limpieza en la intersección antes de que los movimientos de conflicto se realicen, está dado en segundos y su símbolo es Y.

Jerarquía vial

Diferenciación del carácter de las vías en función de la duración de los trayectos y la compatibilidad de dicha duración con las exigencias o necesidades de los usuarios. Se refiere generalmente a la viabilidad urbana y se manifiesta dicha jerarquía en las características físicas y operacionales de las vías.

Nivel de servicio

Medida cualitativa de la operación del tránsito sobre una vía, se reconocen seis niveles de servicio, a saber:

- A. corresponde a la condición de flujo libre.
- B. Corresponde a la zona de flujo estable.
- C. Corresponde a la zona próxima del flujo estable.

- D. Corresponde a la zona próxima de flujo inestable.
- E. Corresponde a la condición de flujo inestable (capacidad)
- F. Corresponde a la circulación forzada.

Pare

Esta señal se empleará para notificar al conductor que debe detener completamente el vehículo.

Peatón

Se denomina peatón a la persona que transita por la vía pública a pie o ayudado por un medio mecánico no considerado en la clasificación vehicular.

Percepción

Impresión material producida en los sentidos por un estímulo exterior. Para un conductor, es el intervalo de tiempo comprendido entre la aparición del objeto exterior y su reconocimiento a través de su sensación visual.

Semáforos totalmente accionados

Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en todos los accesos de la intersección.

Semáforos parcialmente accionados

Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos de la intersección, pero no en todos.

Señalamiento vertical

Son todas aquellas señale construidas con placas e instaladas a través de postes.

Señalamiento horizontal

Son las rayas, palabras, símbolos y objetos, aplicados o adheridos sobre el pavimento.

Señales preventivas

Son señales de color amarillo que tienen un símbolo, su objeto es prevenir a los conductores de la existencia de algún peligro en el camino y su naturaleza.

Señales restrictivas

Señales de color blanco con un aro de color rojo. Su objeto es indicar la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito.

Señales informativas

Son las que tienen como propósito ayudar a los conductores en su desplazamiento por la vía que les permita llegar a su destino de la manera más simple y directa posible.

Señal cruce de peatones

Se utilizará para advertir la proximidad de cruces peatonales. Los cruces peatonales se delimitarán mediante marcas en el pavimento.

Seguridad vial

Es la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas.

Tráfico

Tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc.

Tránsito

Desplazamiento de vehículos y/o peatones a lo largo de una vía de comunicación, en condiciones relativas de orden, eficacia, seguridad y comodidad. Se le clasifica de urbano, regional, local, etc.

Transito anual (TA)

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos.
(T = 1 año).

Transito mensual (TM)

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos.
(T = 1 mes).

Transito semanal (TS)

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos.
(T = 1 semana).

Transito diario (TD)

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas.
(T = 1 día).

Transito horario (TH)

Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos.
(T = 1 hora).

Transportar

Llevar una cosa de un lugar a otro. Llevar de una parte a otra por el porte o precio convenido.

Tiempo de verde

Es el tiempo dentro de una fase, durante el cual el indicador muestra verde, está dado en segundos y su símbolo es g.

Tiempo efectivo de rojo

Es el tiempo durante el cual un movimiento dado o grupo de movimientos no están permitidos que ocurran, la duración del ciclo menos el tiempo efectivo de verde, está dado en segundos y su símbolo es t_i .

Tiempo efectivo de verde

Es el tiempo efectivamente disponible para un movimiento, generalmente es tomado como el tiempo de verde más el intervalo de cambio y limpieza, menos el tiempo perdido para el movimiento designado, está dado en segundos y su símbolo es g_i .

Tiempo perdido

Es el tiempo durante el cual la intersección no es efectivamente usada por algún movimiento, lo cual ocurre dentro del intervalo de cambio y limpieza (cuando la intersección está limpia) y en el comienzo de cada fase cuando los primeros vehículos de la fila inician la marcha experimentan demoras en el arranque, su símbolo es l .

Unidad de control

Es un mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces en los semáforos.

Vehículo

Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

Vía

Camino, arteria o calle.

Volumen de servicio

Número de vehículos que pueden pasar por una sección dada de un carril o calle en una dirección, durante un periodo de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondientes a un nivel de servicio seleccionado.

Volumen de tránsito

Número de vehículos o personas que pasan por un tramo de la vía en un intervalo de tiempo determinado. Los intervalos más usuales son la hora y el día.

Zonas peatonales

Es un área en el cual el peatón tiene la prioridad y de forma muy excepcional se permite el ingreso de transporte público y de bicicletas.

2.4.3. Sistema de transporte

2.4.3.1. Estructura del sistema de transporte

El término transporte denota la acción "llevar de un lado a otro", este proviene del latín, y sus componentes léxicos son trans que significa "de un lado a otro", y portare, que quiere decir "llevar". Por lo tanto, cuando se habla de un sistema de transporte se concluye que es el conjunto de redes, entidades de flujo (vehículos) y sistemas de control que permite movilizar eficientemente personas o bienes, para satisfacer necesidades humanas de movilidad.

Nicholas J. Garber y Lester A. Hoel en su libro Ingeniería de tránsito y Carreteras, considera que el sistema de transporte en cualquier país está en estado de equilibrio para cualquier momento como resultado de fuerzas del mercado, acciones gubernamentales y tecnología del transporte; a medida que estos elementos cambian con el tiempo, el sistema de transporte también se modifica.

Entonces el sistema de transporte genera crecimiento y cambio en el sistema socioeconómico, así como este genera cambios en el sistema de transporte. La relación que ambos sistemas tienen en una ciudad está representada por tres variables básicas:

- El sistema de transporte T
- El sistema de actividades A, esto es, el patrón de actividades sociales y económicas que se desarrollan en la región.
- La estructura de flujos F, esto es, los orígenes, destinos, rutas y volúmenes de personas y carga que se mueven a través del sistema.

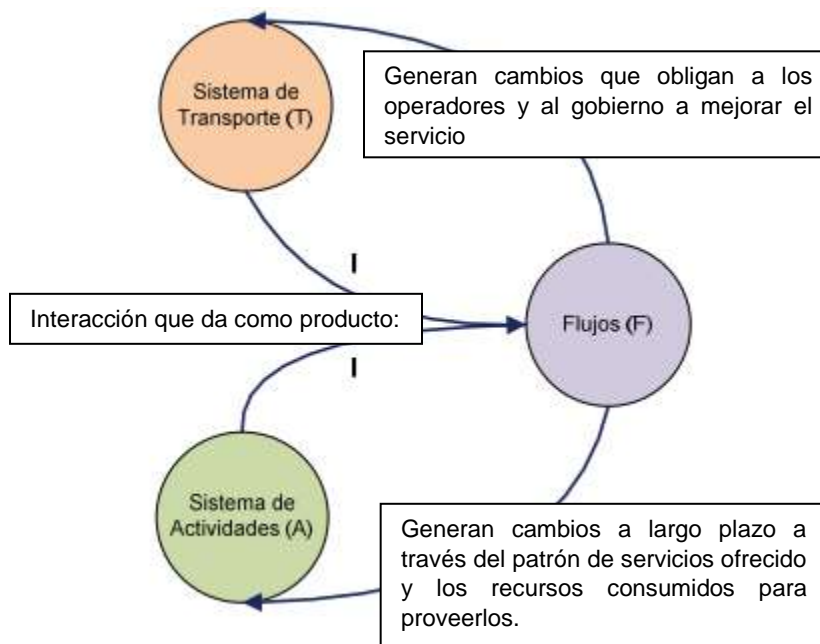


Figura 5 Relación entre el sistema de transporte, sistema de actividades y los flujos

Fuente: Fundamentals of Transportation Systems Analysis, Volume 1: Basic Concepts, de Marvin L. Manheim.

La figura 5 muestra la relación entre el sistema de transporte, las actividades y flujos, la cual se sintetiza en que nuestra sociedad tiene la necesidad de hacer uso del transporte para llevar a cabo actividades como trabajo, compras, etc., y como respuesta positiva a esta interacción el gobierno tiene la necesidad de mejorar el servicio del transporte.

Cuando se considera al Sistema de transporte, se tiene en cuenta sus características y funciones; los cuales consolidan los intereses e ideologías de diferentes grupos, entre ellos los usuarios, operadores y gobiernos,

quienes a su vez intervienen en el. Por consiguiente, el transporte está ligado al movimiento comercial, y cuando se tenga proyectos de desarrollo e infraestructura de transporte se deberá integrar con la realidad comercial.

Asimismo, para cumplir el objetivo del sistema de transporte que es el traslado de bienes o personas de un lado a otro se necesitará entender la estructura física que consta de las conexiones o medios, las unidades transportadoras y los terminales.

2.4.3.2. El problema en el transporte urbano

Los problemas de transporte urbano se han hecho cada vez más comunes debido a que no se le da la adecuada importancia que merece, y desgraciadamente esto viene desde hace décadas en países industrializados como países en desarrollo.

Uno de los eventos que marcaron al sistema de transporte urbano y socioeconómico fue las crisis que se dio en la década de los 70 con el transporte público en los países industrializados ya que el incremento en la población generó que la tasa de motorización se vea acrecentada. Para entender el problema de la crisis se tiene la figura sobre el círculo vicioso que tiene el transporte público.

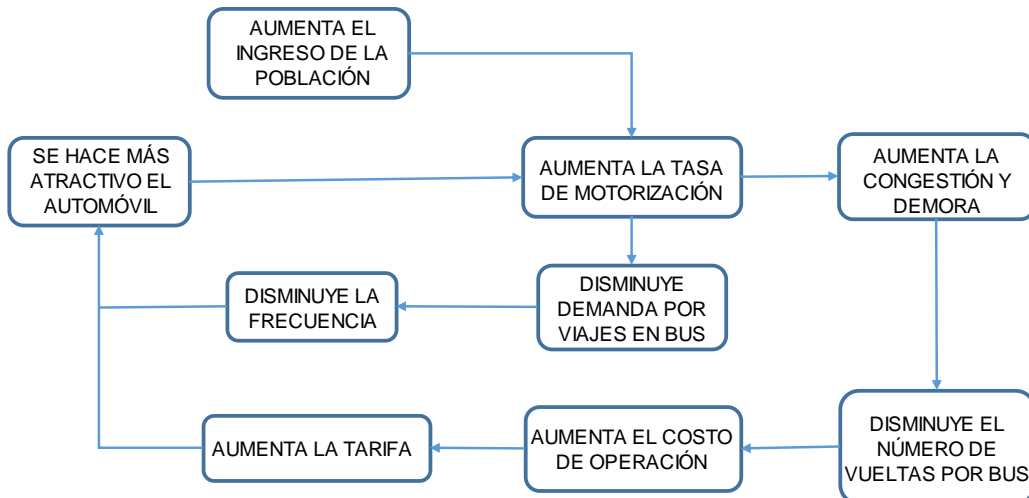


Figura 6 Círculo vicioso del transporte público

Fuente: Modelos de Demanda de Transporte 2da Edición

La figura 6 nos muestra cómo es que se da el problema en el transporte público debido al incremento de la población, al no poder manejar la relación que existe con la tasa de motorización; aumenta la congestión y se genera demoras en los viajes; además reduce los viajes en bus, y finalmente se hace más atractivo usar el automóvil. Para evitar tal círculo vicioso se debería acrecentar los viajes urbanos en transporte público, renovar y modernizar los sistemas de buses y transporte masivo, así se podría desincentivar el uso de automóvil particular, Para poder interpretar mejor se tiene la figura 7 que muestra las restricciones del uso de automóvil.

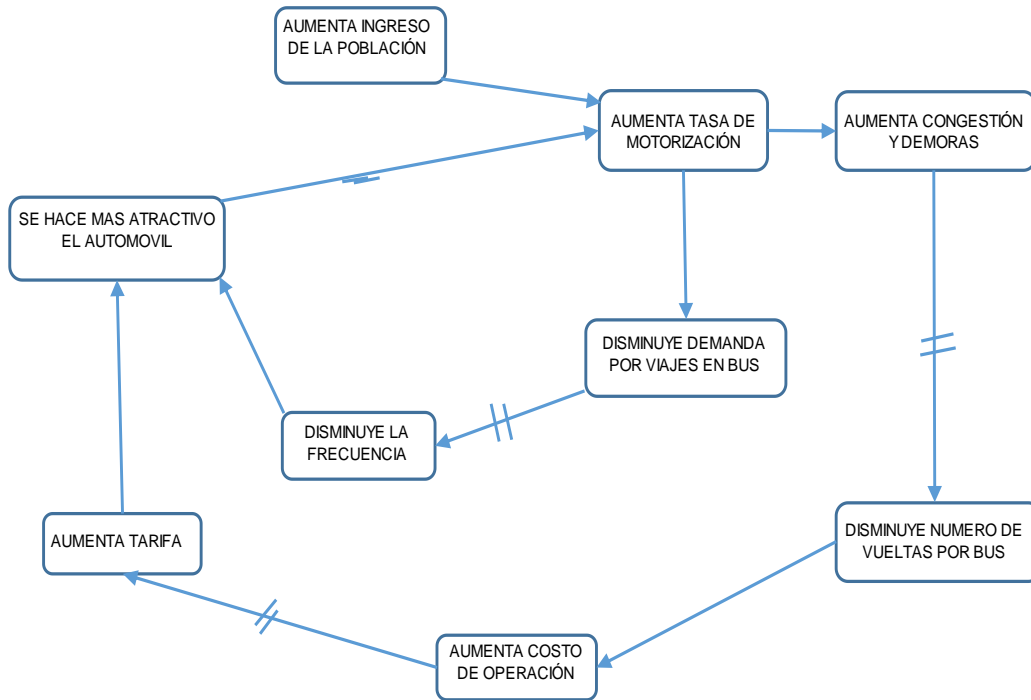


Figura 7 Rompiendo el círculo vicioso del transporte público

Fuente: Modelos de Demanda de Transporte 2da Edición

2.4.4. Usuario

2.4.4.1. Peatón

El peatón es el individuo que transita a pie por espacios públicos, es un elemento básico dentro de la ingeniería de tránsito ya que al conocer sus habilidades y limitaciones puede ser analizado y finalmente se puede comprender su comportamiento dentro del flujo de tránsito.

Además, es importante estudiar al peatón porque es víctima y causa del tránsito; es decir llega a ser víctima debido a los accidentes de tránsito que se suscitan. Por otra parte, los peatones son la causa del tránsito, ya que ellos infringen las señales de tránsito o simplemente no tienen educación vial, por lo que al final llegan a tener accidentes.

Para evitar accidentes de tránsito se debe de seguir algunas normas generales de circulación de peatones por la vía pública; entre ellos el de circular siempre por las aceras y no acercarse al borde de la calzada para evitar ser atropellado por algún vehículo. También se debe tener en cuenta que en caso que la calle por la que se camina no tuviera acera o existiese algún obstáculo y fuera totalmente imprescindible pasar por ese tramo, se circulará lo más pegado posible a la pared y a ser posible de cara al tráfico, de esta forma se podrá ver de frente a los vehículos que se aproximan.

Los niños pequeños deben ir siempre de la mano de los adultos, procurando que jueguen o conduzcan triciclos o bicicletas en lugares cerrados al tráfico y nunca en la calzada. Los adultos deben tener especial cuidado cuando los niños jueguen a la pelota ya que ésta se le puede ir a la calzada y la natural tendencia de los niños a correr detrás de ella, hace que esta situación sea muy peligrosa. Se les debe insistir en que no vayan a por ella y que esperen a que un policía o una persona mayor se la recoja.

No se deben llevar animales sueltos, pueden escaparse y producir situaciones de peligro para otros usuarios de la vía pública.

Los peatones deben circular por los lugares reservados para ellos y no hacerlo por los prohibidos; por ejemplo, circularán por zonas peatonales y no lo harán por autopistas y autovías.

Otra forma de estudiar la relación del peatón con el tránsito es calculando el nivel de servicio que se tiene para el tránsito peatonal, en el cual se determina si se tiene un nivel A, B, C, D, E o F, todo esto dependerá de la velocidad de operación y el área por peatón.

2.4.4.2. Conductor

Las vías son compartidas por distintos usuarios, todos con los mismos derechos. La seguridad y fluidez de la circulación dependen de todos y cada uno de los usuarios. Por ello es necesaria la colaboración entre todos los usuarios de la vía, respetando a los demás y circulando de manera ordenada. Entre los distintos usuarios se encuentran los conductores de todo tipo de vehículos, como bicicletas, motocicletas, camionetas, camiones, ómnibus, etc.

El comportamiento del conductor que debe tener en la vía pública se basa en no molestar a los demás incumpliendo las normas, causando perjuicios o molestias innecesarias o faltando a la educación cívica con malos gestos y modales incorrectos; no se debe sorprender a los demás con movimientos o maniobras imprevistas y sin aviso; si no advertir de sus intenciones y de las maniobras que va a realizar; es decir realizándolo correctamente, con claridad y con suficiente antelación para dar tiempo a que los demás usuarios puedan tomar sus precauciones. Asegurándose de que los demás usuarios han percibido y comprendido las advertencias, que pueden ser ópticas, acústicas o mixtas, y por sobre todo el conductor debe utilizar el cinturón de seguridad, durante la marcha del vehículo que conduce, así como debe tener cuidado y consideración con los peatones y con los vehículos que transitan a su alrededor.

Por otro lado, cuando un conductor tiene un comportamiento inadecuado o peligroso pone en riesgo la vida de los demás, por lo que está prohibido mantener abiertas las puertas del vehículo, cuando se encuentre transitando o prestando el servicio. No debe recoger o hacer descender pasajeros, fuera de los paraderos autorizados, o con el motor encendido. No se debe fumar, conversar o estar desatento al conducir el vehículo y menos transportar personas en evidente estado de ebriedad.

Estas infracciones son causas de accidentes que demanda la reparación del daño ocasionado, tanto a la salud como a la propiedad, por lo tanto, los conductores deberían mantener un comportamiento adecuado.

2.4.4.3. Percepción - reacción

El Tiempo de Percepción y Reacción es aquel tiempo que transcurre desde que el conductor recibe la información del riesgo o peligro hasta que inicia la respuesta del conductor. El proceso con el cual el conductor o peatón evalúa y reacciona a un estímulo se puede dividir en cuatro subprocesos:

a) Percepción: Consiste en el comienzo del tiempo de percepción y reacción y finaliza cuando el conductor mueve sus ojos para focalizar en la zona central de sus retinas aquello que ha detectado (dispositivo de control, señal de advertencia, o algún objeto en el camino)

El tiempo de percepción y comienzo del tiempo de reacción tiene un valor medio de 0,3 segundos.

b) Identificación: En esta fase el conductor identifica algún objeto o dispositivo de control, dentro de este tiempo de reacción se tienen cuatro etapas:

- Identificación o Percepción, esta etapa consiste en la identificación del riesgo o peligro, marca el comienzo del tiempo de reacción. Esta etapa finaliza cuando se ha acopiado la información adecuada y suficiente como para valorar el riesgo. Su duración es de 0,3 segundos.

- Evaluación o Intelección, esta etapa consiste en la comprensión de la situación e interpretación del riesgo o peligro, comienza cuando finaliza la etapa anterior y termina cuando, una vez procesada la información, se concluye si el riesgo es tal o no. Gran cantidad de errores en esta etapa de evaluación, son causas de accidentes. Su duración aproximada es de 0,5 segundos.
- Decisión o Emoción, esta etapa consiste en la adopción de la maniobra más conveniente, comienza cuando finaliza la etapa anterior y termina al iniciarse la respuesta. En esta etapa, se resuelve si es conveniente modificar la velocidad, dirección, o aceleración. La duración de esta etapa oscila entre 0,5 y 1 segundo.
- Respuesta o Volición, esta etapa consiste en la acción sobre los mandos del vehículo, comienza cuando el centro motor del cerebro envía la orden de ejecución al grupo de músculos correspondiente y termina cuando los músculos comienzan a ejecutar la orden. La duración media de esta etapa es de 0,2 segundos.

c) Emociones: En esta fase el conductor decide qué acción tomar como respuesta al estímulo. Por ejemplo, pisar el pedal de freno, pasar, virar o cambiar de carril.

d) Reacción: En esta fase el conductor ejecuta en la realidad la acción decidida durante los sub-procesos de identificación y emociones. Este tiempo corresponde a aquel que surge por la inercia de los mecanismos móviles, elasticidad de los elementos que transmiten la orden, juego o huelgo en los elementos mecánicos, la duración de esta fase es de 0,5 segundos.

El tiempo de percepción - reacción es un factor importante en la determinación de la distancia de frenado, además de la distancia mínima de visión requerida en una carretera y la longitud de la raya amarilla en una intersección señalada. El tiempo de percepción - reacción varía entre individuos, y de hecho varía para la misma persona dependiendo de la ocasión.

Estos cambios en el tiempo de percepción - reacción depende de cuan complicada es la situación, la condición ambiental, la edad, el cansancio, influencia de drogas y/o alcohol y si el estímulo es previsto o inesperado (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

2.4.5. Sistema funcional de vías urbanas

El sistema vial es el principal soporte de los flujos generados por las actividades urbanas y es también el principal estructurador de las ciudades, determinando la localización de las actividades urbanas y sus limitaciones de expansión.

La apertura de una nueva vía repercute sobre el uso del suelo, induciendo el establecimiento de algunas actividades, inhibiendo el asentamiento de otras, acelerando procesos de deterioro o cambios en los usos del suelo.

La importancia de la alteración que producen los sistemas viales queda demostrada por la expansión que ocurre en muchas ciudades alrededor de las vías que las entrecruzan.

Un sistema vial urbano desempeña dos funciones principales, el de dar acceso a las propiedades colindantes y permitir la circulación, creando intercambios entre las diversas funciones que se desarrollan en una ciudad y facilita la movilización de sus habitantes.

La mayoría de los problemas relacionados con el incremento de los accidentes y el deterioro ambiental, provienen de conflictos entre las funciones de acceso y circulación.

Para una mejor atención a las necesidades de desplazamiento de la población, es recomendable que la red vial sea estructurada en sistemas, donde las funciones de acceso y circulación asuman proporciones variables. Como un principio básico en la planeación del desarrollo de las ciudades, la noción de jerarquización vial debe utilizarse, con el objeto de dar organización a la estructura vial (GARBER & HOEL, 2005).

Por lo tanto, la clasificación funcional de vías se basa en dos conceptos:

- Movilidad, que es la capacidad de moverse sin interrupciones,
- Accesibilidad, que es la facilidad para entrar y salir a la vía y a las propiedades colindantes.

La clasificación del sistema vial urbano se divide en dos grupos, en un subsistema primario y secundario.

2.4.5.1 Subsistema primario

Este debe constituir una estructura celular, que aloje en su interior y conecte entre sí al conjunto de núcleos que forman la ciudad. Las vías que componen esta red están destinadas a desplazamientos de más longitud y de mayor volumen de tránsito, de la manera más expedita que sea posible; uniendo los distintos sectores de la ciudad y asegurando la conexión entre la ciudad y la red nacional de carreteras. Tienen como fin secundario el acceso a las propiedades colindantes.

2.4.5.1.1. Vía expresa

Es aquella vía que soportan importantes volúmenes de vehículos con circulación de alta velocidad, en condiciones de flujo libre. Une zonas de importante generación de tránsito, extensas zonas de vivienda, concentraciones comerciales e industriales. Asimismo, integra la ciudad con el resto del país.

En esta vía el flujo es ininterrumpido; no existen cruces al mismo nivel con otras vías, sino a diferentes niveles o con intercambios especialmente diseñados. Las vías expresas sirven también a las propiedades vecinas mediante rampas y vías auxiliares de diseño especial.

Puede recibir vehículos livianos y cuando sea permitido, vehículos pesados, cuyo tráfico debe ser tomado en consideración para el diseño geométrico, especialmente en el caso de las carreteras que unen la ciudad con el resto del país.

En caso se permita servicio de transporte público de pasajeros, éste debe desarrollarse por buses, preferentemente en calzadas exclusivas con paraderos debidamente diseñados. No se permite la circulación de vehículos menores.

Las vías expresas, de acuerdo al ámbito de su jurisdicción, pueden subdividirse en: Nacionales/ Regionales, Subregionales y Metropolitanas (GARBER & HOEL, 2005).

a) Vías Expresas Nacionales:

Forman parte del Sistema Nacional de Carreteras, cruzan el área metropolitana y la vinculan con el resto del país. Están destinadas fundamentalmente para el transporte interprovincial y el transporte de

carga, pero en el área urbana metropolitana absorben flujos del transporte urbano.

b) Vías Expresas Subregionales

Son aquellas que integran la metrópolis con distintas subregiones del país, no reciben grandes flujos vehiculares y pueden tener una menor longitud que las vías regionales.

c) Vías Expresas Metropolitanas

Son aquellas que sirven directamente al área urbana metropolitana.

2.4.5.1.2. Vía Arterial

También lleva apreciables volúmenes de tránsito entre áreas principales de generación de tránsito y a velocidades medias de circulación, A grandes distancias se requiere de la construcción de pasos a desnivel y/o intercambios que garanticen una mayor velocidad de circulación Pueden desarrollarse intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras. El diseño de las intersecciones deberá considerar carriles adicionales para volteos que permitan aumentar la capacidad de la vía.

En las vías arteriales se permiten el tránsito de los diferentes tipos de vehículos. El transporte público autorizado de pasajeros debe desarrollarse preferentemente por buses, debiendo realizarse por calzadas exclusivas cuando el derecho de vía así lo permita o carriles segregados y con paraderos debidamente diseñados para minimizar las interferencias con el tránsito directo.

Las vías arteriales deberán tener preferentemente vías de servicio laterales para el acceso a las propiedades. En las áreas centrales u otras sujetas a limitaciones de sección, podrán no tener vías de servicio. Cuando los volúmenes de tránsito así lo justifiquen, se construirán pasos a desnivel entre la vía arterial y alguna de las vías que la interceptan, aumentando sensiblemente el régimen de capacidad y de velocidad.

El sistema de vías arteriales se diseña cubriendo el área de la ciudad por una red con vías espaciadas entre 1 000 a 2 000 metros entre sí.

2.4.5.2. Subsistema secundario

Este tiene como función principal, distribuir el tránsito de las propiedades colindantes al subsistema primario o viceversa. Los desplazamientos son cortos y los volúmenes del tránsito vehicular son de menor importancia.

2.4.5.2.1. Vía colectora

Tiene por función llevar el tránsito desde un sector urbano hacia las vías arteriales y/o vías expresas. Sirve por ello también a una buena proporción de tránsito de paso. Presta además servicio a las propiedades adyacentes.

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas en los cruces con vías arteriales y otras vías colectoras. En el caso que la vía sea autorizada para transporte público de pasajeros se deben establecer y diseñar paraderos especiales.

El sistema de vías colectoras se diseña cubriendo el área de la ciudad por una red con vías espaciadas entre 400 a 800 metros entre sí.

2.4.5.2.2. Vía local

Es aquella cuya función es proveer acceso a los predios o lotes adyacentes. Su definición y aprobación, cuando se trate de habilitaciones urbanas con fines de vivienda, corresponderá de acuerdo a Ley, a las municipalidades distritales, y en los casos de habilitaciones industriales, comerciales y de otros usos, a la Municipalidad Provincial.

2.4.6. Capacidad vial

La capacidad vial teóricamente se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una carretera o calle, también podemos interpretar la capacidad de una infraestructura vial como el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes 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 este es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable, estos datos son obtenidos mediante un aforo vehicular.

La capacidad depende de las propias características de la vía (como geometría y estado del pavimento) y del tráfico, especialmente su composición. Además, se deben tener en cuenta las regulaciones de circulación existentes, como limitaciones de velocidad o prohibiciones de adelantamiento, así como las condiciones ambientales y meteorológicas (Papacostas, 2009).

2.4.7. Volumen de tránsito

Es el número de vehículos que pasa por un punto o perfil de la vía durante un periodo de tiempo determinado. Para diseñar nuevas vías o realizar obras en una vía existente que lleven a mejorar la capacidad y nivel de servicio, es necesario realizar una acertada predicción de los volúmenes de demanda, su composición y la evolución a lo largo de la vida útil. El volumen del tránsito puede ser anual, mensual, semanal, diario u horario. A continuación, se describir algunos de estos volúmenes:

- Tránsito Medio Diario Anual (TMDA): Promedio aritmético de los volúmenes diarios de todos los días del año, previsible o existente, en una sección de vía. Da una idea cuantitativa de la importancia de la vía y se utiliza principalmente para estudios de factibilidad económica.
- Volumen Horario de Diseño (VHD): Es el volumen que corresponde a la hora trigésima ordenando los volúmenes horarios de todo un año, en orden de magnitud decreciente. Es el que determina las características a otorgarse al proyecto, en caminos con tránsito importante, para prevenir problemas de congestión y ofrecer al usuario un nivel de servicio aceptable.

Los volúmenes diarios son empleados para establecer modas a través del tiempo con fines de planificación. Para diseños detallados o decisiones más específicas los conteos son horarios, en este tipo de análisis es de vital interés la obtención de horas pico durante el día.

2.4.8. Velocidad

La velocidad es uno de los indicadores que determina la calidad de operación en un sistema de transporte, es así que es empleado como un factor más común a considerar en la selección de una ruta específica para trasladarse

de un lugar a otro por la minimización de la demora, finalmente se busca una buena velocidad sostenida y segura.

Desde el punto de vista del diseño, la velocidad es un parámetro importante que determina los demás elementos del proyecto para el diseño. Es necesario estudiar la velocidad, regularse y controlarse.

La definición básica de velocidad es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Siendo tan importante la definición de velocidad, existen definiciones de la misma según como esta sea medida, tales definiciones son la velocidad de punto, velocidad media temporal y la velocidad espacial.

Velocidad de Punto

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de una vía, es llamada velocidad instantánea, esta medición se hace en campo con medidores.

Velocidad Media Temporal

Se denomina a la media aritmética de las velocidades de punto de varios vehículos en un intervalo de tiempo seleccionado.

Velocidad Media Espacial

Es la media aritmética de las velocidades de punto de vehículos en un tramo de vía dado.

Para ello se calcula el tiempo promedio de los vehículos en análisis. Debido a la complejidad de algunos tramos en análisis, existen fórmulas para determinar la velocidad espacial en función de la velocidad temporal y la varianza de distribución. (Silvera L. 2015)

2.4.9. Densidad

Es el número de vehículos que existen por unidad de longitud sobre una carretera. Se puede obtener por medio de fotografías, pero en general se calcula a partir de los valores de velocidad y volumen medidos.

El valor máximo se obtiene cuando todos los vehículos están en fila sin hueco entre ellos. Para este caso la velocidad será cero ya que resulta imposible que los vehículos se muevan sin golpearse.

2.4.10. Dispositivo para el control de tránsito

Se busca controlar el tránsito para asignar a los conductores el derecho de paso, facilitar la vialidad y garantizar el movimiento ordenado y predecible de la vía. Este control se puede alcanzar mediante semáforos, letreros, marcas que regulen, guían, canalizan el tránsito a la vez.

De la amplia variedad de dispositivos existentes en el mercado para garantizar el control de tránsito en diferentes niveles, es de interés particular para este documento describir los semáforos. Las intersecciones en estudio cuentan con dispositivos semaforicos.

Semáforo

Es un dispositivo eléctrico para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones, mediante tres luces de color rojo, amarillo y verde. Tienen como funciones principales las siguientes:

- Interrumpir periódicamente el tránsito de una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente.
- Regular la velocidad vehicular para mantenerla constante.
- Controlar la circulación por carril.
- Busca reducir el número de accidentes sobre todo las colisiones perpendiculares.

Clasificación

Según el mecanismo de operación de controles se considera lo siguiente:

Semáforos para el control vehicular, a su vez se clasifican en semáforos accionados por el tránsito que pueden ser parcialmente accionados y totalmente accionados y los no accionados por el tránsito.

Semáforos para peatones, se sub clasifican según la zona donde se colocan que pueden ser en zonas escolares y en zonas de alto volumen peatonal.

Semáforos especiales, dentro de este grupo se encuentran los semáforos de destello, para regular el uso de carriles, para puentes levadizos, para maniobra de vehículos de emergencia y los semáforo barrera para indicar aproximación de trenes.

Calculo de Tiempo de Semáforo

Para que sea óptimo cada fase debe incluir el mayor número posible de movimientos simultáneos para lograr admitir un mayor número de vehículos en la intersección.

Cada fase consta de un intervalo amarillo, rojo y verde. La distribución de los tiempos en cada fase debe estar en relación directa con los volúmenes de tránsito de los movimientos correspondientes según la demanda.

Intervalo de Cambio de Fase

Es el tiempo de percepción y reacción del conductor que incluye la desaceleración y el tiempo de despeje de la intersección, incluye amarillo mas todo rojo.

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W+L}{v} \right) \quad (1)$$

Donde:

y = intervalo de cambio de fase, amarillo mas todo rojo (s)

t = tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1.00 s)

v = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

a = tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s²)

W = ancho de la intersección (m)

L = longitud del vehículo (valor típico 6.10 m)

Longitud de Ciclo

Es la demora mínima de los vehículos en una intersección con semáforo.

$$C_0 = \frac{1.5L+5}{1-\sum_{i=1}^{\Psi} Y_i} \quad (2)$$

C_0 = tiempo óptimo del ciclo (s)

L = tiempo total perdido por ciclo (s)

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i

Ψ = número de fases

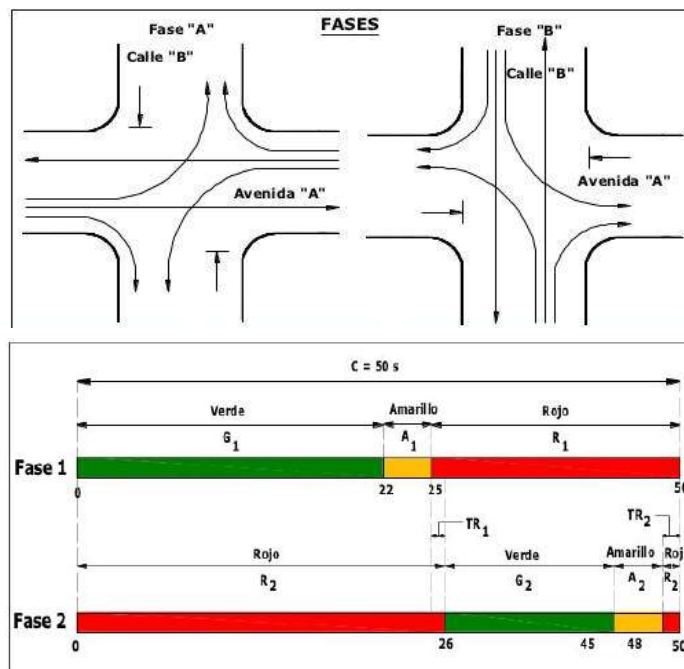


Figura 8 Intersección de cuatro accesos operada con un semáforo de dos fases.

2.4.11. Conteos o aforos vehiculares

Mediante el aforo se obtienen datos reales sobre el movimiento de vehículos o peatones en el sistema vial ya sea en redes, intersecciones, puntos específicos, entre otros.

La información o datos obtenidos en los aforos son la composición vehicular, movimientos direccionales, volúmenes totales, periodos de conteo. Este aforo puede realizarse manualmente a papel y lápiz, tally counters, dispositivos electrónicos o mediante aforos automáticos.

Para el caso de los aforos manuales, el personal debe estar entrenado para que los resultados sean lo más real posible minimizando los errores, el objetivo del estudio, así como la disposición de los recursos determinaran el método de aforo.

En el caso del aforo automático existen sistemas que mediante cableado colocado en el pavimento permite los conteos automáticos.

2.4.11.1. Métodos de aforo vehicular

a) Aforos Manuales

Este método de aforo es considerado como uno de los más costosos ya que para realizar este procedimiento se necesita de personal calificado, Su metodología es simple: el observador se coloca en una sección de vía y realiza un conteo de todos los vehículos que circulan a través de ella, bien por medio de formatos escritos o a través de aparatos electrónicos o pulsadores. Mediante este método es posible conseguir datos que no pueden ser obtenidos por otros procedimientos, como clasificar a los vehículos por tipo, número de movimientos y hasta determinar el número de ocupantes de los mismos.

Los recuentos pueden dividirse en 30 minutos e incluso 15 cuando el tránsito es muy denso. Para hacer los recuentos se deben preparar hojas de campo en el cual se contabiliza volúmenes de giro y volúmenes clasificados. La duración del aforo varía con el propósito del aforo. Algunos aforos clasificados pueden durar hasta 24 horas. Durante periodos de tránsito alto, es necesario más de una persona para efectuar los aforos. La exactitud y confiabilidad de los aforos depende del tipo y cantidad del personal, instrucciones, supervisión y la cantidad de información a ser obtenida por cada persona.

b) Contadores Mecánicos

Son aquellos que emplean instrumentos para realizar el registro de vehículos, sin que se requiera de personal permanente. Estos instrumentos se basan en principios como el de la célula fotoeléctrica, presiones en planchas especiales o por medio de detectores magnéticos o hidráulicos.

Atendiendo a su movilidad los contadores pueden ser fijos o portátiles. Los fijos se usan para hacer recuentos continuos en ciertos lugares, mientras que los portátiles son más ligeros y se utilizan para hacer recuentos parciales durante periodos de tiempo limitados. Los contadores permanentes son usados para aforar el tránsito continuamente, es decir es usado a menudo para estudios de tendencias. Pueden ser actuados por células fotoeléctricas, detectores magnéticos y detectores de lazo.

c) Contadores Portátiles

Este método consta en tomar nota de los volúmenes aforados cada hora y 15 minutos, dependiendo del modelo. Pueden ser tubos neumáticos u otro tipo de detector portátil.

Las ventajas más resaltantes son la de que una sola persona puede mantener varios contadores. Además, de que proveen aforos permanentes de todas las variaciones del tránsito durante el periodo del aforo.

Las desventajas que tiene este método es que no permiten clasificar los volúmenes por tipo de vehículo y movimientos de giro y muchas veces se necesitan aforos manuales ya que muchos contadores (en particular los de tubo neumático) cuentan más de un vehículo cuando son accionados por vehículos de más de un eje o por vehículos que viajen a velocidades bajas.

d) Método del Vehículo en Movimiento

Este método se emplea para obtener volúmenes de tránsito en un tramo de la vía urbana, sirviendo además para determinar tiempos y velocidades de recorrido medias. Para aplicar este método se emplea un vehículo con su conductor, que recorre el tramo de vía considerado a la velocidad media de la corriente de tránsito, acompañado de uno o más observadores que deben registrar el tiempo que tarda el tramo de la vía considerado, los vehículos que se cruzan con él y están en sentido contrario, los vehículos pasados y los que se adelantan a él, en el mismo sentido.

2.4.11.2. Estaciones de aforo

Para realizar una correcta y completa medida de las constantes vitales del tráfico a lo largo y ancho de la red viaria, se establece una serie de estaciones para el aforo de vehículos, situadas en puntos estratégicos ya escogidos. Ciertamente, no todas las estaciones realizarán medidas de la misma calidad; algunas, las situadas en zonas de gran tráfico, realizarán un conteo más exhaustivo y de mayor duración; otras, se limitarán al aforo en periodos restringidos de tiempo.

2.4.12. Condiciones prevalecientes

Las condiciones prevalecientes son los factores que determinan la capacidad, estos pueden variar y por lo tanto ser modificados (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

a) Condiciones de la Infraestructura Vial

Son las características físicas de la carretera o calle (del tránsito continuo o discontinuo, con o sin control de accesos, dividida o no, de dos o más carriles, etc.), el desarrollo de su entorno y las características geométricas (ancho de carriles y acotamientos, obstrucciones laterales, velocidad de proyecto, restricciones para el rebase y características de los alineamientos).

b) Condiciones del Tránsito

Se refiere a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, y a su composición de vehículos como livianos y pesados. Asimismo, se considera la distribución del tipo de vehículos en cada movimiento, la localización y el uso de las paradas de ómnibus público) dentro del área de la intersección, flujo de peatones que cruzan y movimientos de estacionamiento dentro del área de la intersección.

c) Condiciones de Control

Hace referencia a los dispositivos para el control del tránsito, tales como semáforos y señales restrictivas. Estas incluyen una definición total de las fases de la señal, tiempos y tipo de control, y una evaluación de la progresión para cada grupo de vías.

2.4.13. Nivel de servicio

El término de nivel de servicio (NDS), introducido por el Transportation Research Board (2000), se define como una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario. Son varios los factores que entran en juego a la hora de definir un concepto tan poco cuantificable como es la calidad de una vía:

- Velocidad a la que se puede circular por ella.
- Tiempo de recorrido, o de otra forma, ausencia de detenciones y esperas.
- Comodidad que experimenta el usuario,
- Seguridad que ofrece la vía, tanto activa como pasiva.
- Costes de funcionamiento.

Todos estos factores de difícil evaluación pueden relacionarse con dos variables que sí son cuantificables: la velocidad de servicio y el índice de servicio.

a) Velocidad de Servicio

Se define como la mayor velocidad media de recorrido que puede conseguir un conductor que circule por un tramo de carretera en buenas condiciones meteorológicas y bajo unas determinadas condiciones de tráfico.

b) Índice de Servicio

Relación entre la intensidad de tráfico y la capacidad de la vía. Dado un determinado nivel de servicio, se define intensidad de servicio como la máxima posible para que se mantenga dicho nivel de servicio. En caso de superarse, se entraría en un NDS más bajo.

El Transportation Research Board (2000) define seis niveles de servicio para un régimen continuo de circulación, es decir, sin detenciones producidas por intersecciones o semáforos. Estos niveles se hallan numerados de la A la F, en orden decreciente de calidad.

➤ **Nivel de Servicio A**

Representa una circulación a flujo libre, donde los usuarios no son afectados por la presencia de otros en la corriente vehicular. Los usuarios tienen la libertad para seleccionar la velocidad deseada y maniobrar dentro del tránsito. El nivel de comodidad y conveniencia de los choferes, pasajeros y peatones es excelente.

➤ **Nivel de Servicio B**

El flujo es estable pero la presencia de otros vehículos se empieza a notar. Se puede escoger la velocidad del vehículo sin influencia de vehículos aledaños, pero hay un pequeño declive en la libertad de maniobrabilidad comparado con el nivel "A" debido a que se siente la presencia de otros vehículos. El nivel de comodidad y conveniencia baja un poco con respecto al nivel "A", debido a la presencia de otros vehículos que influyen en el comportamiento individual de cada conductor.

➤ **Nivel de Servicio C**

El flujo es aun estable, pero a este punto la presencia de otros vehículos afecta el comportamiento del usuario. La selección de la velocidad y las maniobras comienza a ser restringida en la corriente vehicular y requiere estar atento a los otros vehículos que comparten la vía. El nivel de comodidad y conveniencia baja considerablemente en este nivel.

➤ **Nivel de Servicio D**

El flujo es estable, pero de alta densidad. Las velocidades y la libertad de maniobrabilidad están severamente restringidas. El nivel de comodidad y conveniencia experimentado por el conductor es bastante pobre. Pequeños incrementos en el flujo de tráfico generalmente ocasionan problemas operacionales a este nivel de servicio.

➤ **Nivel de Servicio E**

En estas condiciones la vía está en o cerca de su capacidad y todas las velocidades son bajas, aunque uniformes. Es muy difícil tener libertad de maniobrabilidad en la corriente vehicular y normalmente se consigue cuando un vehículo/peatón cede el paso para permitir esas maniobras.

El nivel de comodidad y conveniencia son extremadamente pobres y la operación a este nivel es inestable, pero pequeños incrementos en los flujos de la corriente vehicular ocasionan congestiones severas.

➤ **Nivel de Servicio F**

En este nivel, el flujo ya está en nivel de congestión vehicular severa. El tráfico excede la capacidad de la vía, y se generan colas. Las operaciones son más de Pare-Avance y son bastante inestables y los vehículos pueden avanzar a velocidades razonables por varios metros pero luego tienen que detenerse.

Esto se repite de manera cíclica. Es importante notar que aunque la condición sea F, al pasar la congestión las condiciones pueden mejorar.

2.4.14. Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio

Dentro de los criterios que priman para el análisis de capacidad y niveles de servicio se tienen algunos factores externos e internos, dentro de los externos se encuentran aquellos que afectan el nivel de servicio, los cuales pueden ser medidos a una hora conveniente. En cambio, los factores internos, por ser variables, deben ser medidos durante el periodo de mayor flujo, como por ejemplo el factor de la hora de máxima demanda. El flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no está uniformemente distribuido en ese lapso, por lo que es conveniente determinar la proporción del flujo para un periodo máximo dentro de la hora de máxima demanda, usualmente se toma un periodo de 15 minutos,

Por lo tanto, el factor de la hora de máxima demanda sería así:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{m\acute{a}x_{15}})} \quad (3)$$

Donde:

VHMD = volumen horario de máxima demanda

$q_{m\acute{a}x_{15}}$ = flujo máximo durante 15 minutos

Por lo general, no se realizan estudios de capacidad para determinar la máxima cantidad de vehículos que pueden alojar cierta parte de una carretera o calle, lo que se hace es tratar de determinar el nivel de servicio al que funciona cierto tramo, o bien la tasa de flujo admisible dentro de cierto nivel de servicio. En determinadas circunstancias se hace el análisis para predecir con que flujos, o volúmenes, y a qué plazo se llegará a la capacidad de esa parte del sistema vial (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

Por consiguiente, el nivel de servicio estará en función al número de vehículos que puedan admitir en una carretera o calle, esta relación es denominada como flujo de servicio, el cual va aumentando a medida que el nivel de servicio va siendo de menor calidad, hasta llegar al nivel E, o capacidad del tramo de carretera o calle. Si se llega al nivel F, se tienen condiciones más desfavorables, pero no aumenta el flujo de servicio sino disminuye.

Haciendo uso de métodos más tradicionales, el factor usado para identificar el nivel de servicio es la velocidad; pero actualmente con métodos modernos se tienen más factores como velocidad media de recorrido, densidad (para casos de circulación continua) y demora (casos de circulación discontinua).

Cualquiera que sea el caso, el factor primordial para determinar el grado de utilización de la capacidad de un sistema vial y, por consiguiente, su nivel de servicio, es la relación entre el flujo y capacidad ($q/q_{m\acute{a}x.}$, v/c), ya sea entre el flujo de demanda y la capacidad, o bien la relación entre el flujo de servicio y la capacidad. En situaciones donde se conoce la demanda y la capacidad y se desea determinar el nivel de servicio, " $q=v$ " representa el flujo de demanda; y cuando se conoce la capacidad y se especifica un determinado nivel de servicio, " $q=v$ " representa el flujo de servicio posible con dicho nivel.

El análisis que comúnmente se realiza, sirve para determinar el efecto de los factores externos e internos en la capacidad ideal de cierto tramo de carretera o calle, y el flujo de servicio que corresponde a un nivel de servicio dado. Los estudios de capacidad sirven para aislar y medir esos factores (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

Finalmente, la capacidad de una infraestructura vial es tan variable como pueden serlo las variables físicas del mismo, o las condiciones del tránsito. Por esta razón, los análisis de capacidad se realizan aislando las diversas partes del sistema vial, como un tramo recto, un tramo con curvas, un tramo con pendientes; el acceso a una intersección; un tramo de entrecruzamiento,

una rampa de enlace, etc.; los criterios establecidos para una mejor interpretación son:

- El flujo y la capacidad, bajo condiciones prevalecientes, se expresan en vehículos mixtos por hora para cada tramo de la carretera o calle.
- El nivel de servicio se aplica a un tramo significativo de la carretera o calle, este puede variar en sus condiciones de operación, en diferentes puntos, debido a variaciones en el flujo de vehículos o en su capacidad.
- Los elementos usados para medir la capacidad y los niveles de servicio son variables, en el caso de la capacidad se requieren datos del tipo de infraestructura vial, de sus características geométricas, de la velocidad media de recorrido, de la composición del tránsito y de las variaciones de flujo; y para el nivel de servicio se requiere de los factores ya mencionados (densidad, velocidad media de recorrido, demoras y la relación flujo a capacidad).
- Para la identificación de los niveles de servicio se considera medidas de eficiencia dependiendo del tipo de infraestructura vial intersecciones con semáforo, (autopistas, carreteras, intersecciones sin semáforo, arterias, transporte colectivo y peatones), para una mejor interpretación se tiene la tabla N° 1.

Tabla 1 Medidas de Eficiencia para la Definición de los Niveles de Servicio

Tipo de Infraestructura vial	Medidas de eficiencia
<p>Autopistas:</p> <p>Segmentos básicos de autopista</p> <p>Entrecruzamientos</p> <p>Rampas de enlace</p>	<p>Densidad (veh. lig./km/carril)</p> <p>Velocidad medida de recorrido (km/h)</p> <p>Tasas de flujo (veh. lig./h)</p>
<p>Carreteras:</p> <p>Multicarriles</p> <p>De dos carriles</p>	<p>Densidad (veh. lig./km/carril)</p> <p>Demora porcentual (%) y velocidad media de recorrido</p>
<p>Intersecciones con semáforo</p>	<p>Demora media individual por paradas (seg./veh.)</p>
<p>Intersecciones sin semáforo</p>	<p>Capacidad remanente (veh. lig./h)</p>
<p>Arterias</p>	<p>Velocidad media de recorrido (km/h)</p>
<p>Transporte colectivo</p>	<p>Factor de carga (pers./asiento)</p>
<p>Peatones</p>	<p>Espacio (m²/peatón)</p>

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C., 1985

Elaboración: Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones

2.4.15. Intersecciones semaforizadas

2.4.15.1. Características básicas

La intersección regulada por semáforos es una de las situaciones más complejas en el sistema de infraestructura vial. El análisis de intersecciones reguladas por semáforos debe considerar una amplia variedad de condiciones prevalcientes, incluida la cantidad y la distribución del tráfico, composición del mismo, características geométricas y los detalles de la señalización de la intersección.

En la intersección regulada por semáforos hay que añadir un elemento adicional dentro del concepto de capacidad; la distribución del tiempo. Un semáforo esencialmente distribuye tiempo entre movimientos circulatorios conflictivos que pretenden utilizar el mismo espacio físico. La manera en cómo se distribuye el tiempo tiene un impacto significativo en el funcionamiento de la intersección y en la capacidad de la misma y de sus accesos (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

A diferencia de los sistemas viales de circulación continua, en las intersecciones con semáforo, la capacidad no está totalmente correlacionada con determinado nivel de servicio. El análisis de capacidad, implica el cálculo de la relación volumen/capacidad para movimientos críticos en carriles simples o agrupados, mientras que el análisis del nivel de servicio se basa en la demora media de los vehículos detenidos por la acción de los semáforos.

2.4.15.2. Metodología de análisis operacional

Mediante el análisis operacional se determina la capacidad y el nivel de servicio de cada grupo de carriles o acceso, lo mismo que el nivel de servicio

de la intersección como un todo o globalmente. Las actividades a llevar a cabo se dividen en cinco módulos (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

a) Módulo de Entrada:

Este módulo considera las condiciones prevalecientes de intersecciones semaforizadas:

- Condiciones de tráfico
- Condiciones de vía
- Condiciones de semaforización

b) Módulo de Ajuste de Volúmenes:

Este módulo consiste en la determinación de:

- Factor de la hora de máxima demanda
- Establecimiento de grupos de carriles
- Asignación de volúmenes a grupos de carriles

Para determinar el factor de la hora de máxima demanda es necesario convertir los volúmenes horarios a flujos durante 15 minutos, para lo cual se hace uso de la siguiente fórmula:

$$v_p = \frac{V}{FHMD} \quad (4)$$

Donde:

v_p = tasa de flujo durante los 15 minutos pico (vph)

V = volumen horario (vph)

Para el análisis operacional es necesario establecer grupos de carriles apropiados. Los grupos de carriles separados se establecerán cuando se disponga de bahías exclusivas de vuelta a la izquierda y a la derecha; los demás carriles directos se convertirán en un grupo simple de carriles.

Cuando se tenga carriles de vuelta a la izquierda compartidos, se deberá evaluar la operación en el carril compartido para determinar si efectivamente funciona como carril exclusivo de vuelta a la izquierda, debido a la presencia de altos volúmenes de vuelta a la izquierda.

Para un acceso, cuando el flujo de vuelta a la izquierda en el carril de la extrema izquierda 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 izquierdo se debe designar como un carril exclusivo de vuelta a la izquierda en un grupo de carriles separado; todo lo expresado se podría expresar así (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994):

$$v_I < \frac{v_a - v_t}{N-1} \quad (5)$$

$$v_I \geq \frac{v_a - v_t}{N-1} \quad (6)$$

Donde:

v_I = flujo actual de vuelta a la izquierda (vph)

v_a = flujo total en el acceso (vph)

N = número de carriles del acceso

En el caso que se cumpla la desigualdad de la primera expresión, el carril extremo izquierdo es un carril compartido y se usa un solo grupo de carriles para todo el acceso.

Si se cumple la desigualdad de la segunda expresión, 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.

En cuanto a la asignación de volúmenes a grupos de carriles, se sabe que cuando dos o más carriles sirven a un mismo movimiento vehicular, los volúmenes no se distribuyen de manera igual entre los carriles. Por lo tanto, un carril carga un volumen de tránsito mayor que los demás. De donde el flujo ajustado para cualquier grupo de carriles es (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994):

$$v_i = v_{gi}U_i \quad (7)$$

Donde:

v_i = flujo de demanda ajustado en el grupo de carriles i (vph)

v_{gi} = flujo de demanda no ajustado en el grupo de carriles i (vph)

U_i = factor de utilización de carril para el grupo de carriles i

El factor de utilización de carril U_i es de 1.00, 1.05 y 1.10 para uno, dos y tres o más carriles en grupo.

c) Módulo de Flujo de Saturación:

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

$$s = s_0(N)(f_A)(f_{VP})(f_P)(f_E)(f_B)(f_L)(f_{VD})(f_{VI}) \quad (8)$$

Donde:

S = Flujo de saturación del grupo de carriles, expresado como el total para todos los carriles del grupo, bajo condiciones prevalecientes (vphv).

So = Flujo de saturación en condiciones ideales, tomando usualmente como 1800 vehículos ligeros por hora de luz verde por carril (vlphvpc).

N = Número de carriles del grupo.

f_A = Factor de ajuste por efecto de ancho de carril.

Tabla 2 Factor de Ajuste por Anchura de Carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, f_A	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.100	Pase a 2 carriles

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

f_{VP} = Factor de ajuste por vehículos pesados.

Tabla 3 Factor de Ajuste por Vehículos Pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

f_p = Factor de ajuste por pendiente de acceso.

Tabla 4 Factor de Ajuste por Pendiente de Acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

f_E = Factor de ajuste por la existencia de carriles de estacionamiento adyacentes al grupo de carriles y la actividad de estacionamiento en ese carril.

Tabla 5 Factor de Ajuste por Estacionamiento

N° de carriles en el grupo	Sin estacionamiento 0	N° de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.87	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

f_B = Factor de ajuste por paradas de autobuses.

Tabla 6 Factor de Ajuste por Paradas de Autobuses

N° de carriles en	Numero de autobuses que paran por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

f_B = Factor de ajuste por localización de la intersección.

Tabla 7 Factor de Ajuste por Localización de la Intersección

Tipo de zona	Factor, f_a
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

f_{VD} = Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Tabla 8 Factor de Ajuste por Vueltas a la Derecha en el Grupo de Carriles

f_{Vd}	0.85	Carril exclusivo
f_{Vd}	$1 - 0.15 * P_{Vd}$	Carril compartido
P_{Vd}	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

Fuente: Transportation Engineering and Planning – Third edition

f_{VI} = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Tabla 9 Factor de Ajuste por Vueltas a la Izquierda en el Grupo de Carriles

f_{Vi}	0.95	Carril exclusivo
f_{Vi}	$1/(1+0.05*P_{Vi})$	Carril compartido
P_{Vi}	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

Fuente: Transportation Engineering and Planning – Third edition

d) Módulo de Análisis de Capacidad:

Para determinar la capacidad se hará uso de los anteriores módulos. La capacidad de cada acceso o grupo de carriles se calcula a partir de la ecuación (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

$$C_i = S_i(g_i/C) \quad (9)$$

La relación volumen a capacidad v/c para cada acceso o grupo de carriles se determina con la ecuación:

$$(v/c)_i = X_i = \frac{v_i}{s_i(g_i/C)} \quad (10)$$

$$X_i = \frac{(v/s)_i}{(g_i/C)} \quad (11)$$

El grado de saturación crítico de la intersección se calcula:

$$X_c = \frac{C}{C-L} [\sum_1 (v/s)_{ci}] \quad (12)$$

Si:

Si $X_c > 1$, significa que la demanda supera a la capacidad.

Si $X_c < 1$, significa que la intersección no está siendo usada a su total capacidad

Si un X_i es mayor a 1, pero el $X_c < 1$, entonces se puede modificar algunos valores de la intersección (tiempo de verde, ámbar y rojo) para bajar el X_i y subir el x_c y nivelar el uso de la intersección

e) Módulo de Nivel de Servicio:

El nivel de servicio para cada grupo de carriles, para cada acceso y para toda la intersección se define a través de la demora media por detenciones por vehículo (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

La demora total para el grupo de carriles se expresa como:

$$d_i = d_{1i} + d_{2i} \quad (13)$$

Donde:

d_i = Demora total para el grupo de carriles (s/veh)

d_{1i} = Demora uniforme para el grupo de carriles (s/veh)

d_{2i} = Demora incremental para el grupo de carriles (s/veh)

La demora uniforme (d_{1i}) es la que ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no existe saturación durante ningún ciclo.

$$d_{1i} = 0.38C \frac{[1-(g_i/C)]^2}{[1-1(g_i/C)X_i]} \quad (14)$$

La demora incremental (d_{2i}) toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasionan que algunos ciclos se sobresaturen.

$$d_{2i} = 173X_i^2[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + (16X_i/c_i)}] \quad (15)$$

En la mayoría de los casos las llegadas de los vehículos no son del todo aleatorias, sino que lo hacen en forma agrupada como resultado de la progresión en los semáforos y otros factores. Por lo tanto, para tener en cuenta este efecto es necesario ajustar la demora total así:

$$d_{ia} = d_i(FP) \quad (16)$$

Donde:

d_{ia} = demora ajustada para el grupo de carriles (seg/veh)

FP = Factor de ajuste por efecto de la progresión de los semáforos. Si los vehículos llegan cuando está en rojo se tiene un $FP > 1$ si las llegadas son aleatorias toma el valor de 1 y si las llegadas son en verde $FP < 1.0$

La demora en cualquier acceso, d_A , se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de todos los grupos de carriles del acceso.

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} (d_{ia} v_i)}{\sum_{i=1}^{n_A} v_i} \quad (17)$$

Donde:

n_A = Número de grupos de carriles en el acceso A.

La demora en la intersección, d_I , igualmente se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la intersección.

$$d_I = \frac{\sum_{A=1}^T (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^T v_A} \quad (18)$$

Donde:

v_A = Flujo ajustado del acceso A.

T = Número de accesos de la intersección.

Finalmente, una vez determinado las demoras se procede a determinar el nivel de servicio de los grupos de carriles de acceso y de la propia intersección, haciendo uso de la Tabla N°10.

Tabla 10 Criterios de Nivel de Servicio para Intersecciones

Nivel de servicio	Demora por parada por vehículo(s)
A	0 – 10
B	10.1 – 20
C	20.1 – 35
D	35.1 – 55
E	55.1 – 80
F	>80.1

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

2.14.16. Estudio de Impacto Vial (EIA)

Los estudios de impacto vial urbano son aquellos en los cuales se analizan y proponen medidas de mitigación respecto de los impactos producidos por un proyecto de edificación o urbanización emplazado en el área urbana de una comunidad.

Tienen como objetivo central identificar el efecto que el tráfico generado / atraído por las actividades de un nuevo proyecto como pueden ser: Fraccionamientos, plazas comerciales, desarrollos turísticos, gasolineras, urbanizaciones etc. pueda producir sobre la operación actual de la red vial existente. Estos estudios se realizan cumpliendo con las exigencias establecidas por las diferentes dependencias de vialidad en sus diversos niveles de gobierno



Figura 9 impacto vial

2.14.16.1. Aspectos del Estudio de Impacto Vial

- Descripción documental y gráfica del nuevo proyecto, incluyendo los detalles relativos a la ubicación del futuro inmueble, el uso del suelo propuesto, la vialidad de acceso y las áreas de estacionamiento previstas.
- Identificación y descripción de la red vial afectada, incluyendo su clasificación funcional, características geométricas, sección transversal, dispositivos de control de tráfico existentes. Volúmenes de tráfico actuales en la red vial.
- Evaluación del funcionamiento actual de la red vial en términos del nivel de servicio que presta, utilizando los indicadores correspondientes.

Según algunas autoridades y como una práctica recomendada en Estados Unidos, se sugiere que se haga un estudio de impacto vial cuando el desarrollo propuesto genere más de 100 viajes durante la Hora de máxima demanda del desarrollo o la Hora de máxima demanda de la red vial alrededor del desarrollo. Según el Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE), lo expuesto anteriormente es válido por las siguientes razones:

- 100 vehículos por hora son suficientes para cambiar el nivel de servicio de un flujo en una intersección.
- Es posible que se necesiten carriles exclusivos de giro a la izquierda o derecha para satisfacer las necesidades del tránsito adicional generado de manera que no afecte el tránsito no generado por el desarrollo.

La extensión del estudio debe ser una decisión conjunta entre el organismo que lo requiere y las personas que lo preparan. Se deben determinar las particularidades del caso. Los factores a continuación deben ser tomados en cuenta para determinar la extensión de los objetivos del estudio de impacto vial, sin embargo, no todos los factores son enumerados aquí:

- Detalle de los análisis para determinar la generación de tránsito futuro. Decidir si usar tasas de generación existentes o hacer un estudio especial para determinarlas.
- Consideración de los modos de viaje.
- Consideración de los viajes generados por el desarrollo del proyecto. Estos son viajes que no tienen como motivo fundamental el ir al proyecto o desarrollo (por ejemplo, el ir de compras al supermercado que está en la trayectoria del trabajo a la casa, antes de llegar al hogar). Nótese que en este caso, la red vial principal no se ve afectada, pero los accesos al proyecto si son afectados.
- Determinación del área de influencia del proyecto
- Necesidad de conteos de tránsito. Horas y días en los cuales el tránsito debe ser contado.
- Consideración de proyectos adyacentes al proyecto en cuestión. Hipótesis de crecimiento del tránsito en el área y la asignación de los viajes.
- Como tomar en cuenta mejoras y obras a la vialidad que estén planificadas o estén por construirse.
- En caso de que el proyecto sea en fases, decidir si se deben tomar en cuenta por etapas o en total. Determinar los años futuros a ser considerados.

- Método y grado de detalle de la distribución y asignación de los viajes.
- Determinar las intersecciones y segmentos de vía a ser considerados.
- Determinar la técnica de análisis de capacidad vial a ser utilizado.
- Determinar cambios necesarios en el control de tránsito.
- Determinar la necesidad de análisis adicionales, tales como accidentes, visibilidad, impactos ambientales, etc.
- Detalle de las recomendaciones.
- Determinar el financiamiento de las recomendaciones.

2.14.16.2. Niveles del EIA

Nivel I. Es aquel cuyo impacto vial negativo puede ser resuelto con la aplicación de la sección vial normativa respectiva y/o a través de cumplimiento de los parámetros urbanísticos y edificatorios correspondientes a cada tipo de vía.

Nivel II. Es aquello cuyo impacto vial negativo además de las consideraciones especificadas para el Nivel I, puede ser susceptibles para la mitigación o minimizados mediante la adopción de acciones de gestión de tráfico y/o la implementación de dispositivos de control del tránsito.

Nivel III. Es aquel cuyo impacto vial negativo es significativo, tanto cuantitativa y/o cualitativamente, ya sea de influencia distrital o metropolitana, que merezca una evaluación conjunta y especializada de otros órganos de la corporación municipal para identificar su viabilidad, así como para determinar las medidas de mitigación que puede llegar a incluir la construcción de infraestructura vial que debe de aplicarse durante su operación y funcionamiento (Municipalidad Metropolitana de Lima).

“Nivel I. Es aquel cuyo impacto vial se refiere exclusivamente a habilitaciones Urbanas.

Nivel II. Es aquel cuyo impacto vial se refiere exclusivamente a Proyectos Edificadores, como los proyectos de residencias (con más de 2500m² y más de 250 estacionamientos), hospedajes, centros de educación (mayor a 500 personas), industrias, comercio (mayor a 1500 personas), edificios corporativos (mayor a 5000m²), centros recreativos (mayor a 1000 personas) y edificios destinados a estacionamientos (mayor a 250 estacionamientos).

Nivel III. Es aquel cuyo impacto vial negativo es significativo, tanto cuantitativa y/o cualitativamente, ya sea de influencia distrital o metropolitana, que merezca una evaluación conjunta y especializada de otros órganos de la corporación municipal para identificar su viabilidad, así como para determinar las medidas de mitigación que puede llegar a incluir la construcción de infraestructura vial que debe de aplicarse durante su operación y funcionamiento. Como, por ejemplo, complejos comerciales y mercados mayoristas (capacidad mayor a 1500 personas), edificios corporativos (capacidad mayor a 1500 personas), centros recreativos (más de 10000 personas), Transporte y Comunicaciones y Centros de Salud.”

2.14.16.3. Datos de red vial para los EIV

Entre estos datos se destacan los datos geométricos, datos de volúmenes de tránsito, capacidad y niveles de servicio de las intersecciones, accesibilidad a las propiedades adyacentes, facilidades de transporte público que sirven la zona y estadísticas de accidentes de tránsito, entre otras características.

- Datos de la geometría:

Se pueden tomar de planos existentes del área de estudio, pero es recomendable, para tener mejor precisión sobre la situación real, hacer un levantamiento en campo. Asimismo, se recomienda elaborar un croquis de la zona de estudio, en él deben

dibujar las vías de tránsito, su ancho, uso, divisiones, pendientes longitudinales de las vías en los accesos de las intersecciones, ubicación de paradas de transporte público, espacio de estacionamientos, distancia entre intersecciones y longitudes de almacenamiento de los canales de giro. Cabe mencionar, que también es conveniente tener un registro fotográfico de las zonas de interés antes de la construcción del nuevo proyecto o desarrollo.

- Volúmenes de tránsito:

Tener información de los volúmenes de tránsito, antes de la construcción del nuevo desarrollo, es necesario para el análisis de la situación actual de la zona en estudio. Asimismo, esta recolección de datos sirve de base para realizar la proyección a futuro de acuerdo al año horizonte seleccionado y tener con esto un panorama de cómo influirá el desarrollo en la zona.

Hay dos maneras de conseguir los volúmenes de tránsito; por un lado, se pueden obtener a partir de datos históricos existentes; y por el otro, de medición directa en el área de estudio. Analizando las ventajas y desventajas de estos análisis; la primera alternativa es menos costosa en términos de tiempo y dinero, sin embargo, es útil solo cuando se tiene datos de fuentes confiables con un año de antelación y cuando se conoce las tendencias del tráfico en la zona con cierta exactitud. La segunda alternativa, es menos económica y más laboriosa, con ella se obtienen mejores resultados, ya que la data proviene de información recolectada en el área de estudio en el momento de interés (Col, 2008).

2.4.17. Semáforos

2.4.17.1. Faseado de semáforos

La fase de un semáforo consiste en un intervalo verde, un intervalo ámbar, y donde aplique, un intervalo rojo corto que se asocia con la combinación de movimientos (rojo a todas las direcciones).

Actualmente, los semáforos "inteligentes" son capaces de mostrar dos fases diferentes simultáneamente. La fase se designa como "ACTIVA" si el verde, ámbar o el rojo corto son mostrados; sino la fase es "INACTIVA" (rojo largo) (Papacostas, 2009).

El fasear es identificar la secuencia, es decir registrar la secuencia por la cual los movimientos de la intersección serán servidos al igual que la duración de servicio (luz verde) para cada movimiento. Una vez que se fasea, se puede estimar la duración del ciclo y las luces verdes para cada fase en base a los flujos vehiculares, al igual que las luces ámbar y rojo.

El objetivo de fasear un semáforo es la minimización de los posibles peligros que resultan de los conflictos de movimientos vehiculares y peatonales, mientras se mantiene la eficiencia del flujo a través de la intersección.

Los conflictos típicos son:

- Vehículos doblando a la izquierda cruzándose con el tráfico opuesto
- Vehículos doblando a la derecha que se cruzan con los peatones avanzando de frente

Sin embargo, aumentar las fases incrementa la seguridad, pero daña la eficiencia ya que se generan más demoras, y estas son ocasionadas por:

- Tiempo perdido por acción-reacción
- Aumentar del intervalo de cambio entre fases (número y tiempo de luces ámbar)
- No respetar ciertos movimientos, como el tiempo que requieren los peatones para cruzar una vía

Dentro del faseado de semáforos, se tiene tres esquemas típicos (Papacostas, 2009).

a) Operación de 2 fases:

Un esquema de dos fases es apropiado para intersecciones con flujos peatonales bajos, donde el número de vehículos que doblan es de bajo a moderado. Los vehículos llegan a la intersección con suficiente espaciamiento como para permitir dobladas a la izquierda sin requerir proteger la doblada.

b) Operación de 3 fases

El esquema de tres fases es apropiado cuando una de las siguientes condiciones de la operación de dos fases es violada:

- Alta cantidad de peatones.
- Alto volumen de vehículos que doblan a la izquierda en una de las direcciones.

c) Operación de 4 fases

El esquema de cuatro fases se da si el volumen de vehículos que doblan a la izquierda es alto en ambas direcciones.

Ésta operación se optimiza con "líneas para doblar" las cuales reducen interferencias.

Para poder usar esta operación, se necesita definir:

- **Mínimo verde:** requerido para peatones

- **Máximo verde:** designados de tal manera que las otras fases que están en rojo no acumulen más vehículos que los que se puede manejar.

Finalmente, para el faseado de semáforos no existen técnicas o algoritmos de computadora que produzcan una secuencia de fases óptimas; simplemente esta se obtiene combinando sentido común, experiencia y análisis prueba-error. Se podría decir que la mejor secuencia de fases es aquella que diseña un ciclo óptimo que produzca la menor cantidad de demora de vehículos en la intersección.

2.4.17.2. Ciclo de un semáforo

El ciclo de un semáforo es la secuencia completa de todas las señales indicadas (rojo, verde y ámbar), este no debe ser designado de manera arbitraria ya que puede ocasionar ciclos excesivamente largos que aumentan las demoras y las colas, o ciclos muy cortos que ponen en riesgo a los peatones y causa mayor congestión (Papacostas, 2009).

Para determinar la duración óptima de un ciclo se hace uso de la ecuación de Webster's.

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-Y} \quad (19)$$

Donde:

C_o = Duración del ciclo óptimo (segundos).

L = Tiempo total perdido durante un ciclo que consiste en el tiempo acción-reacción menos la porción de ámbar usada por los chóferes.

$Y =$ Suma de los ratios de flujo de los movimientos críticos.

Si el ciclo del semáforo es mayor a 120 0 toma un valor negativo, automáticamente el ciclo de semáforo es de 120 segundos. Asimismo, el intervalo de valores aceptables para la longitud de un ciclo determinado, está entre el 75% el 150% del ciclo óptimo, para el cual las demoras nunca serán mayores en más del 10% al 20% de la demora mínima. De la misma manera, algunos resultados empíricos han demostrado que el ciclo mantiene sus condiciones óptimas con valores entre más menos 30%.

Los pasos para determinar el ciclo de un semáforo son fasear el ciclo del semáforo, determinar los movimientos críticos por fase; donde el movimiento crítico corresponde a la línea o grupo de líneas con el ratio de flujo (v/c) más grande.

2.4.17.3. Luz verde de un semáforo

En una intersección semaforizada se tienen solo tres indicadores de señal, verde, amarillo o ámbar y rojo. El indicador rojo usualmente incluye un periodo corto, durante el cual todos los indicadores están en rojo, el cual es referido como el intervalo todo rojo, el mismo que con el indicador amarillo forman el intervalo de cambio y limpieza, intervalo entre dos fases verdes (Papacostas, 2009).

Para propósitos de análisis es conveniente dividir el ciclo de la señal para un grupo de vías dado en dos componentes simples: el tiempo efectivo de verde y rojo.

El tiempo efectivo de verde para un grupo de vías dados es el tiempo que puede ser usado por los vehículos, sobre la tasa de flujo de saturación. El

tiempo efectivo de rojo es definido como la duración del ciclo menos el tiempo efectivo de verde.

Es importante conocer bien las relaciones entre el actual tiempo verde, amarillo o ámbar y rojo, mostrados en la fase de señal y los efectivos tiempos de verde y rojo. Cada vez que se inicia o detiene un movimiento se experimentan dos tiempos perdidos.

Cuando comienza el movimiento, varios de los primeros vehículos en fila experimentan pérdidas en la partida, que resultan en movimientos menores de la tasa del flujo de saturación, y al final del movimiento existe una porción del intervalo de cambio y limpieza que no es usado por el movimiento vehicular.

Por lo tanto, para determinar los intervalos de luz verde en el ciclo óptimo de una intersección se calcula la longitud del ciclo menos el tiempo de duración de amarillo o ámbar, a esto se le multiplica la relación entre, el máximo ratio del movimiento crítico de la fase y la suma de los ratios de flujo de los movimientos críticos. Una vez determinado el intervalo de luz verde, se debe considerar los tiempos de pérdida por fase y de ámbar, todo con el fin de comprobar que el intervalo de luz roja o cruce peatonal sea el adecuado.

Para comprobar el intervalo de cruce peatonal, se hace uso de la siguiente expresión:

$$C_p = 7 + W/4 - Y' \quad (20)$$

Donde:

C_p = tiempo de cruce del peatón

W = ancho del cruce

Y' = tiempo total de cambio (ámbar y todos-rojo)

El cruce del peatón (C_p) para la primera fase debe cumplir con ser menor al valor que tiene el intervalo verde de la primera fase, y de la misma manera con la otra fase, debe ser menor al valor del intervalo verde de la fase que le corresponde.

En el caso que no cumpla con el tiempo de cruce peatonal, se tendrá que incrementar el valor del ciclo del semáforo para así obtener una intersección con valores adecuados.

2.4.17.4. Coordinación de semáforos

Los sistemas coordinados pueden, o no, estar sujetos a un control maestro. En caso de existir, la interconexión puede lograrse mediante cables o radios. En los controles locales de estos sistemas, se emplean motores de sincronización o de inducción, o bien, dispositivos electrónicos de tiempo.

En general, los semáforos de tiempo fijo dentro de un radio de 400 metros y que regulan las mismas condiciones de tránsito, deben funcionar coordinadamente. Aun a distancias mayores, pueden resultar convenientes (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

Se tienen cuatro sistemas de coordinación de semáforos de tiempo fijo:

a) Sistema Simultáneo:

En este sistema, todos los semáforos muestran la misma indicación aproximadamente al mismo tiempo, es decir es muy útil para coordinar intersecciones muy cercanas. En condiciones de tránsito muy intenso puede dar mejores resultados que el sistema progresivo.

Las duraciones de los ciclos y sus subdivisiones están controladas por las necesidades de una o dos de las intersecciones más importantes, lo que

puede dar lugar a serias fallas en los demás. La relación entre la velocidad, ciclo y distancia, se expresa así:

$$v = \frac{3.6D}{C} \quad (21)$$

Donde:

v = Velocidad de progresión entre intersecciones (km/h)

D = Distancia entre intersecciones (m)

C = Duración del ciclo (s)

b) Sistema Alternado:

En este sistema, los semáforos de intersecciones cercanas, por grupos muestran indicaciones alternadas, a lo largo de una ruta.

Los sistemas alternos dobles y triples constan de grupos de dos y tres semáforos que, 'respectivamente, muestran indicaciones contrarias.

Este sistema tiene una mejora de circulación de los grupos de vehículos, y si las longitudes de las calles son más uniformes tendrá más fluidez. En estas condiciones se consigue una banda del 100% siempre y cuando la velocidad de los vehículos sea:

$$v = \frac{7.2D}{C} \quad (22)$$

Donde:

v = Velocidad de progresión entre intersecciones (km/h)

D = Distancia entre intersecciones (m)

C = Duración del ciclo (s)

c) Sistema Progresivo Simple o Limitado:

Este sistema trata de varios semáforos sucesivos, a lo largo de una calle, que dan la indicación de verde de acuerdo con una variación de tiempo que permite, hasta donde es posible, la operación continua de grupos de vehículos a velocidad fija en "ondas verdes". Cada intersección puede tener una división diferente de ciclo, pero dicha división permanece fija.

Este sistema puede estar supervisado por un control maestro, para mantener las relaciones debidas de tiempo entre las indicaciones de los semáforos. Es necesario realizar revisiones periódicas de los controles, por variaciones debidas a cambios de voltaje y temperatura.

Los desfases, o diferencia de tiempo en que se inician los ciclos entre dos semáforos, pueden tener cualquier valor. No se limitan a la duración de un ciclo o medio ciclo, como en los sistemas anteriormente citados. Los cálculos se hacen por tanteos, y no hay fórmula que relacione el ciclo con la velocidad de cruce y el tiempo de la faja disponible.

d) Sistema Progresivo Flexible:

En este sistema es posible que cada intersección con semáforo varíe automáticamente en varios aspectos. Mediante el uso de controles de intersecciones con carátulas múltiples, se pueden establecer varios programas para subdividir el ciclo. Además, es posible cambiar los desfases con la frecuencia deseada. Se pueden establecer programas de tiempo predeterminado en los controles múltiples para dar preferencia a las circulaciones en las horas de máxima demanda.

No obstante que todo el sistema usa un ciclo común, la duración y subdivisión de éste pueden variar en función de los cambios de volumen de vehículos. Con base en la variación de los volúmenes de tránsito y la selección de la velocidad adecuada, se puede lograr un movimiento continuo a lo largo de una arteria, especialmente si es de un sentido.

La supervisión de los controles individuales de las intersecciones se logra desde un control maestro a través de circuitos interconectados por medio de señales de radio o bien, por intermedio de líneas telefónicas.

Para obtener la máxima flexibilidad de este sistema, los recuentos de tránsito se deben efectuar frecuentemente. Este sistema es el que da mejores resultados para intersecciones ubicadas a distancias variables.

Finalmente, el coordinar semáforos predeterminados puede conseguirse si es que cada intersección tiene la misma duración del ciclo, más no necesariamente la misma distribución de verde, ámbar y rojo, es por eso que muchas veces se tienen algunos desfases (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994).

Mediante el diagrama tiempo-distancia, se pueden proyectar los desfases para obtener un movimiento continuo a lo largo de una arteria, por lo tanto, la figura 10 nos ayudará a comprender mejor.

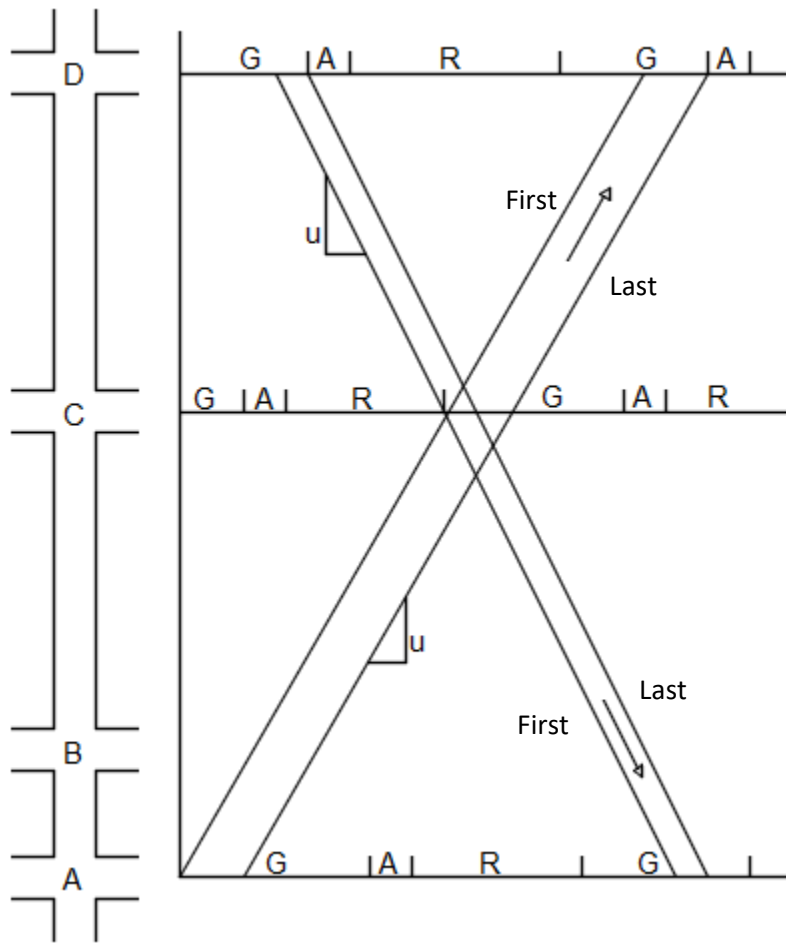


Figura 10 Diagrama Tiempo - Distancia

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000

G = Duration of Green
 A = Duration of amber
 R = Duration of red

Las líneas representan las trayectorias a velocidad constante del primer y último vehículo en la intersección que pueden cruzar el sistema sin detenerse y el offset (separación, descuadre, demora) es la diferencia entre un tiempo de referencia y el inicio de la primera fase verde.

La diferencia en el eje tiempo de la gráfica entre las líneas paralelas se conoce como el BANDA DE CRUCE. Al dividir la Banda de Cruce entre la

típica separación vehicular, se puede calcular el número de vehículos que forman el pelotón.

Esta Banda de Cruce puede ser reajustada moviendo el eje tiempo en cada una de las intersecciones.

Existen diseños balanceados, donde ambas bandas (ida y vuelta) son iguales. Sin embargo, en algunos casos es beneficioso hacer un diseño preferencial en base a las demandas matutinas y vespertinas.

La solución puede hacerse gráficamente, analíticamente o por computadora, usando varias ecuaciones simples como $e = vt$ y la siguiente ecuación:

Tiempo en el ciclo = Resto $((T - \text{demora}) / C)$

2.4.18. Dispositivos para el control del tránsito

En el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, indica que, para realizar la señalización de vías urbanas, inicialmente se identifican los tipos de intersección existentes, ya sean:

a) Intersecciones de tipo preferencial

Cuando la preferencia de paso se define mediante declaración expresa de una de las vías como principal, sobre la otra secundaria.

Para ello, el elemento básico a colocar será un poste con el octógono de "PARE" y la línea de parada pintada pavimento, pero no líneas peatonales.

b) Intersecciones controladas

Son aquellas en las que la preferencia de paso está dada por semáforos (o policías); generalmente, la colocación de un semáforo en una intersección

será recomendable en el caso de haber flujos vehiculares importantes. Para estos casos, deberá pintarse líneas de canalización de carriles, barras de detención de tránsito y franjas de protección para el cruce de peatones.

c) Intersección peatonal especial

Son aquellas en las que es necesario, por el volumen de peatones en el área, colocar un cruce peatonal a mitad de cuadra o en las esquinas. Se recomienda demarcar el cruce peatonal en el pavimento, acompañado de semáforos grandes de luz ámbar.

Los dispositivos de control de tránsito deben cumplir con algunos requisitos:

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

Al proyectar dispositivos de control de tránsito, lo más importante es lograr la uniformidad de formas, tamaños, símbolos, colores, y ubicación, de manera que satisfagan una necesidad.

2.4.18.1. Clasificación de los dispositivos de control

Los Dispositivos de Control de Tránsito son las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se coloquen sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios las

precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción). Los dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

- **Señales Verticales:**

- Preventivas
- Restrictivas
- Informativas

- **Señales Horizontales:**

- Marcas

- **Semáforos:**

- Vehiculares
- Peatonales
- Especiales

2.4.17.1.1. Señales verticales

Las señales verticales, como dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, están destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

Además, deberán ser usadas de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados. Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, centros

de recreo, lugares turísticos y culturales, así como dificultades existentes en las carreteras

El diseño de las señales verticales debe ser uniforme en cuanto a forma, color, dimensiones, leyendas y símbolos, para lo cual deben de hacer uso del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.

Las señales verticales por lo general deben estar colocadas a la derecha en el sentido del tránsito, en algunos casos estarán colocadas en lo alto sobre la vía, en casos excepcionales serán consideradas como señales adicionales las cuales estarán colocadas al lado izquierdo del sentido del tránsito (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción).

En el caso de las zonas rurales, la distancia del borde de la calzada al borde de la señal no deberá ser menor de 1.20 m ni mayor de 3 m, y la altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura fuera de la berma será de 1.50 m; asimismo, en el caso de colocarse varias señales en el poste, el borde inferior de la señal más baja cumplirá con la altura mínima permisible.

Para las zonas urbanas, la distancia del borde de la calzada al borde de la señal no deberá ser menor de 0.60 y la altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda no será menor de 2.10 m.

En el caso de las señales colocadas en lo alto de la vía, la altura mínima entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura será de 5.30 m.

Las señales deberán formar con el eje del camino un ángulo de 90°, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizante, la cual será de 80 a 150 en relación a la perpendicular de la vía.

Para el mantenimiento de las señales, estas deberán conservar su posición, deberán estar limpias, y legibles todo el tiempo, y las que se encuentren dañadas deberán ser reemplazadas inmediatamente.

a) Señales Preventivas

Las señales preventivas tienen por objeto advertir al usuario de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de éste. Las señales por sí mismas deben provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción).

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

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

Las señales preventivas serán de forma cuadrada, de esquinas redondeadas, que se colocará con una de sus diagonales en sentido vertical tomando la forma de diamante. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevarán un tablero adicional en su

parte inferior de forma rectangular con las esquinas redondeadas, con leyendas como principio, termina, o la longitud que presenta.

Los colores de las señales preventivas serán en acabado reflejante o mate, de color amarillo para el fondo, y negro para el símbolo, leyendas, caracteres y filete.

Las ubicaciones de las señales preventivas estarán a una distancia del lugar que se desea prevenir, de modo tal que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad; la distancia será determinada de tal manera que asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones de la propia vía.

Las distancias recomendadas son:

Zona Urbana	60m - 75m
Zona Rural	90m 180m
Autopista	250m - 500m

b) Señales Restrictivas

Las señales restrictivas tienen como función expresar en la carretera o calle alguna, a los usuarios de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción).

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

- **Señales relativas al derecho de paso**

La forma de las señales relativas al derecho de paso para la señal PARE son de forma octogonal, y de la señal CEDA EL PASO son de forma triangular con uno de sus vértices en la parte inferior.

El color para la señal PARE es rojo y el marco y las letras son de color blanco, para la señal CEDA EL PASO es de color blanco con franja perimetral roja.

Las dimensiones de la señal PARE (octágono) son de 0.75m x 075m, y para CEDA EL PASO (triángulo equilátero) de 0.90m.

- **Señales prohibitivas o restrictivas**

La forma de estas señales es circular inscritas en una placa rectangular con la leyenda explicativa del mensaje que encierra la simbología utilizadas, las dimensiones de la placa rectangular son de 0.60mx0.90m y 0.80mx1.20, y la de los símbolos estarán de acuerdo al diseño de cada una de las señales de reglamentación. El color de estas señales es blanco con símbolo y marco negro, el círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho que representa prohibición.

- **Señales de sentido de circulación**

En el caso de las señales de sentido de circulación, tienen forma rectangular y su mayor dimensión es a nivel horizontal, son de color negro con flecha blanca, la leyenda, en caso de utilizarse llevará letras negras.

c) Señales Informativas

Estas señales tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción).

Estas señales se agrupan de la siguiente manera:

- Señales de dirección
 - Señales de destino
 - Señales de destino con indicación de distancias
 - Señales de indicación de distancias
- Señales indicadoras de rutas
- Señales de información general
 - Señales de Información
 - Señales de Servicios Auxiliares

Las señales de dirección de Dirección, tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios, las formas de estas señales son de forma rectangular con su mayor dimensión a nivel horizontal, El color en las autopistas, carreteras importantes, área rural es de color verde con letras, flechas y marco blanco. Para carreteras secundarias, tendrá fondo blanco, y las letras, flechas y marco de color negro.

En las autopistas y avenidas importantes, área urbana, el fondo será azul con letras, flechas y marco blanco.

Los indicadores de ruta sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje. Las formas de estas señales son de forma especial, sus

diseños y color estarán en el Manual de Dispositivos de Control del tránsito automotor para calles y carreteras.

Las señales de información general se utilizan para indicar al usuario la ubicación de lugares de interés general, así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (Servicios Auxiliares). Las formas de estas señales son rectangulares con mayor dimensión a nivel vertical, el color será similar a las de dirección, a excepción de las de servicios auxiliares que serán de fondo azul con un recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas; y en el caso de la de primeros auxilios, tendrá una cruz de color rojo sobre fondo blanco.

2.4.17.1.2. Señales horizontales

Las señales horizontales son marcas en el pavimento que sirven para canalizar y orientar la circulación de los vehículos e indican los movimientos a ejecutar mediante líneas, figuras y leyendas. Constituyen un excelente medio de señalización que guía al usuario sin distraer su vista del camino (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción).

Estas cumplen algunas funciones:

- Delimitar los carriles de circulación y separar los sentidos de circulación.
- Reforzar o precisar las indicaciones de otras señales.
- Repetir o recordar una señal vertical.
- Delimitar las zonas excluidas al tráfico y las reservadas a la circulación o al estacionamiento.
- Permitir un mejor aprovechamiento de la calzada disponible y favorecer en los conductores la disciplina de carril.
- Mejorar la seguridad, fluidez, comodidad y eficacia de la circulación.

a) Marcas

Las marcas viales o demarcación horizontal son las señales de tránsito aplicadas sobre la calzada, con la finalidad de guiar el tránsito vehicular, regular la circulación y advertir determinadas circunstancias. La regulación incluye la transmisión de órdenes y/o indicación de zonas prohibidas.

La Demarcación Horizontal aumenta los niveles de seguridad y eficacia de la circulación, por lo que es necesario que se tengan en cuenta en cualquier actuación vial como parte del diseño y no como agregado posterior a su concepción.

Las demarcaciones deben ser uniformes en su diseño, posición y aplicación. Es necesaria su uniformidad a fin de que puedan ser reconocidas y entendidas instantáneamente por los usuarios de la vía. El atributo primordial de toda Marca Vial es que debe ser visible tanto durante la circulación diurna como nocturna, así como ante limitaciones atribuibles a condiciones ambientales adversas, como lluvia o niebla. En tal sentido, todas las demarcaciones deben ser reflectivas.

De acuerdo a su conformación física, las Marcas se pueden distinguir en marcas Normales y marcas Especiales. A su vez, las marcas Normales se pueden clasificar en función de su posición relativa a la calzada, en marcas Longitudinales y marcas Transversales. Las marcas Especiales a su vez, incluyen marcas como: Símbolos, Leyendas y otras demarcaciones (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción).

➤ Líneas Longitudinales

Son aquellas que se ubican en forma paralela al eje de la carretera. Suministran una guía "positiva" al delinear al usuario de la carretera, los límites de las áreas de la calzada donde es seguro circular. Asimismo, suministra una guía "negativa"; esto es, indica áreas donde

no es seguro viajar o directamente donde está prohibido circular. Dentro de estas, se tienen:

- **Marca Blanca Longitudinal Continua:**

Consiste en una línea continua sobre la calzada, significa que ningún conductor puede atravesarla, circular sobre ella ni circular por la izquierda de la misma cuando separe los dos sentidos de circulación. Dos líneas continuas adosadas tienen el mismo significado.

- **Marca Blanca Longitudinal Discontinua:**

Está destinada a delimitar los carriles. Ningún conductor debe circular sobre ella, salvo cuando sea necesario y la seguridad de la circulación lo permita, en calzadas con carriles estrechos de menos de 3 metros de anchura

- **Marca Blanca Longitudinales Discontinuas Dobles:**

Dos líneas discontinuas delimitando un carril por ambos lados, significan que éste es reversible.

- **Marca Blanca Longitudinal Continua Adosada a Discontinua:**

Los conductores no deben tener en cuenta más que la línea situada en el lado por el que circulan.

- **Marca Blanca Guía en la Intersección:**

Indica a los conductores cómo se debe realizar determinada maniobra en una intersección

- **Líneas de Borde y Estacionamiento:**

No se consideran marcas longitudinales. Sirven para delimitar los bordes de la calzada para hacerlos más visibles, también delimitan lugares de estacionamiento en la calzada.

- **Marca Amarilla Longitudinal Continua:**

Está pintada en el bordillo o junto al borde de la calzada. Significa que está prohibida la parada y el estacionamiento en toda la longitud de la línea y en el lado en el que esté situada.

- **Marca Amarilla Longitudinal Discontinua:**

Pintada en el bordillo o junto al borde de la calzada, significa que está prohibido el estacionamiento, en toda la longitud de la línea y en el lado en el que esté situada.

- **Cuadriculas de Marca Amarillas:**

Indica a los conductores que no podrán penetrar en la intersección, aunque gocen de prioridad si, previsiblemente, pueden quedar detenidos en la misma, impidiendo la circulación transversal.

- **Marca Amarilla en Zigzag:**

Significa que está prohibido el estacionamiento en la zona marcada por la misma.

- **Líneas Transversales**

Son las que se ubican en forma perpendicular al eje de la carretera. Se emplean para indicar sectores de reducción de velocidad ante un punto de riesgo (curva peligrosa, cruce, empalme) y para indicar la existencia de líneas límites, entendiéndose por tales, las líneas que no pueden ser sobrepasadas sin efectuar una acción en relación al derecho de paso. Se incluyen en esta clase, las siguientes líneas:

- **Marca Transversal Continua:**

Una línea transversal continúa pintada a lo ancho de uno o varios carriles indican que ningún vehículo debe franquearla, cuando una señal, semáforo o agente obligue a detenerse.

- **Marca Transversal Discontinua:**

Una línea transversal discontinua pintada a lo ancho de uno o varios carriles indica que ningún vehículo debe franquearla cuando deban ceder el paso.

- **Marca de Paso Para Peatones:**

Indican un paso para peatones, donde los conductores de vehículos deben cederles el paso.

- **Marco de Paso Para Ciclistas:**

Indican un paso para ciclistas donde éstos tienen preferencia.

- **Símbolos y Leyendas**

Son las que por su singular conformación física se ubican en sentido perpendicular a la carretera. Se incluyen dentro de esta clase, las siguientes marcas:

- **Señal de Ceda el Paso:**

Consiste en un triángulo dibujado sobre la calzada. Indica al conductor la obligación de ceder el paso a otros vehículos en la próxima intersección.

- **Señal de Stop:**

El símbolo de stop marcado sobre la calzada, indica al conductor la obligación de detener su vehículo ante la línea de detención de la próxima intersección.

- **Señal de Limitación de Velocidad:**

La cifra indica la velocidad que no deben rebasar los vehículos que circulen por el carril sobre el que está pintada la señal.

- **Flechas de Selección de Carriles:**

El conductor debe seguir la dirección (o una de las direcciones) marcada por la flecha que está pintada en el carril por el que circula o, si la señalización lo permite, cambiarse de carril.

- **Flecha de Salida:**

Indica el lugar desde el que se puede iniciar el cambio de carril para tomar un carril de salida.

- **Flecha de Fin de Carril:**

Indica que el carril en que está situada termina próximamente y es preciso seguir su indicación.

- **Flechas de Retorno:**

Anuncia la proximidad de una línea continua y, por tanto, indica a los conductores que estén utilizando el carril izquierdo, la obligación de circular cuanto antes por el carril derecho.

- **Otras Demarcaciones**

Son aquellas que, por su singular conformación física tanto en planta como en alzada, constituyen un subtipo aún más diferenciado dentro de las marcas especiales.

La singularidad en planta es tal que estas marcas, se ubican tanto en forma perpendicular, como paralela a la carretera, y hasta oblicuas. La singularidad en alzada es tal que las alturas de estas marcas viales exceden los de 5 mm que se establecen.

- **Marca de Bifurcación:**

Indica al conductor que se aproxima a una bifurcación en la calzada por la que transita.

- **Marca de Paso a Nivel:**

La P y N marcadas sobre la calzada, indica la proximidad de un paso a nivel.

- **Inscripción de Carril o Zona Reservada:**

Indica que el carril sobre el que está pintado, está reservado, temporal o permanentemente, para la circulación, parada o estacionamiento, de algún tipo de vehículos, como por ejemplo taxi o bus.

- **Marca de Vía Para Ciclista:**

Indica una vía específicamente acondicionada para la circulación de ciclos

- **Cebreado:**

Una zona marcada con franjas oblicuas paralelas enmarcadas por línea continua significa que ningún conductor debe entrar con su vehículo, excepto los obligados a circular por el arcén.

- **Marcas Azules:**

Son marcas que delimitan zonas en el que el estacionamiento está autorizado durante ciertos períodos del día.

2.4.17.1.3. Semáforos

Los semáforos son dispositivos de control mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control (Cal y Mayor & Cárdenas Grisales, 1994). Los semáforos se usan para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

- Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular o peatonal.
- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- Controlar la circulación por canales.
- Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

a) Clasificación

La siguiente clasificación de semáforos se ha hecho a base del mecanismo de operación de sus controles. Según esto, tenemos la siguiente división:

- **Semáforos para el control del tránsito de vehículos**

Semáforos pre sincronizados o de tiempos predeterminados.

Semáforos accionados o activados por el tránsito.

Totalmente accionados

Parcialmente accionados

- **Semáforos para pasos peatonales**

En zonas de alto volumen peatonal

En zonas escolares

- **Semáforos especiales**

Semáforos de destello o intermitentes

Semáforos para regular el uso de carriles

Semáforos para puentes levadizos

Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia

Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes

b) Elementos que Componen un Semáforo

- **Cabeza**

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza contiene un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones.

- **Soportes**

Son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar las indicaciones. Algunos elementos del soporte deberán permitir ajustes angulares, verticales y horizontales de las caras de los semáforos.

Por su ubicación en la intersección, los soportes son de dos tipos:

- Ubicación a un lado de la vía

Postes

Ménsulas cortas

- Ubicados en la vía

Ménsulas largas sujetas a postes laterales

Cables de suspensión 3. Postes y pedestales en islas

➤ **Cara**

Es el conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara o bombillo y porta lámpara) que están orientadas en la misma dirección, En cada cara del semáforo existirán como mínimo dos, usualmente tres, o más unidades ópticas para regular uno o más movimientos de circulación.

➤ **Lente**

Es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.

➤ **Visera**

Es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que, a determinadas horas, los rayos del sol incidan sobre éstas y den la impresión de estar iluminadas, así como también para impedir que la señal emitida por el semáforo sea vista desde otros lugares distintos a aquel hacia el que está enfocado.

2.4.19. Simulación de tráfico vehicular

Metodología del Manual de Capacidad de carreteras HCM 2000

El Manual de Capacidad de Carreteras es una publicación de Transportation Research Board (TRB) en los Estados Unidos. Contiene conceptos, directrices y procedimientos de cálculo para la capacidad y nivel de servicio en las carreteras.

El manual tiene como intención proveer una base sistemática y congruente para el establecimiento de los valores estimados de la Capacidad y los Niveles de Servicio del sistema de transporte terrestre.

Dichos parámetros y métodos han sido establecidos a partir de una amplia gama de estudios e investigaciones llevados a cabo durante los últimos cincuenta años en los que se reflejan condiciones promedio de circulación en los EE. UU. De manera que al hacer uso del HCM 2000 debe tenerse en cuenta que la mayoría de los datos de investigación provienen particularmente de valores por defecto y aplicaciones para los EE.UU.

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

En la ilustración 6 se muestran las entradas y los cálculos básicos del método, cuyo principal resultado es el nivel de servicio.

El análisis operacional del HCM consiste en estimar las medidas de eficiencia que son generadas en principio para elementos individuales y luego agregadas (ponderadas) para el sistema como un todo. La figura 11 esquematiza el procedimiento.

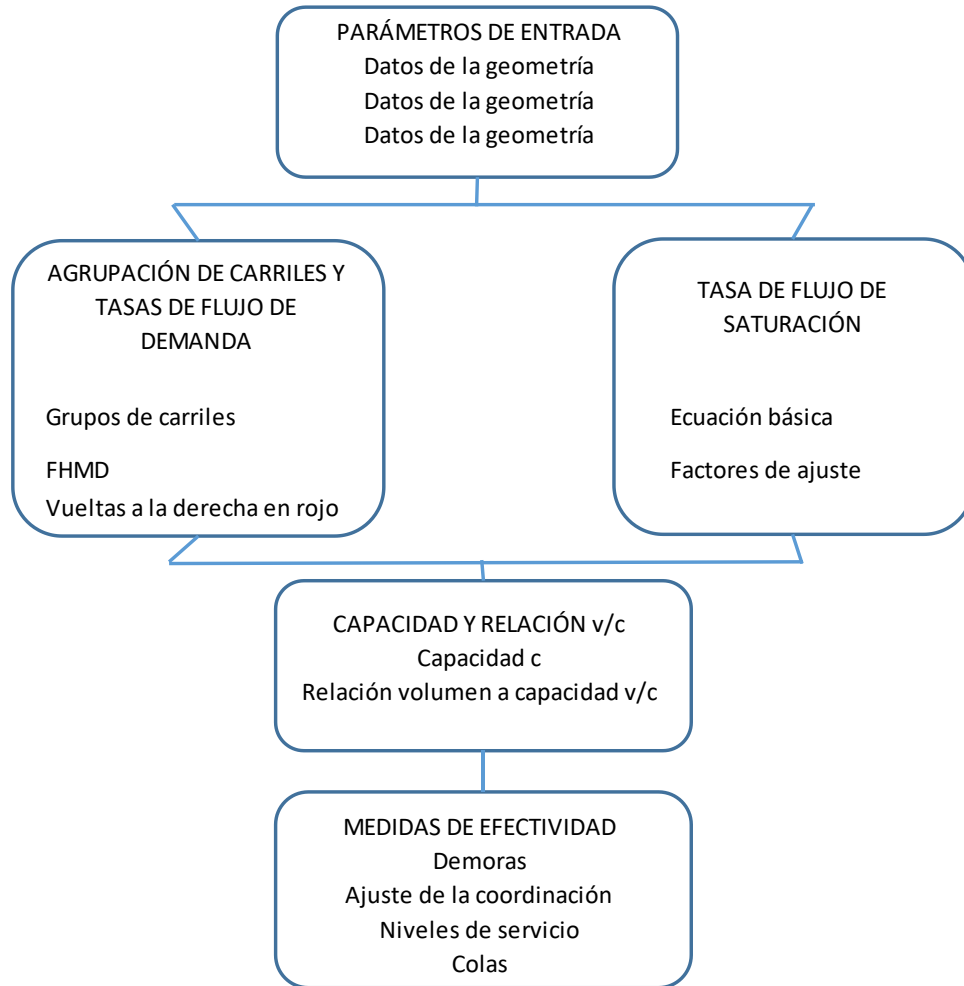


Figura 11 Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos HCM 2000 Manual.

Tipo de condición	Parámetro
Geométricas	Tipo de área Número de carriles, N Pendiente, G(%) Existencia de carriles exclusivos, LT o RT Longitud de bahías, LT o RT, Ls(m) Estacionamiento
Tránsito	Volúmen de demanda por movimiento, V(veh/h) Tasa de flujo de saturación base, S_o (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, N_b (autobuses/h) Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h) Tipo de llegadas AT Proporción de vehículos que llegan en verde, P Velocidad de aproximación, S_A (km/h)
Semáforos	Longitud de ciclo, C(s) Tiempo en verde, G(s) Amarillo + Todo Rojo, intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y(s) Operación accionada o prefija Botón peatonal Verde mínimo peatonal, G_p (s) Plan de fases Período de análisis, T(h)

Figura 12 Datos necesarios para el análisis de cada grupo de carriles.

Se deben realizar ajustes para adecuar a la realidad.

Ajuste por ancho de carril (fW)

Es aquel que incorpora el impacto negativo de carriles angostos en la tasa de flujo de saturación, así como también permite una tasa de flujo mayor en carriles anchos. El ancho de carril considerado estándar es de 3.6m.

Ajuste por vehículos pesados (fHV)

Es aquel que incorpora el espacio adicional ocupado por los vehículos pesados y sus diferencias operativas en comparación con los vehículos livianos. El equivalente en vehículos livianos (ET) empleado para cada

vehículo pesado es de 2 vehículos livianos y es reflejado en la fórmula de la Tabla 5.

Ajuste por pendiente del acceso (fg)

Es aquel que incorpora el efecto de la pendiente de la rasante sobre la operación de todos los vehículos, incluyendo vehículos pesados y livianos.

Ajuste por estacionamientos (fP)

Es aquel que incorpora los bloqueos ocasionales debido a las maniobras de estacionamiento. Se emplea el número de maniobras por hora en estacionamientos adyacentes al grupo de carriles y dentro de 75 m corriente arriba desde la línea de parada.

Además, se considera un límite práctico de 180 maniobras como máximo y se debe tener en cuenta que las condiciones de estacionamiento con cero maniobras tienen un impacto diferente que una situación donde no hay estacionamientos.

Ajuste por bloqueo de buses (fbb)

Es aquel que incorpora el tránsito local de buses que se detienen a recoger o dejar pasajeros dentro de los 75 m desde la línea de parada (corriente arriba o corriente abajo). Este factor solo se debería emplear cuando los buses detenidos bloquean el flujo de tráfico. Se emplea un límite práctico de 250 paradas como máximo.

Ajuste por tipo de área (fa)

Es aquel que incorpora la ineficiencia relativa de las intersecciones en los distritos de negocios. Es apropiado en áreas con características de un distrito central de negocios (CBD, Central Business District), las cuales incluyen derechos de paso en calles angostas, maniobras de parqueo frecuentes, bloqueo de vehículos, actividades de taxis y buses, pequeños radios de giro, uso limitado de carriles exclusivos de giro, alta actividad de peatones, etc.

Ajuste por utilización de carril (fLU)

Es aquel que incorpora la distribución desigual del tráfico entre los carriles en un grupo de carriles con más de un carril. El factor fLU está basado en el flujo del carril con el volumen más alto y se calcula empleando la ecuación correspondiente de la Figura 4.

Ajuste por giros a la derecha (fRT)

Es aquel que intenta reflejar el efecto de la geometría. Depende de si los giros se realizan desde un carril exclusivo o compartido y de la proporción de vehículos en el grupo de carriles que giran a la derecha. Nótese que el factor de giro a la derecha es 1.0 si el grupo de carriles no incluye ningún giro a la derecha.

Ajuste por giros a la izquierda (fLT)

Los factores de ajuste por giros a la izquierda dependen de si los giros son protegidos o permitidos y de si se realizan desde un carril exclusivo o compartido.

Factor	Fórmula	Definición de variable	Notas
Ancho de Carril	$f_w = 1 + \frac{W - 3.6}{9}$	W=ancho de carril (m)	W≥2.4m; si W≥4.8m analizar como dos carriles
Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$	%HV=porcentaje de vehículos pesado del grupo	ET=2.4 autos/pesado
Pendiente	$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G=porcentaje de pendiente del acceso	-6≤%G≤+10 Negativa en descensos
Estacionamiento	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N=número de carriles de grupo Nm=número de maniobras de estacionamiento/h	0≤Nm≤180 fp≥0.050; fP=1.000 para sin estacionamiento
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_B}{3600}}{N}$	N=número de carriles del grupo NB=número e buses que paran por hora	0≤NB≤250 fbb≥0.050
Tipo de área	$f_a = 0.900$ en CBD $f_a = 1.000$ en otras áreas	CDB=districto Cntral de Negocios (centro de la ciudad)	
Utilización de carriles	$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{gi}N}$	Vg=tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril (veh/h) Vgi=tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo N=número de carriles del grupo	
Vueltas a la izquierda	Fase protegida: $f_{LT} = 0.95$ Carril exclusivo; carril compartido $f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{LT}}$	PLT=proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles	
Vueltas a la derecha	Carril exclusivo: $f_{RT} = 0.85$ Carril compartido: $f_{RT} = 1.0 + 0.15P_{RT}$ Carril simple: $f_{RT} = 1.0 + 0.135P_{RT}$	PRT=proporción de vueltas ala derecha en el grupo de carriles	fRT≥0.050

Figura 13 Expresiones para calcular los diferentes factores de ajuste.

Los cálculos conllevan a determinar los niveles de servicio

Nivel de Servicio A

Representa a Circulación a Flujo Libre. Los usuarios en Forma individual, están virtualmente exentos de la presencia de otros en la circulación.

Nivel de Servicio B

Para los términos del HCM la circulación se encuentra dentro del Rango de flujo Libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes en la circulación.

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.

Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo.

Nivel de Servicio E

El Funcionamiento está en el o cerca del límite de capacidad. La velocidad de todos los usuarios se ve reducida significativamente. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil y se consigue forzando a los vehículos a “Ceder el Paso”

Nivel de Servicio F

Representa condiciones de Flujo Forzado. 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”.

Programa Synchro Traffic 8.0

Synchro es un software desarrollado por Trafficware que permite el análisis y optimización de sistemas de tráfico a un nivel macroscópico. En principio, la de Synchro implementa las metodologías de los Capítulos 15, 16 y 17 del Manual de Capacidad de Carreteras-HCM 2000; sin embargo, también existen algunas diferencias con respecto al HCM, entre las cuales se destaca un método alternativo para el cálculo de demoras, denominado Método Percentil de Demoras.

A continuación, se describen brevemente las principales consideraciones empleadas por Synchro.

2.4.20. Intersecciones viales

Las intersecciones son parte de un sistema existente de calles y vialidades, en aquellos puntos donde se unen los elementos, las cuales funcionan como un conjunto de interrelaciones muy complejas.

Por lo que es importante entender que la intersección es un área crítica en el uso efectivo de calles y vialidades, es el punto focal de conflictos y congestión, ya que es común a dos o más caminos. Al incrementarse la frecuencia y severidad de los conflictos de la intersección, la regulación y el control se vuelven necesarios por lo que la solución de una intersección vial depende de una serie de factores asociados esencialmente a la topografía del sitio, a las características geométricas de las vialidades que se cruzan y a las condiciones del flujo vehicular.

Formalmente se denomina como intersección a un área que es compartida por dos o más caminos, y cuya función principal es posibilitar el cambio de dirección de la ruta. La intersección varía en complejidad desde un simple cruce, con sólo dos caminos que se cruzan entre sí en ángulo recto, hasta

una intersección más compleja, en la cual se cruzan tres o más caminos dentro de la misma área.

Las intersecciones se clasifican en tres, a desnivel sin rampa, con rampa y a nivel. Para este documento es necesario definir la intersección a nivel.

Intersección a nivel

Las intersecciones a nivel tienen una inmensa posibilidad de variación, ya que no existen soluciones de aplicabilidad general. La superficie común a ambas vías genera un conflicto sobre quien tiene la prioridad de paso, o de uso de la calzada.

Por lo general, las intersecciones se dan con ángulos mayores a 70° , esto se debe a que el conductor al girar en intersecciones en forma oblicua o en Y tiene una menor visibilidad. Siempre se busca que la intersección tenga una superficie compartida mínima, esto se debe a que las posibilidades de colisión disminuyen a medida que disminuye la misma.

Cuando la superficie compartida es muy grande se colocan canalizaciones que sirven como derivadores de tránsito. Estas pueden ser: isletas, platabandas, canteros centrales, etc.

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. CONDICIONES PREVALECIENTES DE LA LÍNEA DE ESTUDIO

Existen varios factores que influyen o afectan el flujo vehicular, entre ellos podemos mencionar: las características geométricas de la vía (ancho, pendiente, curvatura), tipo de superficie (trocha, afirmado, tratamiento superficial, carpeta asfáltica), deterioros en la vía (baches, hundimientos, ahuellamientos, etc.) y la señalización o dispositivos de control de tránsito tales como semáforos y señales restrictivas. Todas estas condiciones son las que determinan la capacidad de las vías, y es desde aquí el punto de partida para este trabajo de investigación.

El desarrollo y análisis de la información de campo se ha realizado en la línea de estudio que son las intersecciones entre la Avenida Mariscal Castilla y la Avenida la Esperanza; y la Avenida Mariscal Castilla y el Jirón Miguel Grau ubicado en el distrito de El Tambo, Provincia Huancayo y departamento Junín.





Figura 14 Ubicación de la línea de estudio

El punto de control establecido para realizar el análisis es:

La Avenida Mariscal Castilla y la Avenida la esperanza, que presenta dos carriles en su sentido de circulación vehicular NS, de 3.10 m/carril y sección de calzada de 2.20 m. no tiene zona de parqueo a ambos lados de la Avenida la Esperanza. La señalización está deteriorada debido a la falta de mantenimiento, no existen obstrucciones laterales como el parqueo inapropiado de los diferentes negocios que se localizan por esa zona. Asimismo, en el sentido de circulación SN, tiene dos carriles de 3.10 m/carril y sección de calzada de 2.20 m. En esta también no se

observa obstrucciones laterales. El sentido de circulación EO de la intersección presenta dos carriles de 4.50 m/carril y sección de calzada de 4.0 m no se presenta obstrucciones solo son los vendedores en carretillas. El acceso OE tiene dos carriles de 4.50 m/carril, y su sección de calzada es de 3.0 m. La señalización está deteriorada debido a falta de mantenimiento. Esta intersección tiene una berma central de 3.5m. en la Avenida Mariscal Castilla y una berma central de 3.0 m en la Avenida la Esperanza, y el flujo corresponde al transporte privado y público, la figura 15. muestra la intersección mencionada.



Figura 15 Intersección Avenida Mariscal Castilla con la Avenida la Esperanza

La Avenida Mariscal Castilla y el Jirón Miguel Grau, que presenta un carril en su sentido de circulación vehicular NS, de 3.80 m/carril y sección de calzada de 2.0 m. no tiene zona de parqueo a ambos lados del Jirón Miguel Grau. La señalización está deteriorada debido a la falta de mantenimiento, no existen obstrucciones laterales como el parqueo inapropiado de los diferentes negocios que se localizan por esa zona. Asimismo, en el sentido de circulación SN, tiene un carril de 3.80 m/carril y sección de calzada de 2.0 m. En esta también no se observa obstrucciones laterales. El sentido de circulación EO de la intersección presenta dos carriles de 4.50 m/carril y sección de calzada de 4.0 m no se presenta obstrucciones solo son los vendedores en carretillas. El acceso OE tiene dos carriles de 4.50 m/carril, y su sección de calzada es de 3.0 m. La señalización está deteriorada debido a falta de

mantenimiento. Esta intersección tiene una berma central de 3.5m. en la Avenida Mariscal Castilla, y el flujo corresponde al transporte privado y público, la figura 16. muestra la intersección mencionada.



Figura 16 Intersección Avenida Mariscal Castilla y el Jirón Miguel Grau

Una vez conocida las condiciones de la línea de estudio, se determina la capacidad y nivel de servicio de cada intersección, para lo cual se procede a realizar un aforo vehicular manual, en las estaciones de aforo ya mencionadas. Para el inicio de la toma de datos de campo se clasifico los tipos de vehículos que transitan por la intersección (Automóviles, Camionetas, Combis, Coasters, Motos, Camiones y Buses), y los giros que estos realizan. El procedimiento de este se realizó con la ayuda de una cámara que permitió grabar el flujo vehicular de la intersección. La duración del aforo fue de tres días (lunes, miércoles y viernes), en horarios de 6 am a 9 am, 11 am a 2 pm y 5 pm a 8 pm, todo esto con el fin de obtener datos exactos y confiables. Una vez realizado el aforo vehicular se percibe que el día con mayor intensidad vehicular es viernes, por lo tanto, se trabaja con el día crítico, todos estos datos están reflejado en el Anexo 1.

Para efectos de uniformizar el registro de los datos de los aforos vehiculares se hace uso de los factores de conversión a unidad de coche patrón, en el cual los

automóviles y camionetas tienen un valor equivalente a 1, las combis a 1.5, las coasters a 2, las motos a 0.75, los camiones y buses a 2.5, todas están desarrolladas en el Anexo 2.

Una vez uniformizado los datos, según la teoría desarrollada en el capítulo 2.4.14., se calcula el factor de la hora máxima demanda para la mañana, tarde y noche, el cual se puede observar en el anexo 3 y los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 11 Factor de la hora de máxima demanda

Intersección	Mañana	Tarde	Noche
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza	0.98	0.97	0.98
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau	0.98	0.98	0.96

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 11, los FHDM nos muestran la uniformidad de la demanda o la “hora pico” de las intersecciones para la mañana, tarde y noche.

3.2. MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES

El ajuste de volúmenes se realiza con el fin de convertir volúmenes horarios en flujos ajustado para cada grupo de carril establecido. Además, se determina el número de carriles (N) y el factor de utilización de carril (U_i), para las intersecciones en la mañana, tarde y noche, para lo cual se aplica la teoría desarrollada en el capítulo 2.4.15.2., los cálculos se pueden encontrar en el Anexo 4 y los resultados resumidos en las siguientes tablas. Cabe mencionar que las posteriores tablas usaran la simbología como N (acceso Norte), E (acceso Este), O (acceso Oeste), F (movimiento de frente), I (movimiento de vuelta a la izquierda), D (movimiento de vuelta a la derecha), FD (movimiento de frente y derecha), FI (movimiento de frente e izquierda) y D/I (movimiento a la derecha e izquierda)

Tabla 12 Módulo de ajuste de volúmenes Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
N	I	111	FI	113
	F	0	-	-
	D	140	FD	143
E	I	95	FI	805
	F	1383	-	-
	D	104	FD	814
O	I	114	FI	967
	F	1664	-	-
	D	0	F	851

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
N	I	144	FI	148
	F	0	-	-
	D	160	FD	165
E	I	99	FI	817
	F	1389	-	-
	D	130	FD	848
O	I	125	FI	988
	F	1671	-	-
	D	0	F	860

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
N	I	35	FI	35
	F	0	-	-
	D	88	FD	90
E	I	100	FI	809
	F	1382	-	-
	D	102	FD	812
O	I	110	FI	944
	F	1626	-	-
	D	0	F	831

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Módulo de ajuste de volúmenes Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
N	I	124	FI	127
	F	0	-	-
	D	140	FD	144
E	I	87	FI	697
	F	1186	-	-
	D	104	FD	715
O	I	90	FI	731
	F	1246	-	-
	D	0	F	639

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
N	I	123	FI	125
	F	0	-	-
	D	132	FD	135
E	I	94	FI	710
	F	1205	-	-
	D	102	FD	717
O	I	116	FI	754
	F	1249	-	-
	D	0	F	636

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
N	I	117	FI	122
	F	0	-	-
	D	127	FD	132
E	I	87	FI	669
	F	1114	-	-
	D	102	FD	685
O	I	89	FI	711
	F	1190	-	-
	D	0	F	618

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 y 13 muestra el flujo ajustado para cada grupo de carril en la mañana, tarde y noche.

3.3. MÓDULO DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACIÓN

Después de haber calculado el módulo de ajuste de volúmenes, se procederá a realizar el ajuste del flujo de saturación bajo condiciones prevaletientes para cada uno de los grupos de carriles establecidos. En dicha intersección se tomará un flujo de saturación ideal de 1800 vehículos ligeros por hora de luz verde por carril y se hará uso de los factores de ajuste desarrollada en el capítulo 2.4.15.2., los cálculos se muestran en el Anexo 5 y los resultados en la tabla siguiente.

Tabla 14 Módulo de ajuste de flujo de saturación Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza

	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado	
	MAÑANA	Norte	FI	1800	1	0.94	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1331
FD			1800	1	0.94	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1220	
Este		FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
		FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1471	
Oeste		FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
		F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1448	
TARDE		Norte	FI	1800	1	0.94	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1356
			FD	1800	1	0.94	0.94	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1239
	Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
		FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1470	
	Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
		F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1449	
	NOCHE	Norte	FI	1800	1	0.94	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1356
			FD	1800	1	0.94	0.92	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1213
Este		FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
		FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1470	
Oeste		FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
		F	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	0.93	1.00	1465	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Módulo de ajuste de flujo de saturación Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau

MAÑANA	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI		1800	1	0.94	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98
FD			1800	1	0.94	0.94	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1238
Este	FI		1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553
	FD		1800	1	1.10	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1440
Oeste	FI		1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534
	F		1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1449

TARDE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI		1800	1	0.94	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98
FD			1800	1	0.94	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1228
Este	FI		1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553
	FD		1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1471
Oeste	FI		1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1533
	F		1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1451

NOCHE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI		1800	1	0.94	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98
FD			1800	1	0.94	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1228
Este	FI		1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553
	FD		1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1471
Oeste	FI		1800	1	1.10	0.93	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1517
	F		1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	0.93	1.00	1467

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14 y 15 muestra los flujos de saturación ajustado para la intersección en estudio para la hora punta mañana, tarde y noche; en la cual se considera la geometría de dicha intersección para determinar los factores y los movimientos que presenta.

3.4. MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Teniendo los resultados de los módulos anteriores, se procede a determinar la relación de flujo que tienen cada grupo de carriles para posteriormente calcular el grado de saturación crítico. También se debe de tener en cuenta el ciclo que tiene cada semáforo (C) y la duración del tiempo verde efectivo en cada fase (g) lo cual nos sirve para determinar la capacidad (Ci) y el grado de saturación (X) de cada acercamiento en la intersección. Toda la teoría mencionada se encuentra en el

capítulo 2.4.15.2., y los respectivos cálculos e observan en el Anexo 6 y los resultados resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 16 Módulo de análisis de capacidad Av. Mariscal Castilla – Av. La Esperanza

Fase	Acerc.	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
A	Norte	FI	0.08	0.12	0.24
		FD	0.12		0.34
B	Este	Movim.	v/s	0.55	X=v/c
		FI	0.52		0.86
		FD	0.55		0.92
	Oeste	Movim.	v/s	0.63	X=v/c
		FI	0.63		1.05
		F	0.59		0.98

Fase	Acerc.	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
A	Norte	FI	0.11	0.13	0.31
		FD	0.13		0.38
B	Este	Movim.	v/s	0.58	X=v/c
		FI	0.53		0.88
		FD	0.58		0.96
	Oeste	Movim.	v/s	0.64	X=v/c
		FI	0.64		1.07
		F	0.59		0.99

Fase	Acerc.	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
A	Norte	FI	0.03	0.07	0.07
		FD	0.07		0.21
B	Este	Movim.	v/s	0.55	X=v/c
		FI	0.52		0.87
		FD	0.55		0.92
	Oeste	Movim.	v/s	0.62	X=v/c
		FI	0.62		1.03
		F	0.57		0.95

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 muestra la capacidad de cada grupo de carriles de la intersección de la Avenida Mariscal Castilla y Avenida La Esperanza, para la hora punta mañana, tarde y noche. Para el acceso Norte, en hora punta mañana el movimiento FI y FD

tienen una capacidad de 0.24 y 0.34 respectivamente, para la hora punta tarde es de 0.31 y 0.38, y para la hora punta noche es de 0.07 y 0.21. Para el acceso Oeste, en hora punta mañana el movimiento FI y FD tienen una capacidad de 1.05 y 0.98 respectivamente, para la hora punta tarde es de 1.07 y 0.99, y para la hora punta noche es de 1.03 y 0.95. Para el acceso Este, en hora punta mañana el movimiento FI y FD tienen una capacidad de 0.86 y 0.92 respectivamente, para la hora punta tarde es de 0.88 y 0.96, y para la hora punta noche es de 0.87 y 0.21.

3.5. NIVEL DE SERVICIO

luego de realizar los cálculos de los diferentes módulos se procede a calcular las demoras para los grupos de carriles de dicha intersección, para los accesos de todas las direcciones; las cuales permiten determinar los niveles de servicio, toda esta teoría fue desarrollada en el capítulo 2.4.15.2., y los cálculos se pueden observar en el Anexo 7 y los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 17 Nivel de servicio Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	18.03	B
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	21.47	C
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	44.54	D
		F		
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza			32.59	C

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	18.49	B
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	24.95	C
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	50.37	D
		F		
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza			36.70	D

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	17.13	B
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	21.54	C
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	37.01	D
		F		
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza			29.18	C

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 17 observamos el nivel de servicio de la intersección entre la Avenida Mariscal Castilla y Avenida La Esperanza para la hora punta mañana, tarde y noche.

La intersección en la hora punta mañana tiene un nivel de servicio C con una demora de 32.59 segundos, para la hora punta tarde tiene un nivel de servicio D con una demora de 36.70 segundos, y en la hora punta noche tiene un nivel de servicio C con una demora de 29.18 segundos.

3.6. CICLO ÓPTIMO

Una vez calculado el nivel de servicio de la intersección se procede a emplear la más crítica para poder desarrollar el ciclo óptimo, es necesario saber las fases de los semáforos, el ciclo de estos y la duración de cada uno de los tiempos sea tanto en verde, rojo y ámbar. Según la teoría desarrollada en el capítulo 2.14.16., se calcula un ciclo óptimo para dicha intersección, este es desarrollado en el anexo 8 y los resultados son resumidos en las siguientes tablas.

Tabla 18 Ciclo de la intersección Av. Mariscal Castilla – Av. La Esperanza

FASES	DIRECC.	CICLO	VERDE	AMBAR	ROJO
A	N-S	100	35	3	62
B	E-O	100	60	3	37
	O-E	100	60	3	37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Ciclo óptimo de la intersección Av. Mariscal Castilla – Av. La Esperanza

		V	A	R
A	84	14	3	67
B	84	70	3	11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Ciclo óptimo de la intersección Av. Mariscal Castilla – Jr. Miguel Grau

		V	A	R
A	84	15	3	66
B	84	69	3	12

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla la intersección tiene un ciclo óptimo, y la distribución adecuada de sus tiempos, donde la luz verde es asignada en proporción a los flujos críticos de cada fase. Asimismo, para la 2da intersección se calculó un ciclo óptimo ya que actualmente no hay ningún semáforo en dicha intersección, logrando así colaborar y dar un ciclo óptimo para cuando se realice la colocación de dicho semáforo.

Tabla 21 Nivel de Servicio de la intersección Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	27.29	C
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	2.45	A
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	2.34	A
		F		
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau			4.60	A

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	26.67	C
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	2.43	A
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	2.40	A
		F		
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau			4.47	A

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	26.35	C
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	2.25	A
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	2.25	A
		F		
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau			4.33	A

Fuente: Elaboración propia

En la tabla podemos observar que esta intersección tiene un nivel de servicio óptimo con los tiempos de semáforo que calculamos, logrando así decir que nuestra optimización está bien realizada.

3.7. INFLUENCIA DE LOS PROYECTOS URBANÍSTICOS LOS SAUCES Y EUCALIPTOS

Aquí mostraremos la influencia de los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos los cuales tienen lotizaciones de 450 y 950 respectivamente, las proyecciones se esperan que el 89% tenga un vehículo particular por familia. obteniendo así que la urbanización los sauces aportaría 400 vehículos a la intersección de la avenida esperanza y la urbanización los eucaliptos aportaría 845 vehículos a la intersección.

Tabla 22 Influencia en el la intersección Av. Mariscal Castilla - Av. la Esperanza por los proyectos urbanísticos los Sauces y Eucaliptos

Para la Hora Punta		TARDE		12:30 - 1:30		VEH. URB. LOS SAUCES		400	
AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA						VEH. URB. LOS EUCALIPTOS		845	
Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	144	0.972	468	FI	468	1	1	468
	F	0	0.972	0	-	-	-	-	-
	D	160	0.972	245	FD	245	1	1	245
E	I	99	0.972	102	FI	817	1	1	817
	F	1389	0.972	1429	-	-	-	-	-
	D	130	0.972	133	FD	848	1	1	848
O	I	125	0.972	298	FI	1495	1	1	1495
	F	1671	0.972	2395	-	-	-	-	-
	D	0	0.972	0	F	1198	1	1	1198

Fuente: Elaboración propia

Aquí podemos observar que el número de vehículos es importante por lo cual se daría un nivel de impacto vial tipo I, solo nos basaremos en la hora punta de la tarde donde el flujo vehicular es más crítico además como la intersección de la avenida la esperanza es la única que cuenta con semáforo ahí se verá mejor los efectos de dichas urbanizaciones.

Tabla 23 Modulo de ajuste de saturación

	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
TARDE	Norte	FI	1800	1	0.94	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1344
		FD	1800	1	0.94	0.94	1	0.94	1	0.9	0.95	1.00	1276
	Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553
		FD	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1454
	Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1532
		F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1454

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Análisis de Capacidad

Fase	Acerc.	Movim.	v/s crit.	X=v/c		
A	Norte	FI	0.35	1.00		
		FD		0.55		
B	Este	Movim.	v/s crit.	X=v/c		
		FI			0.58	0.88
		FD				0.97
	Oeste	Movim.	v/s crit.	X=v/c		
		FI			0.98	1.63
		F				1.37

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 ya podemos observar mejor la influencia de los vehículos añadidos en el acceso norte la vía está a su capacidad máxima, y en el acceso oeste observamos que está sobrepasando en un 63% y 37% la capacidad de la vía.

Tabla 25 Nivel de Servicio

Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	43.52	D
		FD		
B	Este	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	25.98	C
		FD		
	Oeste	Movim.	DEMORA	LOS
		FI	593.70	F
		F		
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza			329.99	F

Fuente: Elaboración propia

Observamos que el nivel de servicio disminuye de una forma alarmante debido a esto e necesario proponer un corredor vial que distribuya estos vehículos hasta una zona céntrica, para lo cual viendo los accesos seria en la prolongación Cajatambo.

3.8. APLICACIÓN DEL PROGRAMA SYNCHRO 8

Para poder continuar con el análisis se procederá con la hora punta más congestionada, la cual nos permitirá aumentar el nivel de servicio; para lo cual se tendrá que hacer uso del programa Synchro 8 que nos ayudara con el modelamiento de la intersección.

3.8.1. Mejora de la línea de estudio

En base a los datos obtenidos en los cálculos anteriores, se procederá a introducir los datos en el programa Synchro 8. El primer paso es modelar la línea de estudio, considerando la geometría de las vías (nombre de las vías,

número de carriles, sentido de las vías, sección de la vía, anchos peatonales y las bermas centrales).

El segundo paso del modelamiento es la configuración del carril, donde se introducirán los volúmenes de tráfico, velocidad de diseño, factor de diseño, factor de área, inclinación de la rasante, flujo inicial de saturación entre otros.

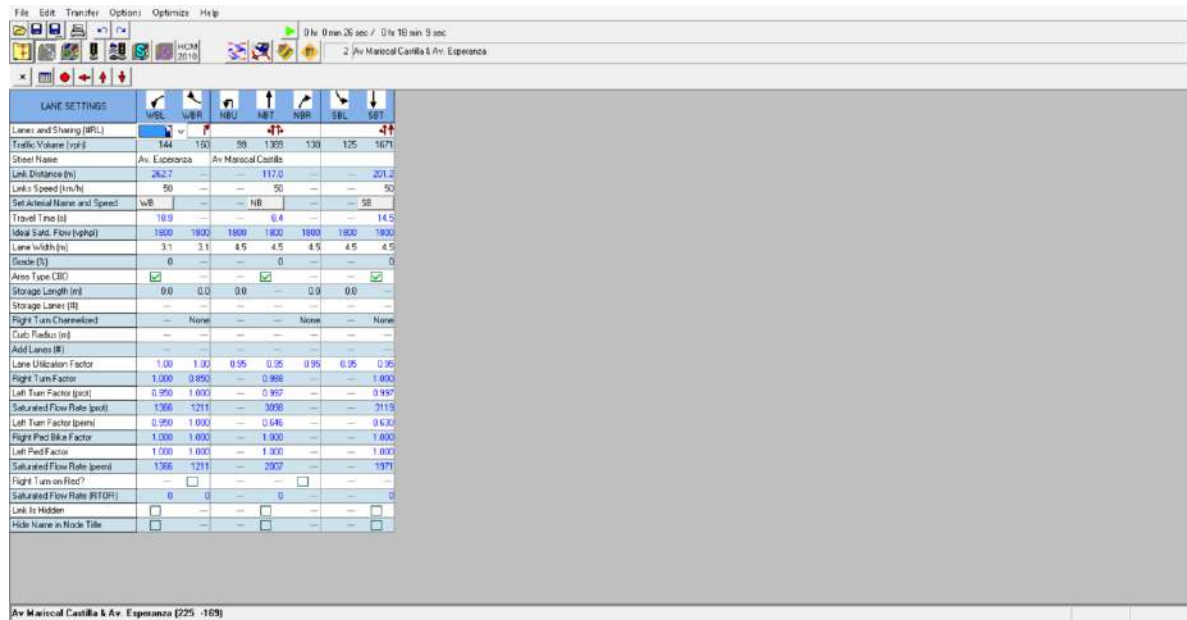


Figura 17 Configuración de carril

Fuente: Elaboración propia

Una vez colocado esos datos, se hace el ajuste de volumen y el flujo de saturación haciendo uso de los factores de ajuste como el factor de hora punta, porcentaje de vehículos pesados, factor de ajuste por estacionamiento, factor por parada de autobuses, entre otros.

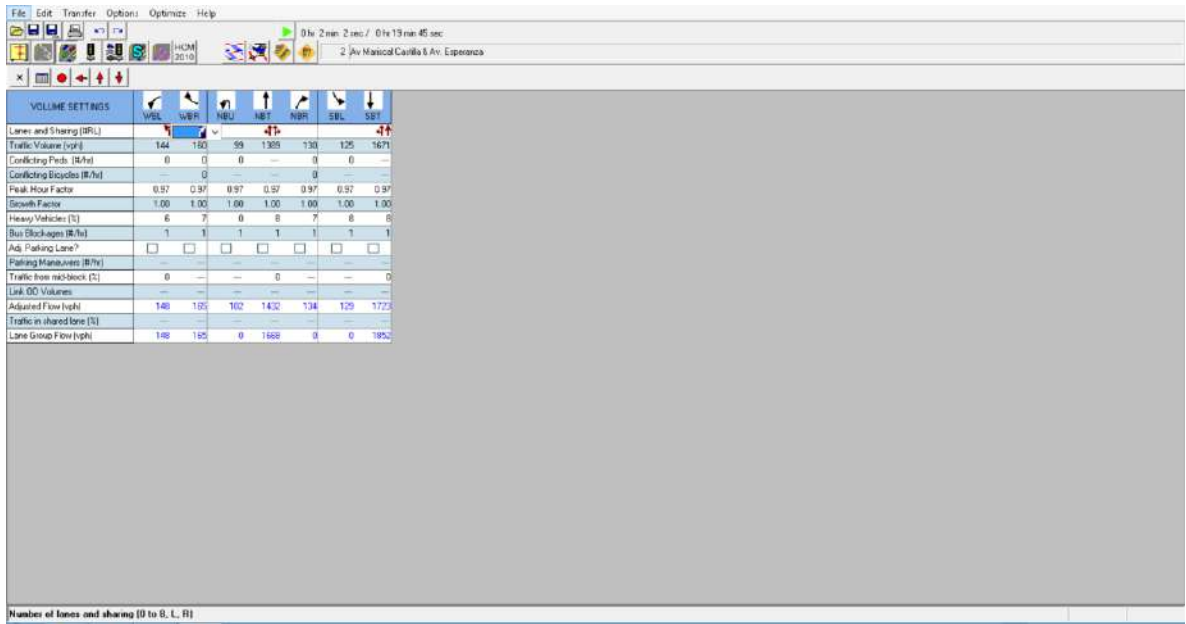


Figura 18 Ajuste de volumen

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente se colocan las fases de la intersección, los tiempos de los semáforos y sus respectivos ciclos.

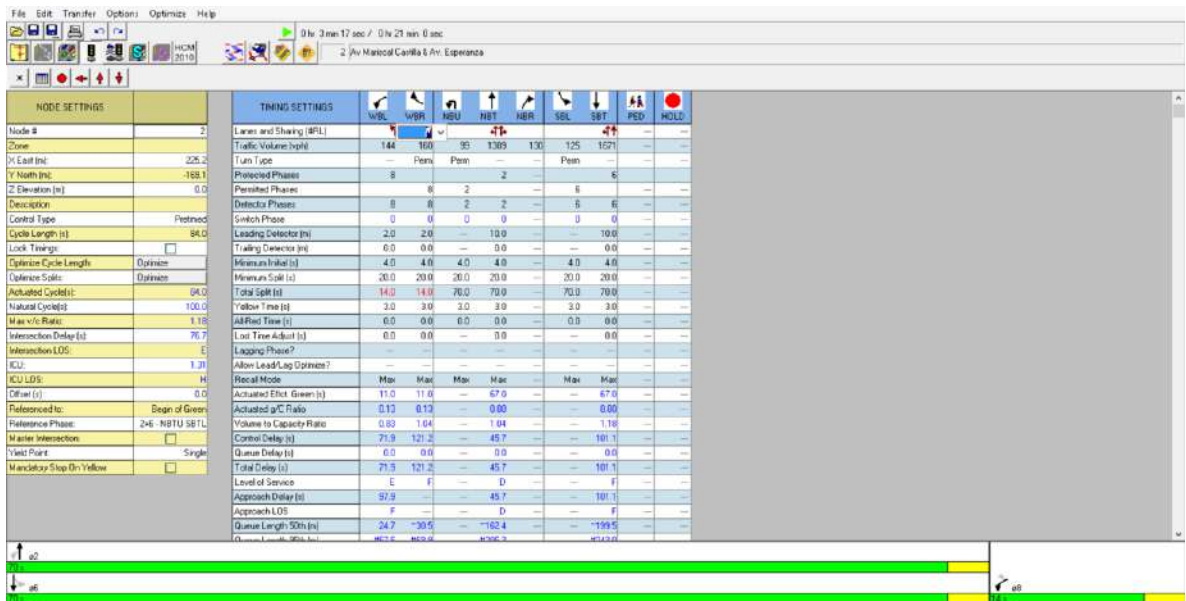


Figura 19 Configuración de nodos

Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se ha modelado la intersección se busca aumentar el nivel de servicio y reducir el congestionamiento de la intersección, para lo cual modificaremos los ciclos del semáforo y sus tiempos de verde. Estos cálculos están desarrollados en el Anexo 9 y sus resultados obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 26 Nivel de Servicio mejorado

Intersección	NDS
Av. Mariscal Castilla – Av. La Esperanza	C

Fuente: Elaboración propia

3.8.1. Proyección en la línea de estudio

Consiste en proyectar los volúmenes de tráfico perteneciente a la intersección de la línea de estudio para 4 y 9 años, esto nos ayudara a ubicarnos en una posible situación al cabo de esos años.

Tabla 27 Tasa de crecimiento promedio del parque automotor de la Provincia de Huancayo

TIPO DE VEHÍCULO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	TASA PROMEDIO ANUAL
Automóvil	431	256	168	131	88	131	243	404	751	602	779	1044	8.38%
Camión	252	92	31	25	35	24	49	80	200	223	220	179	-3.06%
Camioneta Panel	5	5	7	10	9	11	9	10	9	8	11	10	6.50%
Camioneta Pickup	68	45	30	67	66	94	172	235	362	295	432	559	21.11%
Camioneta Rural	406	196	109	18	44	47	48	118	302	332	401	625	4.00%
Ómnibus	30	17	1	9	4	3	4	4	10	11	13	15	-6.11%
Remolcador	47	33	10	13	6	5	0	2	7	7	1	6	-17.07%
Remolque	35	22	34	9	1	0	4	5	2	5	9	5	-16.21%
Semi Remolque	39	37	36	11	20	6	35	73	86	58	60	63	4.46%
Station Wagon	895	908	909	557	415	537	665	891	614	878	875	531	-4.63%
Vehículo Menor	56	40	47	79	116	286	308	738	1206	1441	1967	3259	44.69%
TOTAL	2264	1651	1382	929	804	1144	1537	2560	3549	3860	4768	6296	9.75%

Fuente: Tesis – Impacto Vial por la construcción del centro comercial Open Plaza en Huancayo

La tabla muestra el crecimiento en forma continua, por lo tanto, la tasa de crecimiento anual es de 9.75%, así como indica la Municipalidad Provincial de Huancayo en su Plan de Desarrollo Urbano, después de conocer este valor se aplica este porcentaje a los volúmenes de tráfico con:

$$Vt = V * (1 + r)^n$$

Donde:

Vt = Volumen del año futuro

V = Volumen del año base

r = Tasa de crecimiento anual

n = Periodo de tiempo

Tabla 28 Proyección de volúmenes para 2022 y 2027

Intersección	Acc.	Mov.	Volumen Actual	Tasa de Crecimiento	Volumen Futuro 2022	Volumen Futuro 2027
AV. MARISCAL CASTILLA - AV. LA ESPERANZA	NORTE	I	144	9.75%	229	365
		D	160	9.75%	255	406
	ESTE	I	99	9.75%	158	252
		F	1389	9.75%	2211	3520
		D	130	9.75%	206	328
	OESTE	I	125	9.75%	199	318
		F	1671	9.75%	2660	4235

Intersección	Acc.	Mov.	Volumen Actual	Tasa de Crecimiento	Volumen Futuro 2022	Volumen Futuro 2027
AV. MARISCAL CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU	NORTE	I	123	9.75%	196	312
		D	132	9.75%	211	335
	ESTE	I	94	9.75%	150	239
		F	1205	9.75%	1919	3056
		D	102	9.75%	162	257
	OESTE	I	116	9.75%	185	295
		F	1249	9.75%	1988	3166

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra el volumen proyectado para el 2022 y 2027, los cuales serán ingresados al programa synchro 8 con las condiciones actuales de las vías, para así determinar el nuevo nivel de servicio de cada una de ellas.

Los nuevos niveles de servicio obtenidos mediante el programa synchro 8 son desarrollados en el anexo 10, y los resultados se muestran en la siguiente tabla.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Aquí nos basaremos en el análisis de los resultados de los módulos desarrollados anteriormente. El siguiente análisis es en base a la intersección en la hora punta tarde, por lo que solo veremos en la hora más crítica.

4.1. ANÁLISIS DEL VOLUMEN

La información obtenida de los aforos vehiculares muestra la composición del tránsito vehicular en la línea de estudio, estos datos son uniformizados y ajustados en función del factor de hora punta. La información procesada y como resultado nos da la configuración de giros y volúmenes que nos facilita la interpretación de los datos.

Tabla 29 Porcentaje de vehículos

	% Veh. Ligeros	% Veh. Pesados
Norte	87%	13%
Oeste	84%	16%
Este	85%	15%

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra la intersección entre la Avenida Mariscal Castilla y Avenida La Esperanza, que tiene un flujo vehicular que provienen de la Avenida La Esperanza (Norte), dentro de los cuales el 87% pertenece a los vehículos ligeros y el 13% restante a los vehículos pesados. De la misma manera, el volumen de vehículos que se acercan de la Avenida Mariscal Castilla (Este), dentro de los cuales el 85%

pertenece a vehículos ligeros y el 15% restante a los vehículos pesados. La cantidad de vehículos provenientes de la Avenida Mariscal Castilla (Oeste) de los cuales 16% corresponde a vehículos pesados y 84% a vehículos ligeros.

4.2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Los resultados del análisis de capacidad de la intersección estudiada nos brindan una idea clara del comportamiento del flujo vehicular con respecto a las características operacionales de la misma.

Intersección Avenida Mariscal Castilla y Avenida La Esperanza

El acercamiento Norte tiene dos movimientos FI y FD, los cuales tienen la capacidad de 148 veh/h y 165 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 0.31 y 0.38, que nos que la demanda no supera la capacidad de los carriles. El acercamiento Este tiene dos movimientos FI y FD, los cuales tienen la capacidad de 817 veh/h y 848 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 0.88 y 0.96, que nos que la demanda que está a punto de llegar a la capacidad del carril FD. El acercamiento Oeste tiene dos movimientos FI y FD, los cuales tienen la capacidad de 988 veh/h y 860 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 1.07 y 0.99, que nos que la demanda supera en 7% la capacidad del carril FI y que casi llega a la capacidad máxima el carril F.

4.3. ANÁLISIS DE NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio es determinado a partir de las demoras que generan los vehículos, por ello los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación muestran el comportamiento que tiene la intersección. Para poder interpretar mejor estos datos se hace uso de la configuración de niveles de servicio.

Aquí se muestra la intersección de la Avenida Mariscal Castilla y la Avenida La Esperanza para el acercamiento Norte indica que es un nivel de servicio B, pues la demora que tiene es de 18.49 segundos, es decir que el flujo de este acercamiento es estable por que se empieza a notar la presencia de otros vehículos. Asimismo, el acercamiento Oeste tiene un nivel de servicio D, a causa de una demora de 50.37 segundos, es decir que el flujo es inestable. Para el acercamiento Este tiene un nivel de servicio C, ya que tiene una demora de 24.95 segundos. Esta intersección tiene una demora total de 36.70 segundos que apunta a un nivel de servicio D, lo cual indica una alta densidad de vehículos, hay cierta dificultad de maniobras y el nivel de comodidad y conveniencia es relativamente pobre.

4.4. ANÁLISIS DEL SYNCHRO 8

4.4.1. Mejora de línea de estudio

Después de conocer el nivel de servicio de la intersección en la línea de estudio, así como el ciclo óptimo, se aplica el programa Synchro 8 con el fin de mejorar los niveles de servicio, modificando las variables tiempo de verde (g) y el ciclo del semáforo (C).

4.4.2. Proyección de la línea de estudio

La proyección de los datos para periodos de 5 y 10 años, son necesarios para evaluar la situación a futuro de la intersección analizada en la línea de estudio. Para una mejor interpretación de los resultados del periodo de proyección de 5 años se hace uso de la configuración de niveles de servicio.

Aquí se muestra la intersección de la Avenida Mariscal Castilla y la Avenida La Esperanza esta tiene una demora total de 454 segundos que apunta a un nivel de servicio F, lo cual indica que la intersección viene trabajando en condiciones de tráfico máximo para la hora punta, cabe mencionar que una vez pasado la etapa de congestión las condiciones de la intersección mejoran, pero en cantidad mínima.

Cuando se proyectan los datos a un periodo de 10 años, los resultados son plasmados en la configuración de niveles de servicio, y estos son interpretados de la siguiente manera.

Aquí se muestra la intersección de la Avenida Mariscal Castilla y la Avenida La Esperanza; esta tiene una demora total de 1231 segundos que apunta a un nivel de servicio F, y también observamos que en las direcciones E-O y O-E las capacidades de la vía fueron sobrepasadas y será necesario tomar otras medidas para poder mejorar el nivel de servicio.

4.4.3. Mejora de línea de estudio con rutas alternas

Después de conocer el nivel de servicio de la intersección aplicando el programa Synchro 8 con el fin de mejorar los niveles de servicio, modificando las variables tiempo de verde (g) y el ciclo del semáforo (C). procederemos a poner las rutas alternas por la prolongación Cajatambo para así poder minimizar el efecto de las urbanizaciones.

Aquí se muestra la intersección de la Avenida Mariscal Castilla y la Avenida La Esperanza; la demora que tiene el acercamiento Norte es de 24 segundos lo que indica que es un nivel de servicio C es decir que el flujo de este acercamiento es estable. El acercamiento Oeste tiene una demora de 17 segundos que indica un nivel de servicio B que señala que es un flujo estable. Esta intersección tiene una demora total de 18 segundos lo que apunta a un nivel de servicio B, lo cual indica

que la intersección tiene un flujo estable, pero de alta densidad y que el nivel de comodidad y conveniencia de los conductores es un poco bajo debido a la presencia de otros vehículos. A comparación de la situación actual se muestra una mejora notable en el comportamiento de la intersección.

4.4.5. Mejora en la proyección de la línea de estudio

Así como se mejoraron los niveles de servicio de la intersección analizada, modificando las variables de tiempo de verde (g) y ciclo de semáforo (C), aplicado a los datos proyectados. pero en este caso, la intersección proyectada a 5 y 10 años superan su capacidad, llegando a un nivel de servicio pésimo por lo tanto es inútil modificar los tiempos para reducir y mejorar el nivel de servicio. En estos casos lo recomendable es desviar la demanda por rutas alternas, aplicar restricción de paraderos y hacer uso de la señalización vertical y horizontal.

También los vehículos que se dirigen tanto de E-O y O-E no deberían parar a recoger o bajar pasajeros, por lo que se debería colocar una señal de “paradero prohibido”, también se debería multar a los conductores que no respeten las señales horizontales, ya que estos por tratar de ganar invaden los carriles y luego crean desorden en la intersección.

CAPITULO V

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

5.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

La variación de flujo ocasionado por los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales necesitan una optimización para poder reducir el impacto vial.

Según el presente estudio se pudo determinar que el nivel actual de la intersección Avenida la Esperanza y Avenida Mariscal Castilla es D con un flujo vehicular de 3825, lo cual al añadir los vehículos que integraran estas nuevas urbanizaciones empeoraría la situación bajando a un nivel F con un flujo vehicular de 5070, ocasionando una variación de flujo de 32%. Por consiguiente, necesitaría una optimización, sea tanto en el ciclo del semáforo como en la mejora de las vías.

5.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) La nueva urbanización los Eucaliptos generará impacto vial importante de nivel II actualmente.

Los Eucaliptos tiene una proyección de 950 viviendas y tomando un porcentaje de este número de viviendas, que tengan vehículos particulares el cual nos da 845 vehículos. Nos damos cuenta que el proyecto generará un impacto vial de nivel I.

- b) La nueva urbanización los Sauces generara impacto vial importante de nivel II actualmente.

Los Sauces tiene una proyección de 450 viviendas y tomando un porcentaje de este número de viviendas, que cuentan con vehículos particulares el cual nos da 400 vehículos. Nos damos cuenta que el proyecto generará un impacto vial nivel I.

- c) Es necesario la incorporación de un nuevo corredor vial de la urbanización los Eucaliptos por el circuito turístico Huaytapallana que abarque las dos urbanizaciones y de salida en la Avenida Mariategui.

Esta hipótesis es verdad debido a que el Nivel de Servicio de las zonas donde se descargara todo el tráfico generado por estas urbanizaciones recae sobre la avenida esperanza y avenida Mariscal Castilla depende mucho de la cantidad de vehículos que circulan por la vía la cual en estos momentos se encuentra en un nivel D, al aumentar los nuevos vehículos de las urbanizaciones empeoraríamos el nivel de servicio y su impacto sería muy notorio, con lo cual la salida de un corredor vial que abarque las dos urbanizaciones y seria por el circuito Huaytapallana llegando hasta la Avenida Mariategui minoraría el impacto de estas, además de acortar el tiempo de traslado de estas personas a una zona céntrica.

CAPITULO VI

6.1. CONCLUSIONES

- Mediante la investigación se pudo conocer el volumen que tiene dicha intersección Avenida la Esperanza y Avenida Mariscal Castilla y consecuentemente se determinó los niveles de servicio de cada acceso, así como para toda la intersección, las cuales indican una situación relativamente pésima, también vemos que la variación de flujo es de 32% a lo que actualmente se puede constatar.
- La intersección Avenida la Esperanza y Avenida Mariscal Castilla actualmente tiene un nivel de servicio “D” pues posee una demora de 36.70 segundos. Al mejorar la intersección con una optimización de ciclo de semáforo se reduce la demora a 6.07 segundos obteniendo así un nivel de servicio “A”. Lo que indica que la intersección pasaría de un flujo inestable a estable, pero aun con alta densidad de vehículos.
- Al proyectar los volúmenes de 4 y 9 años, la intersección en estudio llega a tener un problema de nivel de servicio, llegando a una situación deplorable (nivel de servicio “F”). Al buscar aumentar el nivel de servicio, aplicamos la misma estrategia de optimización del ciclo de semáforo lo cual observamos que no se logra nada. Por lo tanto, la solución para una futura congestión es la educación vial, implementación de señales verticales y horizontales las cuales actualmente no se encuentran en la intersección Avenida la Esperanza y Avenida Mariscal Castilla.

6.2. RECOMENDACIONES

- se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huancayo y a la Municipalidad Distrital de El Tambo aplicar la optimización realizada, ya que por ser una vía principal y muy transitada por sus zonas comerciales además de ser una de las arterias principales de la ciudad.
- Se recomienda reducir los niveles de congestionamiento de la intersección ya que podría generar accidentes de tránsito. Asimismo, el desorden generado por el comportamiento inestable de la intersección colapsaría en unos cuantos años.
- Se recomienda hacer un mantenimiento de las señales verticales y horizontales de la línea de estudio. Y en este caso se encuentran muy deterioradas, entre otros.
- Se recomienda de aquí en un tiempo habilitar las rutas alternas para así tener una buena optimización y flujo vehicular, ya que las rutas alternas solucionan el problema más importante que son el aumento de vehículos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] **INGENIERO CIVIL FRANCISCO GUILLERMO VELA MORALES** Estudios De Impacto Vial, Tesis De Grado Previa A La Obtención Del Título De Maestro en Ciencias de Ingeniería Vial, Guatemala, Marzo del 2008.
- [2] **LORENZO BALDERAS MADERA**, El Impacto Vial De Centros Comerciales En La Ciudad De Villahermosa, Tabasco, Tesis como requisito parcial para obtener Grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Transito, Tabasco – México noviembre, 1998.
- [3] **ESTUDIO DE IMPACTO VIAL PARA ESCUELAS EN ZONAS URBANAS DE LIMA METROPOLITANA** Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, que presentan los alumnos: Arias Moreno, Prissil Estefania y Valdiviezo Peralta, Victor Manuel, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima agosto 2014.
- [4] **ANÁLISIS VIAL DE DOS INTERSECCIONES SIN SEMÁFORO EN ZONA ALEDAÑA A NUEVO TERRAPUERTO DE PIURA** Presentado Por: Luis Fernando Díaz Vargas Piura, 29 de abril De 2009 Facultad De Ingeniería
- [5] **NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM 2010 NCHRP REPORT 572: Roundabouts in the United States. Second Edition** Washington D.C.: Transportation Research Board.
- [6] **VERA LINO, FAVIO 2012** Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima. (Tesis de título). Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima.
- [7] **HCM.2000.** Highway Capacity Manual 2000, Washington D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.
- [8] **Trafficware.2008. Synchro Studio 8 User Guide**, Texas: Trafficware Ltd.
- [9] **Morales L., Gonzales S.** 2013. Control del Tráfico Vehicular por medio de Semáforos Inteligentes.
- [10] **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES 2013** Manual de diseño geométrico de carreteras. Segunda edición. Lima: MTC – DGC

- [11] **Ing. Ramírez Vélez Gonzalo.** Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú 2004.
- [12] **MTC. Reglamento Nacional de Transito** – Código de Transito. Perú- 2014.
- [13] **Pedro Canales García,** Redes de Transporte Urbano: Un Algoritmo para Estimar una Matriz de Demanda de Viajes. TECNIA 12(2) 2004.
- [14] **Pedro Canales García,** Asignación de Flujos de Tránsito a redes de Transporte Urbano. TECNIA Vol. 13 No 2 diciembre 2003
- [15] **Dr. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, Dra. María del Pilar Baptista Lucio.** Metodología de la Investigación, quinta edición 2010
- [16] **Manheim, M.** Fundamentals of Transportation Systems Analysis, 1ra Ed. Massachusetts MIT Press. 1979.
- [17] **Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D.,** Transportation Engineering and Planning – 3ra Ed. PHI Learning, New delhi, 2000.
- [18] **Cal y Mayor, R.,** Cárdenas Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones. 7ma. Ed. México. Alfaomega 1994.
- [19] **Garber, N., Hoel, L.** Ingeniería de Transito y Carreteras México. Internacional Thomson Editores. 2005.
- [20] **Montoya G.** Apuntes de Ingeniería de Transito. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, 2005.
- [21] **Dr. Ing. José Matías León. Lima – Perú 1997.** Diseño de Proyectos Viales y Semaforizaciones Sección de Post Grado. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.
- [22] **Pedro Canales García,** Redes de Transporte Urbano: Un Algoritmo para Estimar una Matriz de Demanda de Viajes. TECNIA 12(2) 2004.

ANEXOS

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA
“ANÁLISIS DE LA VARIACION DE FLUJO E IMPACTO VIAL GENERADO POR LOS PROYECTOS URBANISTICOS LOS SAUCES Y EUCALIPTOS EN EL TAMBO 2018”

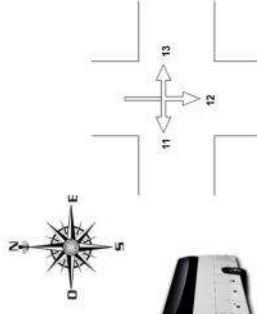
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN	DISEÑO METODOLOGICO
GENERAL			VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES			POBLACIÓN
¿Cuál es la variación de flujo y el impacto vial producido por proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los Portales en el Distrito de El Tambo 2018?	Analizar la variación de flujo y determinar el impacto vial producido por proyectos urbanísticos los eucaliptos y sauces de los portales en el Distrito de El Tambo 2018	La variación de flujo ocasionado por los proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales necesitan una optimización para poder reducir el impacto.	Variable Independiente <ul style="list-style-type: none"> Proyectos urbanísticos. Variables Dependientes <ul style="list-style-type: none"> Variación de Flujo. Impacto Vial. 	Indicadores VI <ul style="list-style-type: none"> Cantidad de vehículos Indicadores VD <ul style="list-style-type: none"> Porcentaje Nivel de EIV 	<ul style="list-style-type: none"> Veh/Vía Km/hr Seg % 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de tráfico de la zona. Manual de capacidad de carreteras HCM. Programa para simulación de tráfico synchro. 	MUESTRA Línea de estudio que consiste en las calles, intersecciones de proyectos urbanísticos Los Sauces y Eucaliptos es un muestreo incidental.
ESPECIFICO							TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN
a) ¿Cuál es la variación de flujo que producen los proyectos urbanísticos los Sauces y Eucaliptos de los Portales en el Distrito de El Tambo 2018?	a) Determinar la variación de flujo producido por los nuevos proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018.	a) La nueva urbanización los Eucaliptos generara impacto vial importante de nivel II actualmente.					El tipo de investigación a realizar es del tipo descriptivo, ya que, se busca investigar, medir y evaluar para describir la situación actual del transporte en determinadas intersecciones. Y, dado que los datos requeridos son obtenidos por medición, los datos a recolectar son del tipo cuantitativo para tener resultados con mayor exactitud
b) ¿Cuál es el impacto vial producido por la nueva urbanización los Eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018?	b) Determinar el impacto vial producido por la nueva urbanización Eucaliptos por proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales Huancayo 2018.	b) La nueva urbanización los Sauces generara impacto vial importante de nivel II actualmente.					DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
c) ¿Cuál es el impacto vial producido por la nueva urbanización los Sauces de los Portales en el Distrito de El Tambo 2018?	c) Determinar el impacto vial producido por la nueva urbanización Saucos por proyectos urbanísticos los sauces y eucaliptos de los portales en el Distrito de El Tambo 2018.	c) Es necesario la incorporación de un nuevo corredor vial de la urbanización los Eucaliptos por el circuito turístico Huaytapallana que abarque las dos urbanizaciones y de salida en la Avenida Mariategui.					El Diseño de investigación descriptiva es un método válido para la investigación de temas o sujetos específicos y como un antecedente a los estudios más cuantitativos.
d) ¿Cuál es el impacto vial producido por la nueva urbanización los Sauces de los Portales en el Distrito de El Tambo 2018?							TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN
							DIRECTA – OBSERVACION:
							INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN
							Estudio de tráfico de dicha intersección.
							Fichas de observación.
							TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS RECOLECTADOS
							Selección y Representación por variables.
							Matriz tripartida de datos.
							Utilización del Procesador Sistematizado Computarizado con el Synchro.
							Pruebas Estadísticas

ANEXO 1

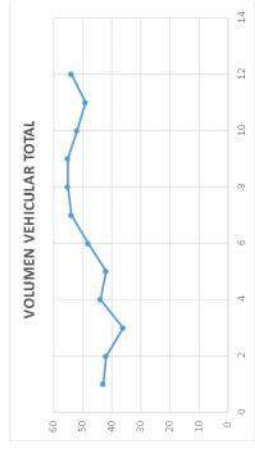
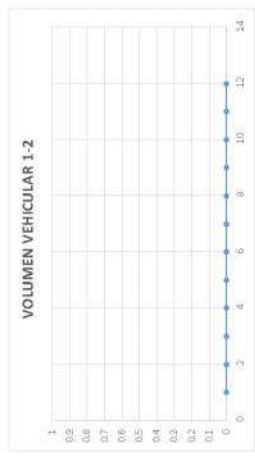
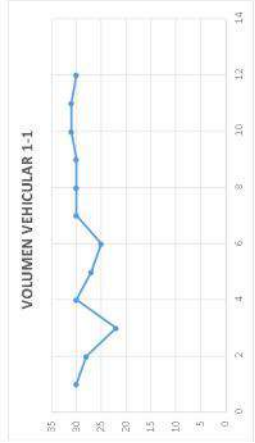
AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: Lunes
 Carril: 2 CARRILES
 Alcedor: GHQ

Sentido: Norte - Sur
 Día: Lunes
 H. Inicial: 06:00 am
 H. Final: 09:00 am



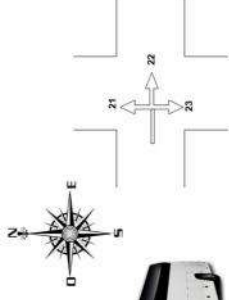
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL		
06:00 - 06:15	21	0	7	4	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0	13	43	
06:15 - 06:30	17	0	10	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	1	14	42	
06:30 - 06:45	16	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	14	36	
06:45 - 07:00	19	0	8	3	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	2	0	0	1	14	44	
07:00 - 07:15	17	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	2	0	0	0	15	42	
07:15 - 07:30	15	0	15	3	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3	0	0	1	23	48	
07:30 - 07:45	15	0	16	7	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	3	0	0	0	24	54	
07:45 - 08:00	13	0	17	7	0	3	1	0	0	0	0	0	5	0	1	2	0	3	0	0	1	25	55	
08:00 - 08:15	15	0	18	5	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0	2	3	0	2	0	0	0	25	55	
08:15 - 08:30	16	0	16	6	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	1	4	0	1	0	0	1	21	52	
08:30 - 08:45	17	0	15	7	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	18	48	
08:45 - 09:00	15	0	19	9	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	1	24	54	
TOTAL	196	0	161	80	0	17	7	0	0	0	0	0	37	0	13	31	0	28	0	0	6	24	54	



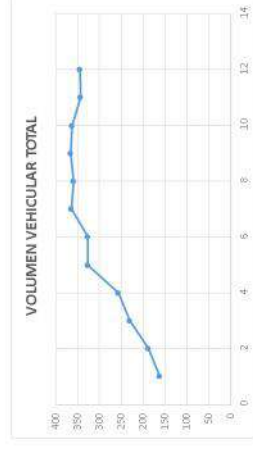
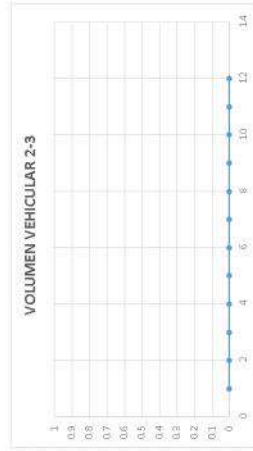
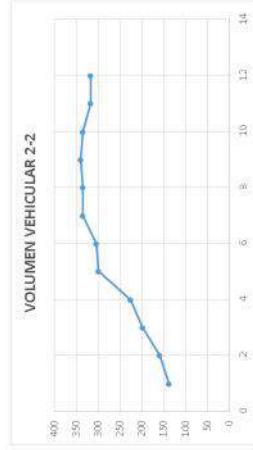
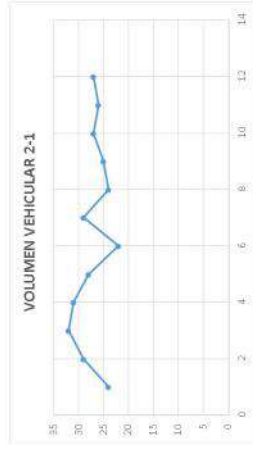
AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: Lunes
 Carril: 2 CARRILES
 Afesorador: GHQ

Sentido: Oeste - Este
 Día: Lunes
 H. Inicial: 06:00 am
 H. Final: 09:00 am



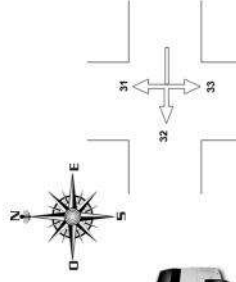
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL
06:00 - 06:15	18	80	0	2	19	0	1	18	0	2	0	0	2	3	0	1	8	0	0	8	0	0	0	0	162
06:15 - 06:30	22	91	0	1	16	0	1	31	0	2	0	0	2	4	0	3	8	0	0	8	0	0	0	0	189
06:30 - 06:45	17	103	0	4	27	0	1	33	0	7	0	0	4	10	0	5	9	0	1	9	0	1	9	0	230
06:45 - 07:00	16	112	0	8	34	0	0	42	0	8	0	0	3	10	0	3	12	0	1	8	0	1	8	0	257
07:00 - 07:15	18	170	0	6	39	0	0	46	0	12	0	0	4	11	0	0	14	0	0	7	0	0	0	0	327
07:15 - 07:30	11	171	0	6	39	0	1	49	0	13	0	0	2	10	0	1	15	0	1	8	0	0	0	0	327
07:30 - 07:45	13	184	0	8	44	0	0	48	0	15	0	0	5	14	0	2	18	0	1	12	0	1	12	0	364
07:45 - 08:00	12	178	0	6	48	0	1	52	0	15	0	0	4	13	0	1	17	0	0	13	0	0	24	0	360
08:00 - 08:15	10	188	0	5	47	0	2	50	0	16	0	0	6	14	0	0	16	0	2	9	0	2	9	0	365
08:15 - 08:30	13	181	0	8	46	0	0	51	0	15	0	0	4	15	0	2	16	0	0	12	0	0	27	0	363
08:30 - 08:45	12	182	0	7	38	0	1	48	0	13	0	0	4	10	0	1	15	0	1	11	0	1	11	0	343
08:45 - 09:00	13	182	0	9	37	0	0	49	0	13	0	0	4	11	0	1	14	0	0	11	0	0	0	0	344
TOTAL	175	1822	0	70	434	0	8	517	0	131	0	0	44	125	0	20	162	0	7	116	0	0	0	0	344



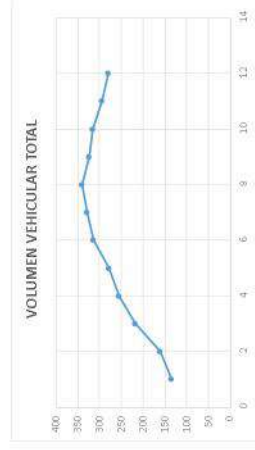
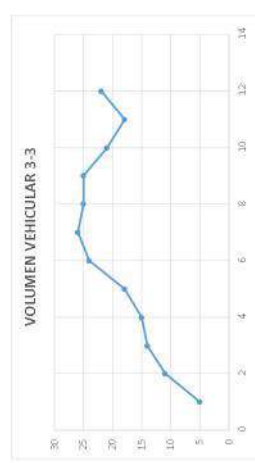
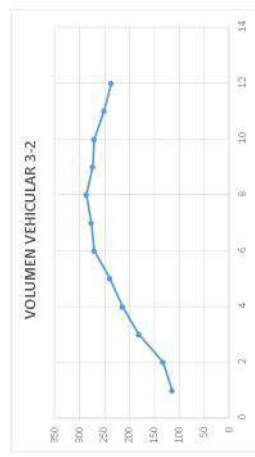
AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
Fecha: Lunes
Carril: 2 CARRILES
Aforador: GHQ

Sentido: Este - Oeste
Día: Lunes
H. Inicial: 06:00 am
H. Final: 09:00 am



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	
06:00 - 06:15	10	60	2	2	15	3	1	20	0	3	0	2	3	0	1	10	0	0	3	0	3	0	16	114	5	135
06:15 - 06:30	8	75	6	1	16	3	2	22	0	3	0	4	2	4	3	9	0	0	4	0	4	0	16	133	11	160
06:30 - 06:45	12	96	9	4	17	0	1	38	1	0	7	0	4	10	4	2	9	0	0	0	4	0	23	181	14	218
06:45 - 07:00	9	112	11	11	24	2	0	41	0	0	10	0	3	12	1	3	10	1	0	5	0	26	214	15	255	
07:00 - 07:15	10	128	12	6	28	2	0	42	0	15	0	4	11	4	0	11	0	0	5	0	5	0	20	240	18	278
07:15 - 07:30	11	148	15	6	28	6	0	51	0	15	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	5	0	19	271	24	314
07:30 - 07:45	11	144	15	8	31	8	0	51	0	16	0	5	12	3	1	15	0	0	8	0	8	0	25	277	26	328
07:45 - 08:00	12	149	12	9	35	7	1	53	0	15	0	4	13	5	2	14	1	0	8	0	8	0	28	287	25	340
08:00 - 08:15	12	148	16	8	28	6	1	53	0	14	0	3	12	3	1	12	0	0	7	0	7	0	25	274	25	324
08:15 - 08:30	11	149	11	8	24	5	0	51	1	13	0	4	15	4	0	11	0	0	8	0	8	0	23	271	21	315
08:30 - 08:45	13	142	10	7	23	4	1	48	0	13	0	4	10	3	1	8	1	0	7	0	7	0	26	251	18	295
08:45 - 09:00	10	126	12	6	25	5	0	48	0	13	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	6	0	21	237	22	280
TOTAL	129	1477	131	76	294	51	7	518	2	137	0	40	125	36	16	129	4	0	70	0	0	0	21	237	22	280

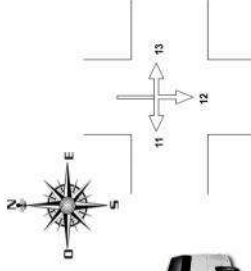


AFORO VEHICULAR

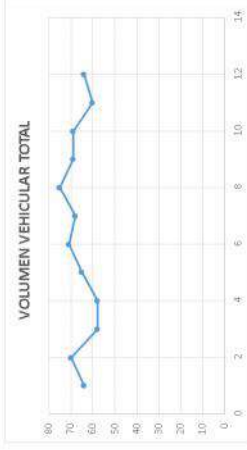
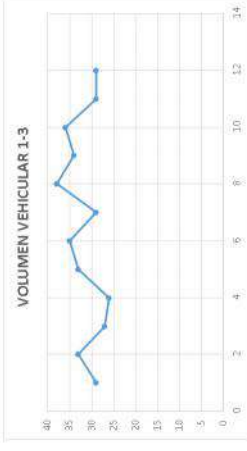
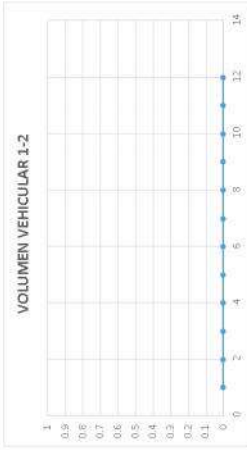
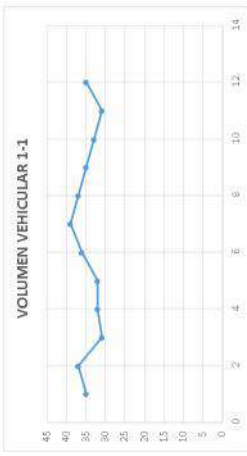
Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Afrosador:

Sentido: Norte - Sur
 Día: Lunes
 H. Inicial: 11:00 am
 H. Final: 02:00 pm

Horario: 11:00 - 11:15
 11:15 - 11:30
 11:30 - 11:45
 11:45 - 12:00
 12:00 - 12:15
 12:15 - 12:30
 12:30 - 12:45
 12:45 - 01:00
 01:00 - 01:15
 01:15 - 01:30
 01:30 - 01:45
 01:45 - 02:00
 TOTAL



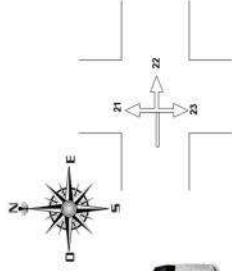
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMIBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	
11:00 - 11:15	18	0	17	8	0	6	1	0	1	0	0	0	5	0	5	2	0	0	1	0	0	1	0	0	29	64
11:15 - 11:30	17	0	20	9	0	6	1	0	0	1	0	0	6	0	5	3	0	1	0	0	0	0	0	1	33	70
11:30 - 11:45	16	0	18	8	0	5	1	0	0	0	0	0	5	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	27	58
11:45 - 12:00	17	0	15	7	0	5	1	0	1	0	0	0	3	0	3	3	0	1	1	0	1	0	0	1	32	58
12:00 - 12:15	17	0	22	8	0	6	0	0	1	0	1	0	4	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	33	65
12:15 - 12:30	20	0	23	9	0	5	0	0	0	0	0	1	3	0	4	3	0	1	1	0	1	0	0	1	36	71
12:30 - 12:45	21	0	21	9	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0	39	68
12:45 - 01:00	18	0	24	8	0	6	1	0	1	1	0	0	5	0	5	2	0	1	2	0	1	2	0	1	37	75
01:00 - 01:15	20	0	22	7	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0	5	1	0	1	1	0	0	1	0	0	35	68
01:15 - 01:30	17	0	24	9	0	4	0	0	1	0	0	1	4	0	4	2	0	1	1	0	1	0	0	1	33	69
01:30 - 01:45	18	0	20	6	0	5	1	0	0	0	0	0	3	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	31	60
01:45 - 02:00	20	0	19	9	0	5	1	0	0	0	0	2	0	0	5	2	0	0	1	0	0	1	0	0	35	64
TOTAL	219	0	245	97	0	64	7	0	5	3	0	3	51	0	48	25	0	8	11	0	0	0	0	5		



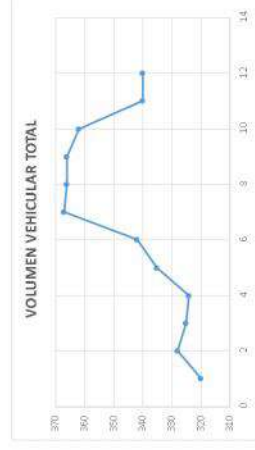
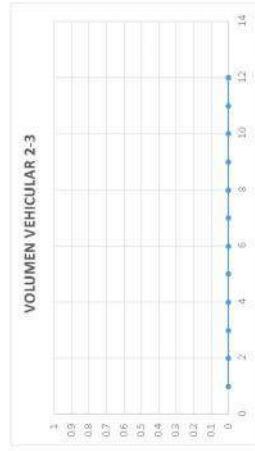
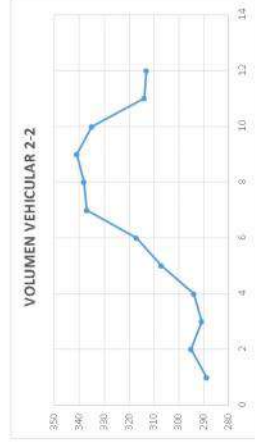
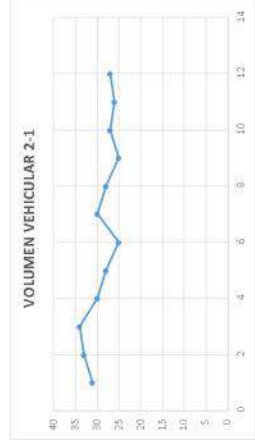
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Afesorador:

Sentido: Oeste - Este
 Día: Lunes
 H. Inicial: 11:00 am
 H. Final: 02:00 pm



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL
11:00 - 11:15	18	160	0	8	39	0	0	48	0	13	0	4	10	0	1	11	0	8	0	8	0	31	289	0	320
11:15 - 11:30	19	168	0	7	36	0	0	48	0	13	0	4	12	0	3	10	0	8	0	8	0	33	285	0	328
11:30 - 11:45	17	160	0	7	37	0	1	48	0	13	0	4	11	0	5	11	0	11	0	11	0	34	291	0	325
11:45 - 12:00	16	165	0	8	34	0	0	49	0	13	0	3	10	0	3	12	0	11	0	11	0	30	294	0	324
12:00 - 12:15	18	171	0	6	39	0	0	49	0	12	0	4	11	0	14	0	0	11	0	11	0	28	307	0	335
12:15 - 12:30	15	171	0	6	49	0	1	49	0	13	0	2	10	0	1	15	0	10	0	10	0	25	317	0	342
12:30 - 12:45	15	194	0	8	44	0	0	50	0	15	0	5	14	0	2	18	0	12	0	12	0	30	337	0	367
12:45 - 01:00	14	180	0	8	48	0	1	52	0	15	0	4	13	0	1	17	0	13	0	13	0	28	338	0	366
01:00 - 01:15	13	188	0	5	47	0	1	50	0	16	0	6	14	0	0	16	0	10	0	10	0	25	341	0	366
01:15 - 01:30	13	180	0	8	46	0	0	51	0	15	0	4	15	0	2	16	0	12	0	12	0	27	335	0	362
01:30 - 01:45	12	179	0	7	38	0	1	48	0	13	0	4	10	0	1	15	0	11	0	11	0	26	314	0	340
01:45 - 02:00	13	178	0	9	37	0	0	49	0	13	0	4	11	0	1	14	0	11	0	11	0	27	313	0	340
TOTAL	183	2084	0	87	484	0	5	591	0	164	0	48	141	0	20	169	0	1	128	0	1	313	0	340	

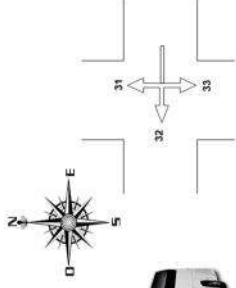


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

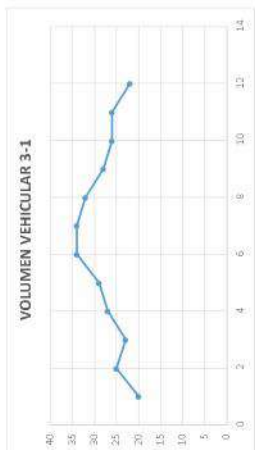
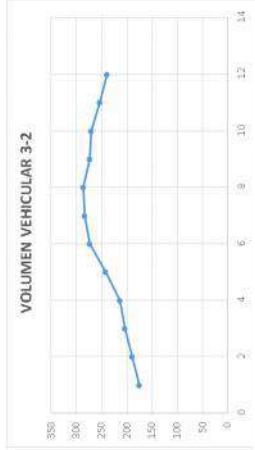
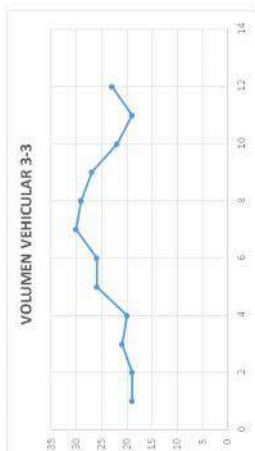
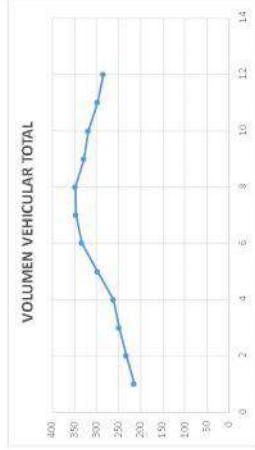
Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Exte - Oeste
 Lunes
 11:00 am
 02:00 pm



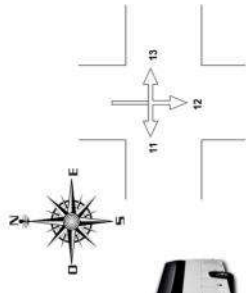
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	
11:00 - 11:15	10	100	10	3	21	5	1	20	0	12	0	3	2	10	1	0	3	0	3	0	3	0	20	176	19	215
11:15 - 11:30	12	109	10	4	22	5	2	22	0	12	0	3	3	10	1	0	4	0	4	0	4	0	25	189	19	233
11:30 - 11:45	12	108	12	4	22	5	1	38	0	12	0	3	2	10	1	0	4	0	4	0	4	0	23	204	21	248
11:45 - 12:00	10	112	11	10	24	5	1	41	0	10	0	3	3	10	1	0	5	0	5	0	5	0	27	214	20	261
12:00 - 12:15	13	130	13	8	28	7	1	42	0	15	0	4	3	11	2	0	5	0	5	0	5	0	29	242	26	297
12:15 - 12:30	13	148	15	12	30	6	1	51	0	15	0	5	3	12	1	0	5	0	5	0	5	0	34	273	26	333
12:30 - 12:45	15	150	17	10	31	8	1	51	0	16	0	5	3	15	1	0	8	0	8	0	8	0	34	283	30	347
12:45 - 01:00	13	149	15	12	35	8	1	53	0	15	0	4	2	14	1	0	8	0	8	0	8	0	32	287	29	348
01:00 - 01:15	13	148	16	8	28	6	1	53	0	14	0	4	1	12	1	0	7	0	7	0	7	0	28	274	27	329
01:15 - 01:30	11	149	11	8	24	5	1	51	0	13	0	4	2	11	2	0	8	0	8	0	8	0	26	271	22	319
01:30 - 01:45	13	142	10	7	23	4	1	48	0	13	0	4	1	10	2	0	7	0	7	0	7	0	26	253	19	298
01:45 - 02:00	10	126	12	6	25	5	1	48	0	13	0	4	1	10	1	0	6	0	6	0	6	0	22	239	23	284
TOTAL	145	1571	152	92	313	89	13	518	0	160	0	45	26	135	15	0	70	0	70	0	70	0	22	239	23	284



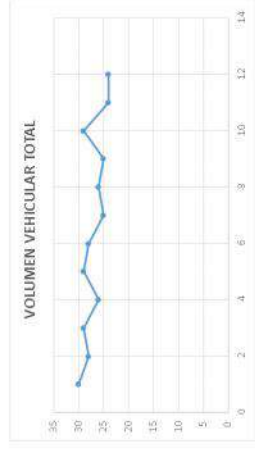
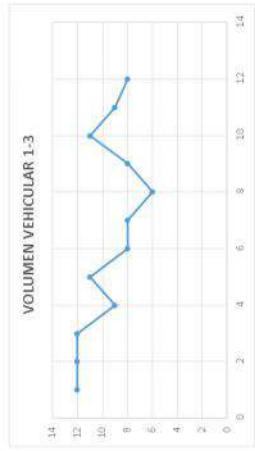
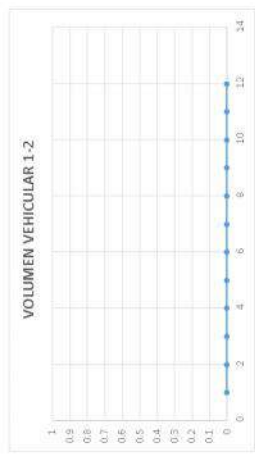
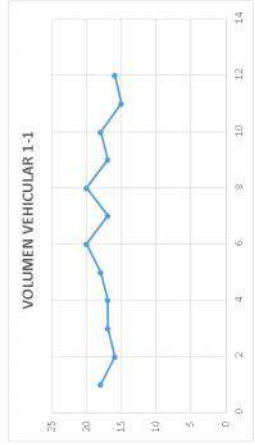
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Afrodor:

Sentido: Norte - Sur
 Día: Lunes
 H. Inicial: 05:00 pm
 H. Final: 08:00 pm



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL		
05:00 - 05:15	0	7	4	0	2	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	
05:15 - 05:30	0	7	2	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	28	
05:30 - 05:45	0	5	2	0	4	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	29	
05:45 - 06:00	0	7	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26	
06:00 - 06:15	0	6	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	29	
06:15 - 06:30	0	6	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	28	
06:30 - 06:45	0	5	3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	25	
06:45 - 07:00	0	6	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	26	
07:00 - 07:15	0	6	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25	
07:15 - 07:30	0	7	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	29	
07:30 - 07:45	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	24	
07:45 - 08:00	0	6	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	24	
TOTAL	147	0	76	0	20	10	0	4	6	0	3	0	9	0	4	11	0	5	4	0	2	0	24	

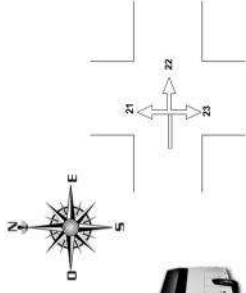


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

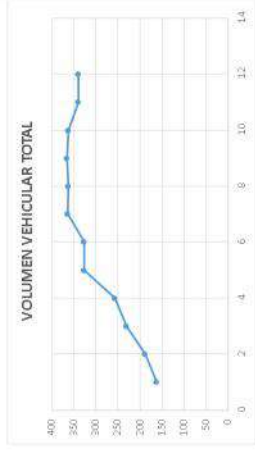
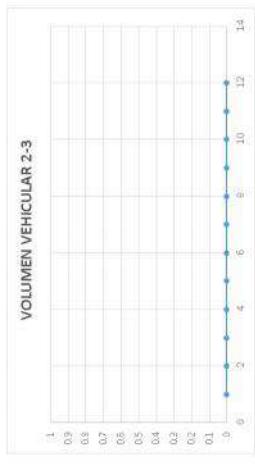
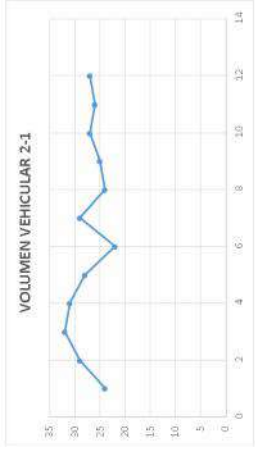
Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Oeste - Este
 Lunes
 05:00 pm
 08:00 pm



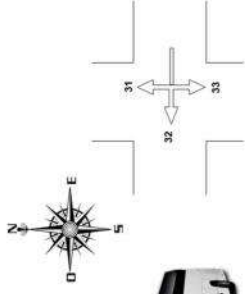
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL		
05:00 - 05:15	18	80	0	2	19	0	1	18	0	2	0	0	2	3	0	1	8	0	0	8	0	162		
05:15 - 05:30	22	91	0	1	16	0	1	31	0	2	0	0	4	0	3	8	0	0	8	0	189			
05:30 - 05:45	17	103	0	4	27	0	1	33	0	7	0	0	10	0	5	9	0	1	9	0	230			
05:45 - 06:00	16	112	0	8	34	0	0	42	0	8	0	0	3	10	3	12	0	1	8	0	257			
06:00 - 06:15	18	170	0	6	39	0	0	46	0	12	0	0	4	11	0	14	0	0	7	0	327			
06:15 - 06:30	11	171	0	6	39	0	1	49	0	13	0	0	2	10	1	15	0	1	8	0	327			
06:30 - 06:45	13	184	0	8	44	0	0	48	0	15	0	0	5	14	2	18	0	1	12	0	364			
06:45 - 07:00	12	180	0	6	48	0	1	52	0	15	0	0	4	13	1	17	0	0	13	0	362			
07:00 - 07:15	10	188	0	5	47	0	2	50	0	16	0	0	6	14	0	16	0	2	9	0	365			
07:15 - 07:30	13	180	0	8	46	0	0	51	0	15	0	0	4	15	2	16	0	0	12	0	362			
07:30 - 07:45	12	179	0	7	38	0	1	48	0	13	0	0	4	10	1	15	0	1	11	0	340			
07:45 - 08:00	13	178	0	9	37	0	0	49	0	13	0	0	4	11	1	14	0	0	11	0	340			
TOTAL	175	1816	0	70	434	0	8	517	0	131	0	0	44	125	20	162	0	7	116	0	340			



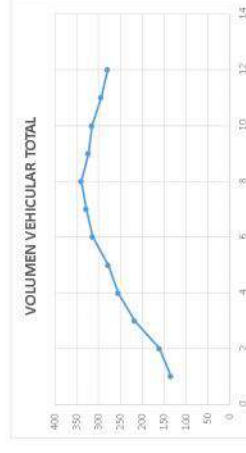
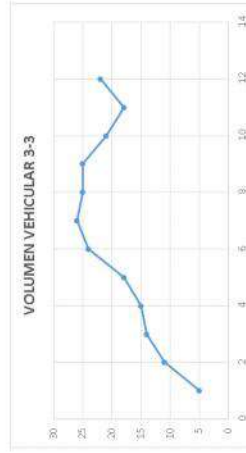
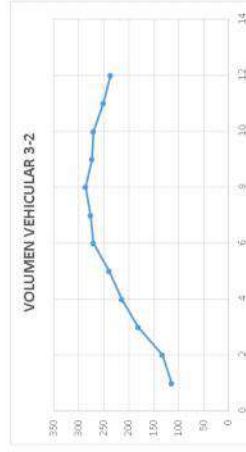
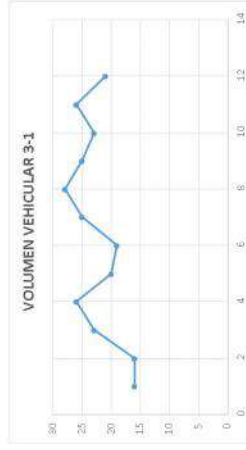
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: Lunes
 Carril: 2 CARRILES
 Afesorador: GHQ

Sentido: Este - Oeste
 Día: Lunes
 H. Inicial: 05:00 pm
 H. Final: 08:00 pm



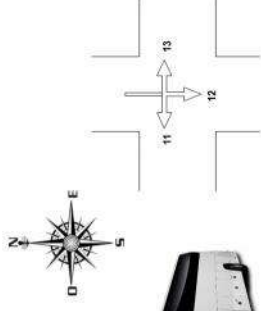
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	
05:00 - 05:15	10	60	2	2	15	3	1	20	0	3	0	0	2	3	0	1	10	0	0	3	0	0	16	114	5	135
05:15 - 05:30	8	75	6	1	16	3	2	22	0	3	0	2	4	2	3	9	0	0	4	0	4	0	16	133	11	160
05:30 - 05:45	12	96	9	4	17	0	1	38	1	7	0	4	10	4	2	9	0	0	4	0	4	0	23	181	14	218
05:45 - 06:00	9	112	11	11	24	0	0	41	0	10	0	3	12	1	3	10	1	0	5	0	5	0	26	214	15	255
06:00 - 06:15	10	128	12	6	28	2	0	42	0	15	0	4	11	4	0	11	0	0	5	0	5	0	20	240	18	278
06:15 - 06:30	11	148	15	6	28	6	0	51	0	15	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	5	0	19	271	24	314
06:30 - 06:45	11	144	15	8	31	8	0	51	0	16	0	5	12	3	1	15	0	0	8	0	8	0	25	277	26	328
06:45 - 07:00	12	149	12	9	35	7	1	53	0	15	0	4	13	5	2	14	1	0	8	0	8	0	28	287	25	340
07:00 - 07:15	12	148	16	8	28	6	1	53	0	14	0	3	12	3	1	12	0	0	7	0	7	0	25	274	25	324
07:15 - 07:30	11	149	11	8	24	5	0	51	1	13	0	4	15	4	0	11	0	0	8	0	8	0	23	271	21	315
07:30 - 07:45	13	142	10	7	23	4	1	48	0	13	0	4	10	3	1	8	1	0	7	0	7	0	26	251	18	295
07:45 - 08:00	10	128	12	6	25	5	0	48	0	13	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	6	0	21	237	22	280
TOTAL	129	1477	131	76	294	51	7	518	2	137	0	40	125	36	16	129	4	4	70	0	70	0	237	22	280	



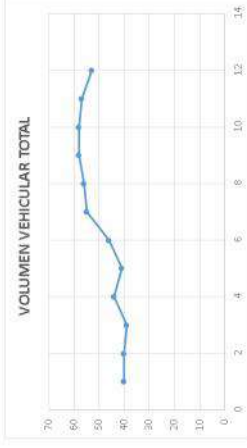
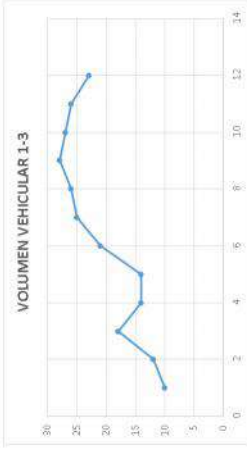
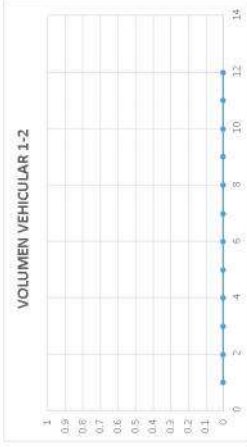
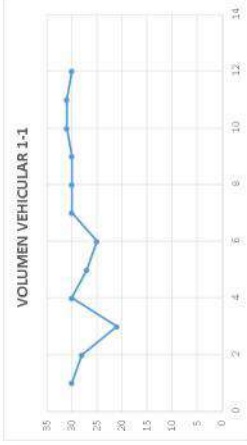
AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: Lunes
 Carril: 2 CARRILES
 Afrosador: GHQ

Sentido: Norte - Sur
 Día: Lunes
 H. Inicial: 06:00 am
 H. Final: 09:00 am



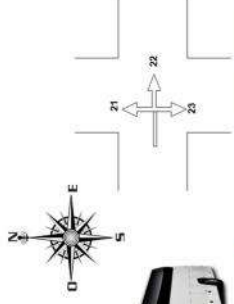
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES						
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL			
06:00 - 06:15	21	0	7	4	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	30	0	10	40
06:15 - 06:30	17	0	10	4	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	28	0	12	40
06:30 - 06:45	16	0	12	4	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	18	39
06:45 - 07:00	19	0	8	3	0	1	1	0	1	0	0	0	3	3	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	30	0	14	44
07:00 - 07:15	17	0	10	1	0	0	0	0	0	0	1	4	0	4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	27	0	14	41
07:15 - 07:30	15	0	13	3	0	1	0	0	0	0	0	3	0	3	0	3	0	1	0	0	1	1	0	1	25	0	21	46
07:30 - 07:45	15	0	16	7	0	2	0	0	0	0	0	5	0	2	0	2	0	1	0	0	1	1	0	1	30	0	25	55
07:45 - 08:00	13	0	17	7	0	3	1	0	2	1	0	5	0	1	2	0	1	1	0	0	2	1	0	2	30	0	26	56
08:00 - 08:15	15	0	18	5	0	3	0	0	2	0	1	6	0	2	3	0	1	1	0	0	1	0	1	0	30	0	28	58
08:15 - 08:30	16	0	20	6	0	2	0	0	2	0	0	4	0	1	4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	31	0	27	58
08:30 - 08:45	17	0	20	7	0	1	1	0	2	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	31	0	26	57
08:45 - 09:00	15	0	19	9	0	2	1	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	30	0	23	53
TOTAL	196	0	170	60	0	17	7	0	21	2	0	2	37	0	18	0	7	0	9	0	10	0	0	0	30	0	23	53



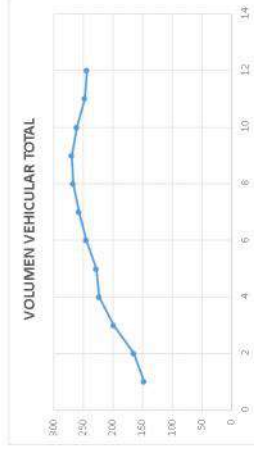
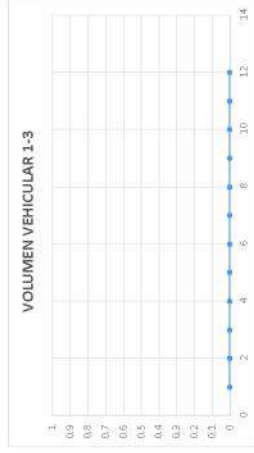
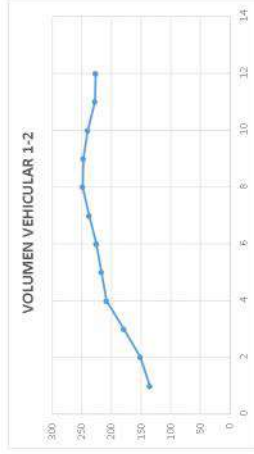
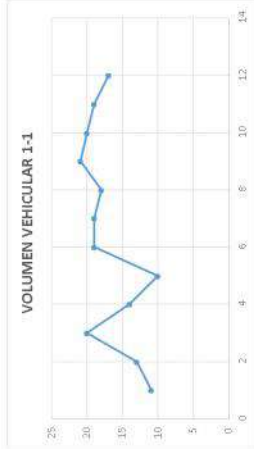
AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
Fecha: Lunes
Carril: 2 CARRILES
Ahorador: GHQ

Sentido: Oeste - Este
Día: Lunes
H. Inicial: 06:00 am
H. Final: 08:00 am



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES					
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL		
06:00 - 06:15	5	80	0	2	17	0	1	18	0	2	0	0	2	3	0	1	8	0	0	8	0	0	0	11	136	0	147
06:15 - 06:30	6	91	0	1	16	0	1	23	0	2	0	0	4	4	0	3	8	0	0	8	0	0	13	152	0	165	
06:30 - 06:45	7	103	0	4	27	0	1	25	0	2	0	2	4	4	0	5	9	0	1	9	0	0	20	179	0	199	
06:45 - 07:00	6	112	0	2	32	0	0	34	0	8	0	0	5	5	0	3	10	0	1	8	0	0	14	209	0	223	
07:00 - 07:15	6	110	0	2	35	0	0	38	0	8	0	0	5	5	0	0	13	0	0	9	0	0	10	218	0	228	
07:15 - 07:30	11	111	0	3	39	0	1	39	0	8	0	0	6	6	0	1	13	0	1	10	0	0	19	226	0	245	
07:30 - 07:45	13	114	0	2	41	0	0	38	0	10	0	0	8	8	0	2	15	0	1	12	0	0	19	238	0	257	
07:45 - 08:00	12	118	0	2	44	0	1	42	0	10	0	0	8	8	0	1	16	0	0	11	0	0	18	249	0	267	
08:00 - 08:15	10	118	0	5	47	0	2	40	0	11	0	0	7	7	0	0	15	0	2	10	0	0	21	248	0	269	
08:15 - 08:30	13	111	0	4	46	0	0	41	0	10	0	0	8	8	0	2	15	0	0	10	0	0	20	241	0	261	
08:30 - 08:45	12	112	0	3	38	0	1	38	0	10	0	0	6	6	0	1	14	0	1	11	0	0	19	229	0	248	
08:45 - 09:00	13	112	0	2	37	0	0	39	0	9	0	0	5	5	0	1	14	0	0	11	0	0	17	227	0	244	
TOTAL	114	1292	0	32	419	0	8	415	0	90	0	0	69	20	0	20	150	0	7	117	0	0	0	0	0	0	244

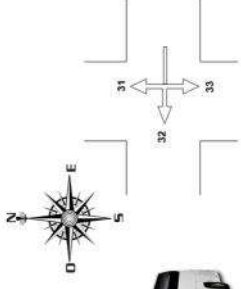


AFORO VEHICULAR

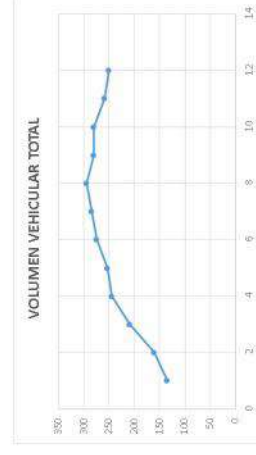
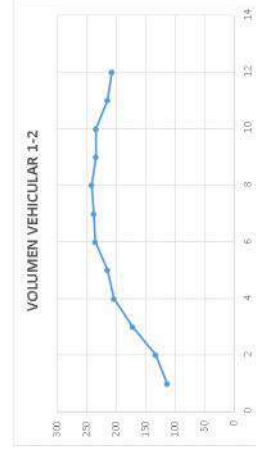
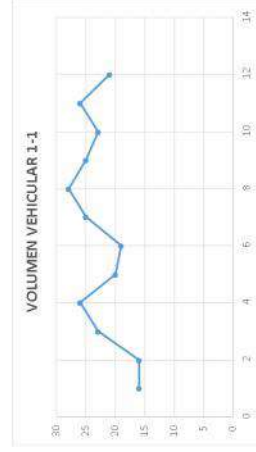
Intersección: **AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU**
 Fecha: **2 CARRILES**
 Carril: **GHQ**
 Afrodador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Este - Oeste
 Lunes
 06:00 am
 09:00 am



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES						
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL			
06:00 - 06:15	10	60	2	2	15	3	1	20	0	0	3	0	2	3	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	16	114	5	135
06:15 - 06:30	8	75	6	1	16	3	2	22	0	0	3	0	2	4	2	3	9	0	0	4	0	0	0	0	16	133	11	160
06:30 - 06:45	12	96	4	4	17	0	1	29	1	0	7	0	4	10	4	2	9	0	0	4	0	0	0	0	23	172	14	209
06:45 - 07:00	9	112	11	11	24	2	0	31	0	0	10	0	3	12	1	3	10	1	0	5	0	0	0	0	26	204	15	245
07:00 - 07:15	10	118	12	6	28	2	0	32	0	0	10	0	4	11	4	0	11	0	0	5	0	0	0	0	20	215	18	253
07:15 - 07:30	11	128	11	6	28	6	0	41	0	0	10	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	0	0	0	19	236	20	275
07:30 - 07:45	11	124	11	8	28	8	0	41	0	0	10	0	5	12	3	1	15	0	0	8	0	0	0	0	25	238	22	285
07:45 - 08:00	12	129	12	9	25	7	1	43	0	0	10	0	4	13	5	2	14	1	0	8	0	0	0	0	28	242	25	295
08:00 - 08:15	12	128	11	8	23	6	1	43	0	0	10	0	3	12	3	1	12	0	0	7	0	0	0	0	25	235	20	280
08:15 - 08:30	11	129	12	8	21	5	0	41	1	0	10	0	4	15	4	0	11	0	0	8	0	0	0	0	23	235	22	280
08:30 - 08:45	13	122	10	7	20	4	1	38	0	0	10	0	4	10	3	1	8	1	0	7	0	0	0	0	26	215	18	259
08:45 - 09:00	10	116	12	6	20	5	0	38	0	0	9	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	0	0	0	21	208	22	251
TOTAL	129	1337	119	76	265	51	7	419	2	0	102	0	40	125	36	16	129	4	0	70	0	0	0	0	21	208	22	251

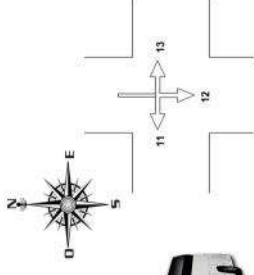


AFORO VEHICULAR

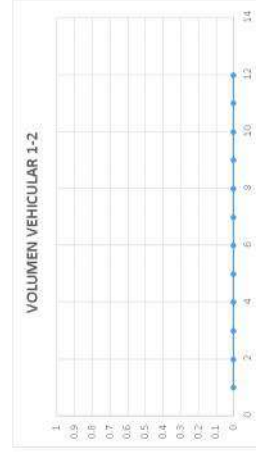
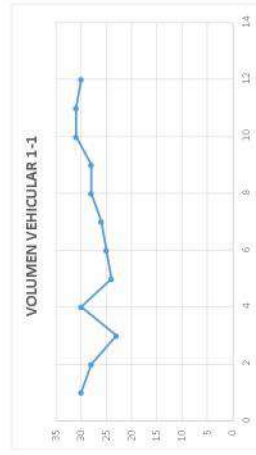
Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Aforador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Norte - Sur
 Lunes
 11:00 am
 02:00 pm



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES					
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL		
11:00 - 11:15	21	0	13	4	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	17	47
11:15 - 11:30	17	0	10	4	0	2	2	0	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	1	0	1	28	45
11:30 - 11:45	16	0	12	4	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	23	42	
11:45 - 12:00	19	0	14	3	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	30	51	
12:00 - 12:15	17	0	10	1	0	2	0	0	2	0	1	1	2	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	24	42	
12:15 - 12:30	15	0	18	3	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	0	1	1	0	1	0	0	1	25	51	
12:30 - 12:45	15	0	16	7	0	2	0	0	3	0	0	0	2	0	2	2	0	1	0	0	1	0	1	0	26	51	
12:45 - 01:00	13	0	17	7	0	3	1	0	3	1	0	0	3	0	1	2	0	1	0	0	1	0	2	0	25	51	
01:00 - 01:15	15	0	18	5	0	3	0	0	2	0	0	1	4	0	2	3	0	1	1	0	0	1	0	1	28	55	
01:15 - 01:30	16	0	18	6	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	1	4	0	1	1	0	0	1	0	1	31	56	
01:30 - 01:45	17	0	17	7	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	31	54	
01:45 - 02:00	15	0	19	9	0	2	1	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	30	53	
TOTAL	196	0	182	60	0	21	7	0	26	2	0	2	28	0	22	33	0	7	8	0	0	9	0	0	23	53	

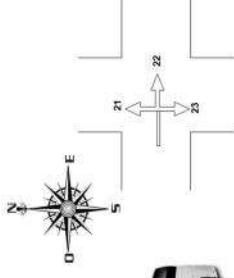


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

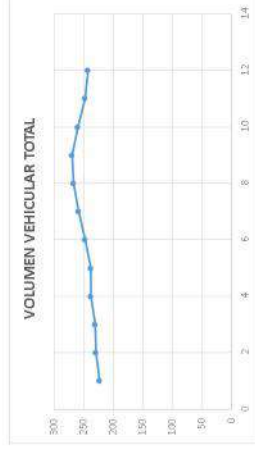
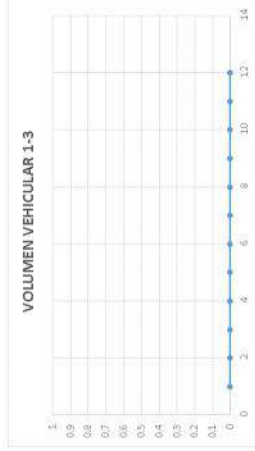
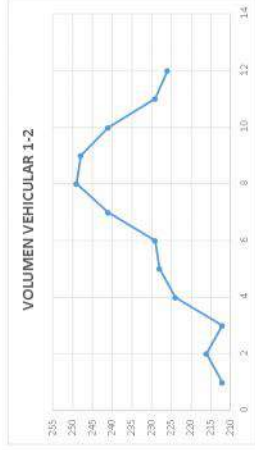
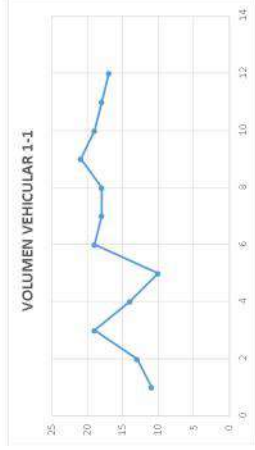
Intersección: **AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU**
 Fecha: **2 CARRILES**
 Carril: **GHQ**
 Aforador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Oeste - Este
 Lunes
 11:00 am
 02:00 pm



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL	
11:00 - 11:15	5	101	0	2	41	0	1	38	0	9	0	0	2	5	0	1	10	0	0	8	0	0	0	0	0	223
11:15 - 11:30	6	100	0	1	42	0	1	38	0	9	0	0	2	7	0	3	12	0	0	8	0	0	0	0	0	229
11:30 - 11:45	7	103	0	4	37	0	1	38	0	8	0	0	2	6	0	5	11	0	0	9	0	0	0	0	0	231
11:45 - 12:00	6	112	0	2	42	0	0	38	0	8	0	0	2	5	0	3	10	0	0	9	0	0	0	0	0	238
12:00 - 12:15	6	110	0	2	45	0	0	38	0	8	0	0	2	5	0	0	13	0	0	9	0	0	0	0	0	238
12:15 - 12:30	11	111	0	3	42	0	1	39	0	8	0	0	2	6	0	1	13	0	0	10	0	0	0	0	0	248
12:30 - 12:45	13	114	0	2	44	0	0	38	0	10	0	0	1	8	0	2	15	0	0	12	0	0	0	0	0	259
12:45 - 01:00	12	118	0	2	44	0	1	42	0	10	0	0	2	8	0	1	16	0	0	11	0	0	0	0	0	267
01:00 - 01:15	10	118	0	5	47	0	2	40	0	11	0	0	2	7	0	0	15	0	0	10	0	2	0	0	0	269
01:15 - 01:30	13	111	0	4	46	0	0	41	0	10	0	0	1	8	0	1	15	0	0	10	0	0	0	0	0	260
01:30 - 01:45	12	112	0	3	38	0	1	38	0	10	0	0	1	6	0	1	14	0	0	11	0	0	0	0	0	247
01:45 - 02:00	13	112	0	2	37	0	0	39	0	9	0	0	1	5	0	1	14	0	0	10	0	0	0	0	0	243
TOTAL	114	1322	0	32	505	0	8	467	0	110	0	0	20	76	0	19	158	0	4	117	0	0	0	0	0	243

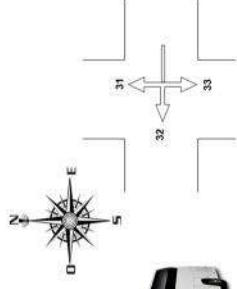


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

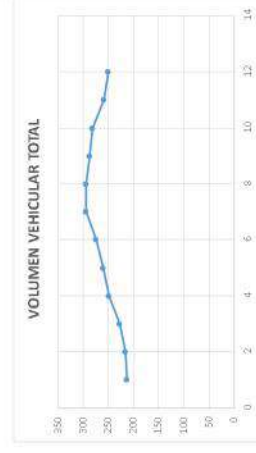
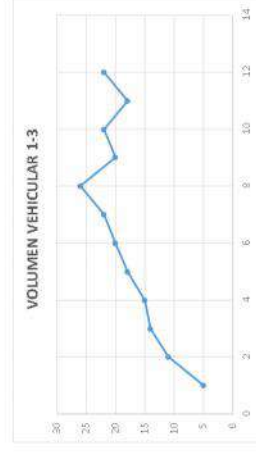
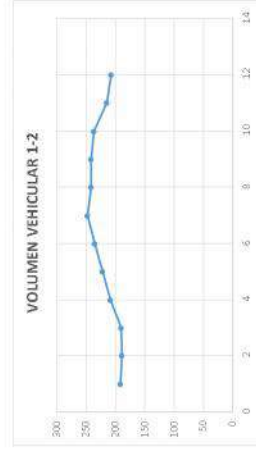
Intersección: AV. M. CASTILLA - J.R. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Exte - Oeste
 Lunes
 11:00 am
 02:00 pm



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL				
11:00 - 11:15	10	102	2	21	3	1	38	0	0	9	0	0	2	9	0	1	10	0	0	3	0	0	16	192	5	213
11:15 - 11:30	10	101	6	1	19	3	38	0	0	9	0	0	2	9	2	1	9	0	0	4	0	0	16	189	11	216
11:30 - 11:45	12	100	9	4	20	0	39	1	0	9	0	0	4	10	4	1	9	0	0	4	0	0	22	191	14	227
11:45 - 12:00	10	112	11	11	24	2	0	37	0	9	0	0	3	12	1	1	10	1	0	5	0	0	25	209	15	249
12:00 - 12:15	10	118	12	6	28	2	0	38	0	10	0	0	4	11	4	0	12	0	0	5	0	0	20	222	18	260
12:15 - 12:30	11	128	11	6	28	6	0	41	0	10	0	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	0	19	236	20	275
12:30 - 12:45	11	134	11	8	28	8	0	41	0	10	0	0	5	12	3	1	15	0	0	8	0	0	25	248	22	295
12:45 - 01:00	12	129	12	9	25	8	1	43	0	10	0	0	4	13	5	1	14	1	0	8	0	0	27	242	26	295
01:00 - 01:15	12	130	11	8	25	6	1	43	0	10	0	0	3	15	3	1	12	0	0	7	0	0	25	242	20	287
01:15 - 01:30	11	129	12	8	22	5	0	41	1	10	0	0	4	15	4	0	12	0	0	8	0	0	23	237	22	282
01:30 - 01:45	13	122	10	7	20	4	1	38	0	10	0	0	4	10	3	1	8	1	0	7	0	0	26	215	18	259
01:45 - 02:00	10	116	12	6	20	5	0	38	0	9	0	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	0	21	208	22	251
TOTAL	132	1421	119	76	280	52	7	475	2	115	0	0	40	139	38	10	131	4	0	70	0	0	0	208	22	251

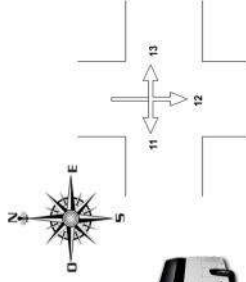


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

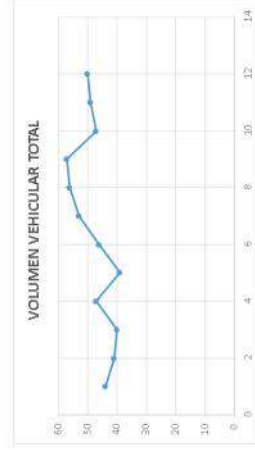
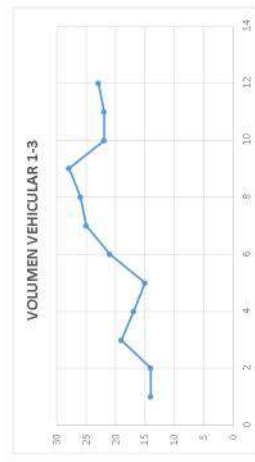
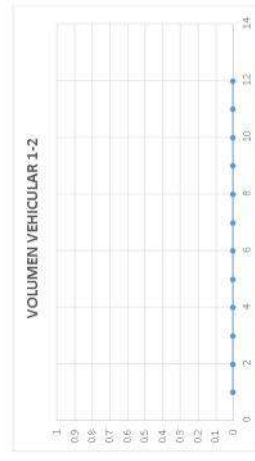
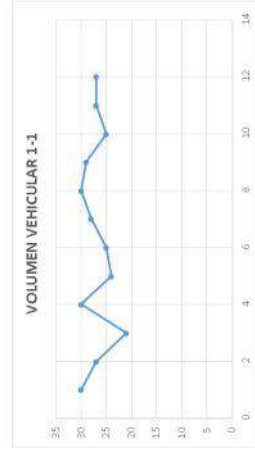
Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
Fecha: Lunes
Carril: 2 CARRILES
Aforador: GHQ

Sentido: Norte - Sur
Día: Lunes
H. Inicial: 05:00 pm
H. Final: 08:00 pm

Sentido: Norte - Sur
Día: Lunes
H. Inicial: 05:00 pm
H. Final: 08:00 pm



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES					
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL		
05:00 - 05:15	21	0	10	4	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14	44
05:15 - 05:30	17	0	10	4	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	41
05:30 - 05:45	16	0	12	4	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	40
05:45 - 06:00	19	0	10	3	0	1	1	0	2	0	0	0	0	3	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	17	47
06:00 - 06:15	17	0	10	1	0	0	0	0	2	0	0	1	4	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	15	39
06:15 - 06:30	15	0	13	3	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	21	46
06:30 - 06:45	14	0	16	7	0	2	0	0	3	0	0	0	5	0	2	2	0	1	0	0	1	0	1	0	1	25	53
06:45 - 07:00	13	0	17	7	0	3	1	0	2	1	0	0	5	0	1	2	0	1	1	0	0	0	2	0	1	28	56
07:00 - 07:15	15	0	18	5	0	3	0	0	2	0	0	1	6	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	1	29	57	
07:15 - 07:30	14	0	15	6	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	25	47	
07:30 - 07:45	13	0	16	7	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	27	49	
07:45 - 08:00	12	0	19	9	0	2	1	0	2	0	0	0	2	0	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	27	50	
TOTAL	186	0	166	60	0	17	7	0	25	2	0	2	37	0	20	26	0	7	5	0	0	0	9	0	23	50	

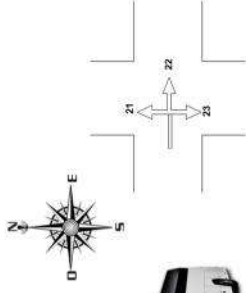


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

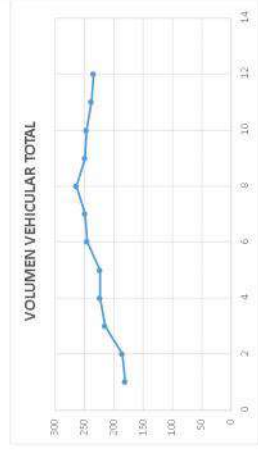
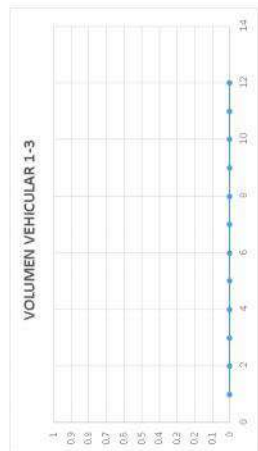
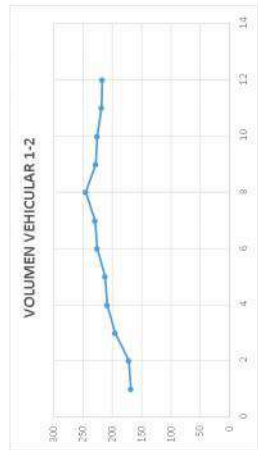
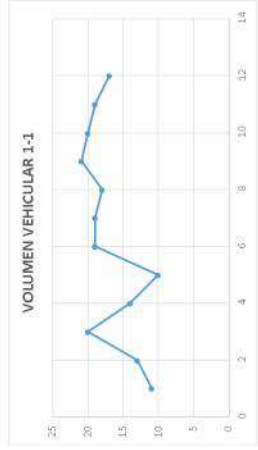
Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Oeste - Este
 Lunes
 05:00 pm
 08:00 pm



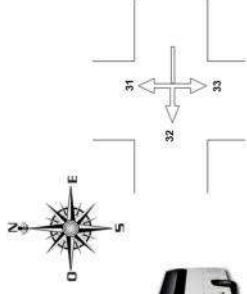
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL			
05.00 - 05.15	5	80	0	2	17	0	1	38	0	9	0	0	2	5	0	1	10	0	0	10	0	169	0	180	
05.15 - 05.30	6	91	0	1	16	0	1	33	0	9	0	0	4	0	3	8	0	0	11	0	172	0	185		
05.30 - 05.45	7	103	0	4	27	0	1	35	0	8	0	0	4	0	5	9	0	0	1	9	0	20	0	215	
05.45 - 06.00	6	112	0	2	32	0	0	34	0	8	0	0	2	5	0	3	10	0	1	8	0	14	0	223	
06.00 - 06.15	6	105	0	2	35	0	0	38	0	8	0	0	2	5	0	13	0	0	9	0	10	0	213	0	223
06.15 - 06.30	11	111	0	3	40	0	1	38	0	8	0	0	2	6	0	1	13	0	1	10	0	19	0	245	
06.30 - 06.45	13	104	0	2	41	0	0	40	0	10	0	0	1	8	0	2	15	0	1	12	0	19	0	249	
06.45 - 07.00	12	118	0	2	44	0	1	39	0	9	0	0	2	8	0	1	16	0	0	11	0	18	0	263	
07.00 - 07.15	10	104	0	5	42	0	2	40	0	10	0	0	7	0	0	15	0	0	2	10	0	21	0	249	
07.15 - 07.30	13	100	0	4	45	0	0	38	0	10	0	0	1	8	0	2	15	0	0	10	0	20	0	246	
07.30 - 07.45	12	102	0	3	38	0	1	38	0	10	0	0	1	6	0	1	14	0	1	11	0	19	0	238	
07.45 - 08.00	13	102	0	2	37	0	0	39	0	9	0	0	1	5	0	1	14	0	0	11	0	17	0	234	
TOTAL	114	1232	0	32	414	0	8	450	0	108	0	0	20	71	0	20	152	0	7	122	0	0	0	234	



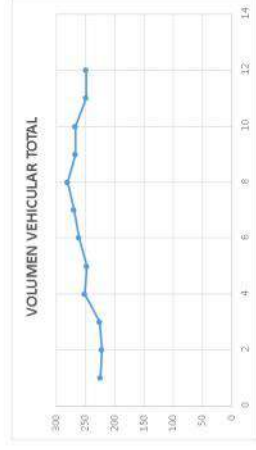
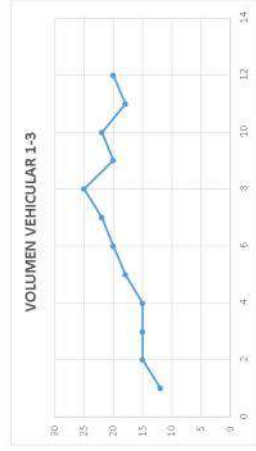
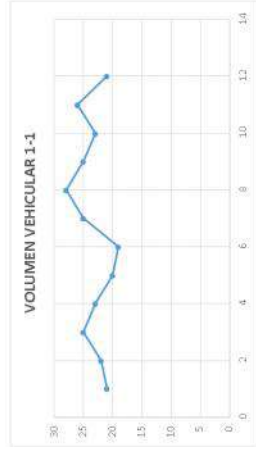
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
Fecha: Lunes
Carril: 2 CARRILES
Aforador: GHQ

Sentido: Este - Oeste
Día: Lunes
H. Inicial: 05:00 pm
H. Final: 08:00 pm



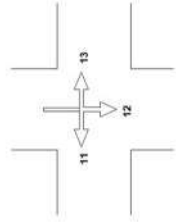
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL
05:00 - 05:15	10	100	9	7	18	3	1	37	0	9	0	0	2	10	0	1	10	0	0	7	0	21	191	12	224
05:15 - 05:30	8	95	10	7	18	3	2	37	0	9	0	2	10	2	3	9	0	0	7	0	22	185	15	222	
05:30 - 05:45	12	96	10	6	17	0	1	39	1	9	0	4	10	4	2	10	0	0	4	0	25	185	15	225	
05:45 - 06:00	9	112	11	8	24	2	0	40	0	10	0	3	12	1	3	10	1	0	5	0	23	213	15	251	
06:00 - 06:15	10	110	12	6	24	2	0	38	0	10	0	4	11	4	0	11	0	0	5	0	20	209	18	247	
06:15 - 06:30	11	119	11	6	25	6	0	40	0	9	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	19	222	20	261	
06:30 - 06:45	11	114	11	8	25	8	0	40	0	10	0	5	12	3	1	13	0	0	8	0	25	222	22	269	
06:45 - 07:00	12	119	12	9	25	7	1	41	0	10	0	4	13	5	2	12	1	0	7	0	28	227	25	280	
07:00 - 07:15	12	118	11	8	23	6	1	41	0	9	0	3	12	3	1	12	0	0	7	0	25	222	20	267	
07:15 - 07:30	11	119	12	8	21	5	0	39	1	10	0	4	14	4	0	11	0	0	8	0	23	222	22	267	
07:30 - 07:45	13	112	10	7	20	4	1	38	0	8	0	4	10	3	1	10	1	0	7	0	26	205	18	249	
07:45 - 08:00	10	116	10	6	20	5	0	38	0	9	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	21	208	20	249	
TOTAL	129	1330	129	86	260	51	7	488	2	112	0	137	36	16	128	4	0	0	76	0	21	208	20	249	



ANEXO 2

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0,75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1,5
COASTER	2
CAMION	2,5
BUS	2,6



Norte - Sur
 Lunes
 06:00 am
 09:00 am

Sentido:
 Dia:
 H. Inicial:
 H. Final:

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
2 CARRILES
GHQ

Intersección:
 Fecha:
 Carril:
 Aforador:



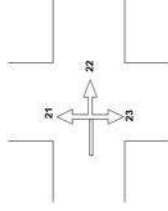
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES	
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	TOTAL UCP
06:00 - 06:15	21	0	7	4	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	2	0	3	1	0	0	43	53
06:15 - 06:30	17	0	10	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	1	42	56
06:30 - 06:45	16	0	10	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0	36	40
06:45 - 07:00	19	0	8	3	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0	1	3	0	2	1	0	1	44	55
07:00 - 07:15	17	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	4	0	2	1	0	0	42	52
07:15 - 07:30	15	0	15	3	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	2	3	0	3	1	0	1	48	59
07:30 - 07:45	15	0	16	7	0	2	0	0	1	0	0	0	5	0	2	2	0	3	1	0	0	54	62
07:45 - 08:00	13	0	17	7	0	3	1	0	0	1	0	0	5	0	1	2	0	3	1	0	1	55	66
08:00 - 08:15	15	0	18	5	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0	2	3	0	2	1	0	0	55	62
08:15 - 08:30	16	0	16	6	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	1	4	0	1	1	0	1	52	61
08:30 - 08:45	17	0	15	7	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	2	0	0	0	49	56
08:45 - 09:00	15	0	19	9	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	1	0	1	54	63
TOTAL	196	0	161	60	0	17	7	0	5	2	0	0	37	0	13	31	0	28	11	0	1	54	63
TOTAL UCP	196	0	161	60	0	17	10,5	0	7,5	4	0	0	27,75	0	9,75	77,5	0	70	27,5	0	0	15	

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Afonador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Oeste - Este
 Lunes
 06:00 am
 09:00 am



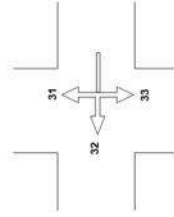
FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0,75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1,5
COASTER	2
CAMION	2,5
BUS	2,5



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	VEHICULOS TOTALES	TOTAL UCP
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23			
06:00 - 06:15	18	80	0	2	19	0	1	18	0	0	2	0	2	3	0	1	8	0	0	8	0	0	162	198
06:15 - 06:30	22	91	0	1	16	0	1	31	0	0	2	0	2	4	0	3	8	0	0	8	0	0	189	234
06:30 - 06:45	17	103	0	4	27	0	1	33	0	0	7	0	4	10	0	5	9	0	1	9	0	0	230	287
06:45 - 07:00	16	112	0	8	34	0	0	42	0	0	8	0	3	10	0	3	12	0	1	8	0	0	257	319
07:00 - 07:15	18	170	0	6	39	0	0	46	0	0	12	0	4	11	0	0	14	0	0	7	0	0	327	390
07:15 - 07:30	11	171	0	6	39	0	1	49	0	0	13	0	2	10	0	1	15	0	1	8	0	0	327	400
07:30 - 07:45	13	184	0	8	44	0	0	48	0	0	15	0	5	14	0	2	18	0	1	12	0	0	364	448
07:45 - 08:00	12	178	0	6	48	0	1	52	0	0	15	0	4	13	0	1	17	0	0	13	0	0	360	444
08:00 - 08:15	10	188	0	5	47	0	2	50	0	0	16	0	6	14	0	0	16	0	2	9	0	0	365	443
08:15 - 08:30	13	181	0	8	46	0	0	51	0	0	15	0	4	15	0	2	16	0	0	12	0	0	363	444
08:30 - 08:45	12	182	0	7	38	0	1	48	0	0	13	0	4	10	0	1	15	0	1	11	0	0	343	419
08:45 - 09:00	13	182	0	9	37	0	0	49	0	0	13	0	4	11	0	1	14	0	0	11	0	0	344	417
TOTAL	175	1822	0	70	434	0	8	517	0	0	131	0	44	125	0	20	405	0	7	116	0	0	344	417
TOTAL UCP	175	1822	0	70	434	0	12	775,5	0	0	262	0	33	93,75	0	50	405	0	17,5	290	0	0	344	417

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE:	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



Este - Oeste
 Lunes
 06:00 am
 09:00 am

Sentido:
 Dia:
 H. Inicial:
 H. Final:

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
Fecha:
Carril: 2 CARRILES
Aforador: GHQ



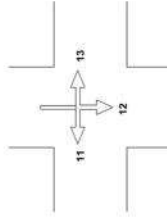
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	TOTAL UCP	
06:00 - 06:15	10	60	2	2	15	3	1	20	0	0	3	0	2	3	0	1	10	0	0	0	3	0	135	168
06:15 - 06:30	8	75	6	1	16	3	2	22	0	0	3	0	2	4	2	3	9	0	0	4	4	0	160	197
06:30 - 06:45	12	96	9	4	17	0	1	38	1	0	7	0	4	10	4	2	9	0	0	4	4	0	218	263
06:45 - 07:00	9	112	11	11	24	2	0	41	0	0	10	0	3	12	1	3	10	1	0	5	0	255	310	
07:00 - 07:15	10	128	12	6	28	2	0	42	0	0	15	0	4	11	4	0	11	0	0	5	0	278	333	
07:15 - 07:30	11	148	15	6	28	6	0	51	0	0	15	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	314	379	
07:30 - 07:45	11	144	15	8	31	8	0	51	0	0	16	0	5	12	3	1	15	0	0	8	0	328	401	
07:45 - 08:00	12	149	12	9	35	7	1	53	0	0	15	0	4	13	5	2	14	1	0	8	0	340	414	
08:00 - 08:15	12	148	16	8	28	6	1	53	0	0	14	0	3	12	3	1	12	0	0	7	0	324	391	
08:15 - 08:30	11	149	11	8	24	5	0	51	1	0	13	0	4	15	4	0	11	0	0	8	0	315	377	
08:30 - 08:45	13	142	10	7	23	4	1	48	0	0	13	0	4	10	3	1	8	1	0	7	0	295	364	
08:45 - 09:00	10	126	12	6	25	5	0	48	0	0	13	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	280	335	
TOTAL	129	1477	131	76	294	51	7	518	2	0	137	0	40	125	36	16	129	4	0	70	0	280	335	
TOTAL UCP	129	1477	131	76	294	51	10.5	777	3	0	274	0	30	93.75	27	40	322.5	10	0	175	0	280	335	

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Afesorador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Norte - Sur
 Lunes
 11:00 am
 02:00 pm



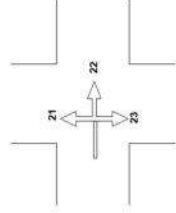
FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES	
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	TOTAL UCP
11:00 - 11:15	18	0	17	8	0	6	1	0	1	0	0	0	5	0	0	2	0	0	1	0	0	64	67
11:15 - 11:30	17	0	20	9	0	6	1	0	0	1	0	0	6	0	5	3	0	1	0	0	1	70	76
11:30 - 11:45	16	0	18	8	0	5	1	0	0	0	0	0	5	0	4	0	0	0	1	0	0	58	58
11:45 - 12:00	17	0	15	7	0	5	1	0	1	0	0	0	3	0	3	3	0	1	1	0	1	58	67
12:00 - 12:15	17	0	22	8	0	6	0	0	1	1	0	1	4	0	2	1	0	1	1	0	0	65	71
12:15 - 12:30	20	0	23	9	0	5	0	0	0	0	0	1	3	0	4	3	0	1	1	0	1	71	79
12:30 - 12:45	21	0	21	9	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	2	3	0	1	1	0	0	68	74
12:45 - 01:00	18	0	24	8	0	6	1	0	1	1	0	0	5	0	5	2	0	1	2	0	1	75	84
01:00 - 01:15	20	0	22	7	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0	5	1	0	1	1	0	0	89	71
01:15 - 01:30	17	0	24	9	0	4	0	0	1	0	0	1	4	0	4	2	0	1	1	0	1	69	76
01:30 - 01:45	18	0	20	6	0	5	1	0	0	0	0	0	3	0	4	3	0	0	0	0	0	60	63
01:45 - 02:00	20	0	19	9	0	5	1	0	0	0	0	0	2	0	5	2	0	0	1	0	0	64	67
TOTAL	219	0	245	97	0	64	7	0	5	3	0	3	51	0	48	25	0	8	11	0	0	64	67
TOTAL UCP	219	0	245	97	0	64	10.5	0	7.5	6	0	6	38.25	0	36	62.5	0	20	27.5	0	0	12.5	

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE:	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



Oeste - Este
Lunes
11:00 am
02:00 pm

Sentido:
Dia:
H. Inicial:
H. Final:

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
2 CARRILES
GHQ

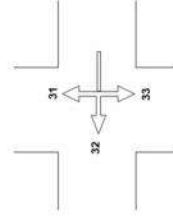
Intersección:
Fecha:
Carril:
Aforador:



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES	
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL	TOTAL UCP
11:00 - 11:15	15	160	0	8	39	0	0	48	0	0	13	0	4	10	0	1	11	0	0	8	0	317	381
11:15 - 11:30	16	168	0	7	36	0	0	48	0	0	13	0	4	12	0	0	10	0	0	8	0	322	382
11:30 - 11:45	17	160	0	7	37	0	1	48	0	0	13	0	4	11	0	1	11	0	0	11	0	321	389
11:45 - 12:00	15	165	0	11	34	0	0	49	0	0	13	0	3	10	0	3	12	0	0	11	0	326	399
12:00 - 12:15	18	171	0	13	39	0	0	49	0	0	12	0	4	11	0	0	14	0	0	11	0	342	412
12:15 - 12:30	17	171	0	6	49	0	1	49	0	0	13	0	2	10	0	1	15	0	0	10	0	344	418
12:30 - 12:45	13	184	0	12	44	0	0	50	0	0	15	0	3	14	0	2	18	0	0	12	0	367	451
12:45 - 01:00	16	180	0	8	48	0	1	52	0	0	15	0	2	13	0	2	17	0	0	13	0	367	453
01:00 - 01:15	15	186	0	5	47	0	0	50	0	0	16	0	6	14	0	1	16	0	1	10	0	369	447
01:15 - 01:30	17	180	0	13	46	0	0	51	0	0	15	0	2	15	0	0	16	0	0	12	0	367	445
01:30 - 01:45	16	179	0	7	38	0	1	48	0	0	13	0	1	10	0	1	15	0	1	11	0	341	418
01:45 - 02:00	17	178	0	9	37	0	0	49	0	0	13	0	2	11	0	1	14	0	0	11	0	342	415
TOTAL	192	2084	0	106	494	0	4	591	0	0	164	0	37	141	0	13	169	0	2	128	0	342	415
TOTAL UCP	192	2084	0	106	494	0	6	886.5	0	0	328	0	27.75	105.75	0	32.5	422.5	0	5	320	0	342	415

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



Este - Oeste
Lunes
11:00 am
02:00 pm

Sentido:
Dia:
H. Inicial:
H. Final:

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
2 CARRILES
GHQ

Intersección:
Fecha:
Carril:
Aforador:



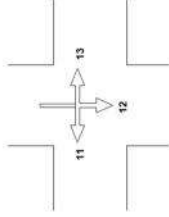
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	TOTAL UCP	
11:00 - 11:15	10	100	13	3	21	5	1	20	0	0	12	0	4	10	3	2	10	1	0	3	0	0	218	280.3
11:15 - 11:30	12	109	13	4	22	5	2	22	0	0	12	0	4	10	3	3	10	1	0	4	0	0	236	282.8
11:30 - 11:45	12	108	12	4	22	5	1	38	0	0	12	0	4	10	3	2	10	1	0	4	0	0	248	300.8
11:45 - 12:00	10	112	15	10	24	5	1	41	0	0	10	0	3	12	3	3	10	1	0	5	0	0	265	320.0
12:00 - 12:15	13	130	15	8	28	7	1	42	0	0	15	0	4	11	4	3	11	2	0	5	0	0	299	362.3
12:15 - 12:30	13	148	14	12	30	6	1	51	0	0	15	0	5	12	4	3	12	1	0	5	0	0	332	399.3
12:30 - 12:45	15	150	12	10	31	8	1	51	0	0	16	0	5	12	4	3	15	1	0	8	0	0	342	419.3
12:45 - 01:00	13	149	13	12	35	8	1	53	0	0	15	0	4	13	5	2	14	1	0	8	0	0	346	420.0
01:00 - 01:15	13	148	14	8	28	6	1	53	0	0	14	0	5	12	4	1	12	1	0	7	0	0	327	394.3
01:15 - 01:30	11	149	13	8	24	5	1	51	0	0	13	0	4	15	4	2	11	0	0	8	0	0	319	383.8
01:30 - 01:45	13	142	10	7	23	4	1	48	0	0	13	0	4	10	3	1	10	2	0	7	0	0	288	361.3
01:45 - 02:00	10	126	13	6	25	5	1	48	0	0	13	0	4	11	5	1	10	1	0	6	0	0	285	344.5
TOTAL	145	1571	157	92	313	69	13	518	0	0	160	0	50	138	45	26	135	13	0	70	0	0	285	344.5
TOTAL UCP	145	1571	157	92	313	69	19.5	777	0	0	320	0	37.5	103.5	33.75	65	337.5	32.5	0	175	0	0	0	0

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Aforador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Norte - Sur
 Lunes
 05:00 pm
 08:00 pm



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5

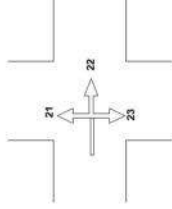


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	TOTAL UCP	
05:00 - 05:15	0	7	4	0	2	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30	32
05:15 - 05:30	0	7	2	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	28	34	
05:30 - 05:45	0	5	2	0	4	1	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	29	31	
05:45 - 06:00	0	7	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	26	29	
06:00 - 06:15	0	6	1	0	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	29	32	
06:15 - 06:30	0	6	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	28	34	
06:30 - 06:45	0	5	3	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	25	30	
06:45 - 07:00	0	6	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	26	31	
07:00 - 07:15	0	6	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	27	
07:15 - 07:30	0	7	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	29	36	
07:30 - 07:45	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	24	27	
07:45 - 08:00	0	6	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	24	28	
TOTAL	147	0	76	22	0	20	10	0	4	6	0	3	9	0	4	11	0	5	4	0	2	24	28	
TOTAL UCP	147	0	76	22	0	20	15	0	12	0	6	3	6.75	0	3	27.5	0	12.5	10	0	5	10	5	

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Aforador:

Sentido: Oeste - Este
 Día: Lunes
 H. Inicial: 05:00 pm
 H. Final: 08:00 pm



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



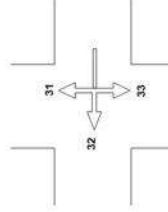
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL	TOTAL UCP	
05:00 - 05:15	18	80	0	2	19	0	1	18	0	0	2	0	2	3	0	1	8	0	0	0	8	0	162	198.
05:15 - 05:30	22	91	0	1	16	0	1	31	0	0	2	0	2	4	0	3	8	0	0	0	8	0	189	234
05:30 - 05:45	17	103	0	4	27	0	1	33	0	0	7	0	4	10	0	5	9	0	0	1	9	0	230	287
05:45 - 06:00	16	112	0	8	34	0	0	42	0	0	8	0	3	10	0	3	12	0	0	1	8	0	257	319
06:00 - 06:15	18	170	0	6	39	0	0	46	0	0	12	0	4	11	0	0	14	0	0	0	7	0	327	390
06:15 - 06:30	11	171	0	6	39	0	1	49	0	0	13	0	2	10	0	1	15	0	1	8	0	327	400	
06:30 - 06:45	13	184	0	8	44	0	0	48	0	0	15	0	5	14	0	2	18	0	1	12	0	364	448	
06:45 - 07:00	12	180	0	6	48	0	1	52	0	0	15	0	4	13	0	1	17	0	0	13	0	362	446	
07:00 - 07:15	10	188	0	5	47	0	2	50	0	0	16	0	6	14	0	0	16	0	2	9	0	365	443	
07:15 - 07:30	13	180	0	8	46	0	0	51	0	0	15	0	4	15	0	2	16	0	0	12	0	362	443	
07:30 - 07:45	12	179	0	7	38	0	1	48	0	0	13	0	4	10	0	1	15	0	1	11	0	340	416	
07:45 - 08:00	13	178	0	9	37	0	0	49	0	0	13	0	4	11	0	1	14	0	0	11	0	340	413	
TOTAL	175	1816	0	70	434	0	8	517	0	0	131	0	44	125	0	20	162	0	7	116	0	340	413	
TOTAL UCP	175	1816	0	70	434	0	12	775.5	0	0	262	0	33	93.75	0	50	405	0	17.5	290	0	340	413	

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

Fecha: Sentido: Este - Oeste
 Dia: Lunes
 H. Inicial: 05:00 pm
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



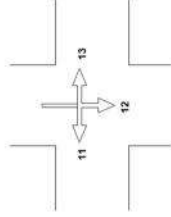
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL UCP	
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33		TOTAL
05:00 - 05:15	10	60	2	2	15	3	1	20	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	3	0	135
05:15 - 05:30	8	75	6	1	16	3	2	22	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	4	0	160
05:30 - 05:45	12	96	9	4	17	0	1	38	1	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	0	4	0	218
05:45 - 06:00	9	112	11	11	24	2	0	41	0	0	0	0	0	0	0	3	10	1	0	0	5	0	255
06:00 - 06:15	10	128	12	6	28	2	0	42	0	0	0	0	0	0	0	4	11	0	0	0	5	0	278
06:15 - 06:30	11	148	15	6	28	6	0	51	0	0	0	0	0	0	0	1	12	2	1	0	5	0	314
06:30 - 06:45	11	144	15	8	31	8	0	51	0	0	0	0	0	0	0	5	12	3	1	0	8	0	328
06:45 - 07:00	12	149	12	9	35	7	1	53	0	0	0	0	0	0	0	4	13	5	2	0	8	0	340
07:00 - 07:15	12	148	16	8	28	6	1	53	0	0	0	0	0	0	0	3	12	3	1	0	7	0	324
07:15 - 07:30	11	149	11	8	24	5	0	51	1	0	0	0	0	0	0	4	15	4	0	0	8	0	315
07:30 - 07:45	13	142	10	7	23	4	1	48	0	0	0	0	0	0	0	4	10	3	1	0	7	0	295
07:45 - 08:00	10	126	12	6	25	5	0	48	0	0	0	0	0	0	0	4	11	5	1	0	6	0	280
TOTAL	129	1477	131	76	294	51	7	518	2	0	0	0	0	0	0	40	125	36	16	129	70	0	335
TOTAL UCP	129	1477	131	76	294	51	10.5	777	3	0	0	0	0	0	0	30	93.75	27	40	322.5	175	0	0

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Aforador:

Sentido: Norte - Sur
 Día: Lunes
 H. Inicial: 06:00 am
 H. Final: 09:00 am

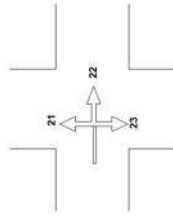
FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	TOTAL UCP	
06:00 - 06:15	21	0	7	4	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	40	45
06:15 - 06:30	17	0	10	4	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	1	40	50	
06:30 - 06:45	16	0	12	4	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	39	40	
06:45 - 07:00	19	0	8	3	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0	3	3	0	1	1	0	0	44	51	
07:00 - 07:15	17	0	10	1	0	0	0	0	2	0	0	1	4	0	0	4	0	1	1	0	0	41	51	
07:15 - 07:30	15	0	13	3	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	1	1	0	1	46	55	
07:30 - 07:45	15	0	16	7	0	2	0	0	3	0	0	0	5	0	2	2	0	1	1	0	1	55	62	
07:45 - 08:00	13	0	17	7	0	3	1	0	2	1	0	0	5	0	1	2	0	1	1	0	2	56	66	
08:00 - 08:15	15	0	18	5	0	3	0	0	2	0	0	1	6	0	2	3	0	1	1	0	1	58	67	
08:15 - 08:30	16	0	20	6	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	1	4	0	1	1	0	1	58	68	
08:30 - 08:45	17	0	20	7	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	0	1	57	63
08:45 - 09:00	15	0	19	9	0	2	1	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	53	59
TOTAL	196	0	170	60	0	17	7	0	21	2	0	2	37	0	18	31	0	7	10	0	9	53	59	
TOTAL UCP	196	0	170	60	0	17	10.5	0	31.5	4	0	4	27.75	0	13.5	77.5	0	17.5	25	0	22.5			

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0,75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1,5
COASTER	2
CAMION	2,5
BUS	2,5



Oeste - Este
Lunes
06:00 am
08:00 am

Sentido:
Dia:
H. Inicial:
H. Final:

AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
2 CARRILES
GHQ

Intersección:
Fecha:
Carril:
Aforador:



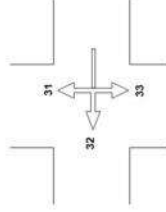
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL	TOTAL UCP	
06:00 - 06:15	5	80	0	2	17	0	1	18	0	0	2	0	2	3	0	1	8	0	0	8	0	0	147	183
06:15 - 06:30	6	91	0	1	16	0	1	23	0	0	2	0	2	4	0	3	8	0	0	8	0	0	165	206
06:30 - 06:45	7	103	0	4	27	0	1	25	0	2	2	0	2	4	0	5	9	0	1	9	0	0	199	249
06:45 - 07:00	6	112	0	2	32	0	0	34	0	8	0	0	2	5	0	3	10	0	1	8	0	0	223	279
07:00 - 07:15	6	110	0	2	35	0	0	38	0	8	0	0	2	5	0	0	13	0	0	9	0	0	228	286
07:15 - 07:30	11	111	0	3	39	0	1	39	0	8	0	0	2	6	0	1	13	0	1	10	0	0	245	309
07:30 - 07:45	13	114	0	2	41	0	0	38	0	10	0	0	1	8	0	2	15	0	1	12	0	0	257	329
07:45 - 08:00	12	118	0	2	44	0	1	42	0	10	0	0	2	8	0	1	16	0	0	11	0	0	267	338
08:00 - 08:15	10	118	0	5	47	0	2	40	0	11	0	0	2	7	0	0	15	0	2	10	0	0	269	339
08:15 - 08:30	13	111	0	4	46	0	0	41	0	10	0	0	1	8	0	2	15	0	0	10	0	0	261	330
08:30 - 08:45	12	112	0	3	38	0	1	38	0	10	0	0	1	6	0	1	14	0	1	11	0	0	248	316
08:45 - 09:00	13	112	0	2	37	0	0	39	0	9	0	0	1	5	0	1	14	0	0	11	0	0	244	310
TOTAL	114	1292	0	32	419	0	8	415	0	90	0	0	20	69	0	20	150	0	7	117	0	0	244	310
TOTAL UCP	114	1292	0	32	419	0	12	622.5	0	180	0	0	15	51.75	0	50	375	0	17.5	292.5	0	0	0	0

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU

Fecha: Sentido: Este - Oeste
 Carril: 2 CARRILES
 Atorador: GHQ

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



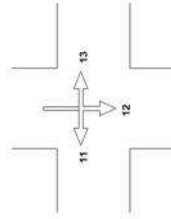
Este - Oeste
 Lunes
 06:00 am
 08:00 am



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	TOTAL UCP	
06:00 - 06:15	10	60	2	2	15	3	1	20	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	3	0	135	168
06:15 - 06:30	8	75	6	1	16	3	2	22	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	4	0	160	197
06:30 - 06:45	12	96	9	4	17	0	1	29	1	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	0	4	0	209	250
06:45 - 07:00	9	112	11	11	24	2	0	31	0	0	0	0	0	0	0	3	10	1	0	0	5	0	245	295
07:00 - 07:15	10	118	12	6	28	2	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	5	0	253	298
07:15 - 07:30	11	128	11	6	28	6	0	41	0	0	0	0	0	0	0	1	12	1	0	0	5	0	275	330
07:30 - 07:45	11	124	11	8	28	8	0	41	0	0	0	0	0	0	0	5	15	0	0	0	8	0	285	347
07:45 - 08:00	12	129	12	9	25	7	1	43	0	0	0	0	0	0	0	2	14	1	0	0	8	0	295	359
08:00 - 08:15	12	128	11	8	23	6	1	43	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	7	0	280	338
08:15 - 08:30	11	129	12	8	21	5	0	41	1	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	8	0	280	334
08:30 - 08:45	13	122	10	7	20	4	1	38	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	0	0	7	0	259	310
08:45 - 09:00	10	116	12	6	20	5	0	38	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	6	0	251	297
TOTAL	129	1337	119	76	265	51	7	419	2	0	102	0	40	125	36	16	129	4	0	0	70	0	251	297
TOTAL UCP	129	1337	119	76	265	51	10.5	628.5	3	0	204	0	30	93.75	27	40	322.5	10	0	0	175	0	251	297

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



Norte - Sur
Lunes
11:00 am
02:00 pm

Sentido:
Dia:
H. Inicial:
H. Final:

AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
2 CARRILES
GHQ

Intersección:
Fecha:
Carri:
Aforador:

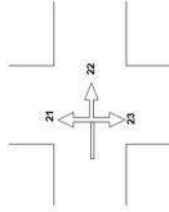


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	TOTAL UCP	
11:00 - 11:15	21	0	13	4	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	13	47	53
11:15 - 11:30	17	0	10	4	0	2	2	0	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	1	45	55	
11:30 - 11:45	16	0	12	4	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	1	42	47	
11:45 - 12:00	19	0	14	3	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	1	1	0	0	51	59	
12:00 - 12:15	17	0	10	1	0	2	0	0	2	0	0	1	2	0	2	4	0	1	0	0	0	42	51	
12:15 - 12:30	15	0	18	3	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	1	1	0	1	51	60	
12:30 - 12:45	15	0	16	7	0	2	0	0	3	0	0	0	2	0	2	2	0	1	0	0	1	51	58	
12:45 - 01:00	13	0	17	7	0	3	1	0	3	1	0	0	3	0	1	2	0	1	1	0	2	55	66	
01:00 - 01:15	15	0	18	5	0	3	0	0	2	0	1	0	4	0	2	3	0	1	1	0	1	56	66	
01:15 - 01:30	16	0	18	6	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	1	4	0	1	1	0	1	56	66	
01:30 - 01:45	17	0	17	7	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	1	54	60	
01:45 - 02:00	15	0	19	9	0	2	1	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	53	59	
TOTAL	196	0	182	60	0	21	7	0	26	2	0	2	28	0	22	33	0	7	8	0	9			
TOTAL UCP	196	0	182	60	0	21	10.5	0	39	4	0	4	21	0	16.5	82.5	0	17.5	20	0	9	22.5		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carri: GHQ
 Aforador:

Sentido: Oeste - Este
 Día: Lunes
 H. Inicial: 11:00 am
 H. Final: 02:00 pm



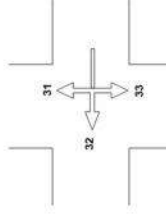
FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL UCP	
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23		TOTAL
11:00 - 11:15	15	101	0	2	41	0	1	38	0	0	9	0	2	5	0	1	10	0	0	8	0	233	288
11:15 - 11:30	16	100	0	1	42	0	0	38	0	0	9	0	2	7	0	0	12	0	0	8	0	235	291
11:30 - 11:45	7	103	0	4	37	0	1	38	0	0	8	0	2	6	0	1	11	0	0	9	0	227	284
11:45 - 12:00	15	112	0	11	42	0	0	38	0	0	8	0	2	5	0	3	10	0	1	9	0	256	316
12:00 - 12:15	18	110	0	13	45	0	0	38	0	0	8	0	2	5	0	0	13	0	0	9	0	261	319
12:15 - 12:30	17	111	0	3	42	0	1	39	0	0	8	0	2	6	0	1	13	0	1	10	0	254	318
12:30 - 12:45	13	114	0	12	44	0	0	38	0	0	10	0	3	8	0	2	15	0	0	12	0	271	341
12:45 - 01:00	16	118	0	2	44	0	1	42	0	0	10	0	2	8	0	2	16	0	0	11	0	272	345
01:00 - 01:15	15	118	0	5	47	0	0	40	0	0	11	0	2	7	0	1	15	0	1	10	0	272	341
01:15 - 01:30	17	111	0	13	46	0	0	41	0	0	10	0	2	8	0	0	15	0	0	10	0	273	339
01:30 - 01:45	16	112	0	3	38	0	1	38	0	0	10	0	1	6	0	1	14	0	0	11	0	251	318
01:45 - 02:00	17	112	0	2	37	0	0	39	0	0	9	0	2	5	0	1	14	0	0	10	0	248	312
TOTAL	182	1322	0	71	505	0	5	467	0	0	110	0	24	76	0	13	158	0	3	117	0	248	312
TOTAL UCP	182	1322	0	71	505	0	7.5	700.5	0	0	220	0	18	57	0	32.5	395	0	7.5	292.5	0	248	312

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE:	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



Sentido: Este - Oeste
 Dia: Lunes
 H. Inicial: 11:00 am
 H. Final: 02:00 pm

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Aforador: GHQ



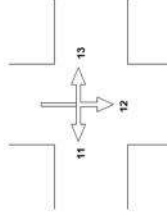
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	TOTAL UCP	
11:00 - 11:15	10	102	13	2	21	3	1	38	0	9	0	0	2	9	0	1	10	0	0	3	0	0	224	270.8
11:15 - 11:30	10	101	13	1	19	3	2	38	0	9	0	0	2	9	2	1	9	0	0	4	0	0	223	269.8
11:30 - 11:45	12	100	9	4	20	0	1	39	1	9	0	0	4	10	4	1	9	0	0	4	0	0	227	273.0
11:45 - 12:00	10	112	15	11	24	2	0	37	0	9	0	0	3	12	1	1	10	1	0	5	0	0	253	302.0
12:00 - 12:15	10	118	15	6	28	2	0	38	0	10	0	0	4	11	4	0	12	0	0	5	0	0	263	312.8
12:15 - 12:30	11	128	14	6	28	6	0	41	0	10	0	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	0	278	333.3
12:30 - 12:45	11	134	12	8	28	8	0	41	0	10	0	0	5	12	3	1	15	0	0	8	0	0	296	357.5
12:45 - 01:00	12	129	13	9	25	8	1	43	0	10	0	0	4	13	5	1	14	1	0	8	0	0	296	358.5
01:00 - 01:15	12	130	14	8	25	6	1	43	0	10	0	0	3	15	3	1	12	0	0	7	0	0	290	346.8
01:15 - 01:30	11	129	13	8	22	5	0	41	1	10	0	0	4	15	4	0	12	0	0	8	0	0	283	338.3
01:30 - 01:45	13	122	10	7	20	4	1	38	0	10	0	0	4	10	3	1	8	1	0	7	0	0	258	309.8
01:45 - 02:00	10	116	13	6	20	5	0	38	0	9	0	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	0	252	297.5
TOTAL	132	1421	154	76	280	52	7	475	2	115	0	0	40	139	36	10	131	4	0	70	0	0	252	297.5
TOTAL UCP	132	1421	154	76	280	52	10.5	712.5	3	230	0	0	30	104.25	27	25	327.5	10	0	175	0	0	0	0

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Afrodor:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Norte - Sur
 Lunes
 05:00 pm
 08:00 pm



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5

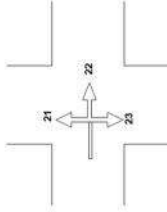


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL	TOTAL UCP	
05:00 - 05:15	21	0	10	4	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	44	50
05:15 - 05:30	17	0	10	4	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	41	50
05:30 - 05:45	16	0	12	4	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	40	42
05:45 - 06:00	19	0	10	3	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	3	0	1	1	1	0	0	0	47	55
06:00 - 06:15	17	0	10	1	0	0	0	0	2	0	0	1	4	0	1	2	0	1	0	0	0	0	39	44
06:15 - 06:30	15	0	13	3	0	1	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	1	1	1	0	0	1	46	55
06:30 - 06:45	14	0	16	7	0	2	0	0	3	0	0	0	5	0	2	2	0	1	0	0	1	53	59	
06:45 - 07:00	13	0	17	7	0	3	1	0	2	1	0	0	5	0	1	2	0	1	1	0	2	56	66	
07:00 - 07:15	15	0	18	5	0	3	0	0	2	0	0	1	6	0	2	3	0	1	0	0	1	57	65	
07:15 - 07:30	14	0	15	6	0	2	0	0	2	0	0	0	4	0	1	1	0	1	0	0	1	47	51	
07:30 - 07:45	13	0	16	7	0	1	1	0	2	0	0	0	3	0	2	3	0	0	0	0	0	1	49	55
07:45 - 08:00	12	0	19	9	0	2	1	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	50	56
TOTAL	186	0	166	60	0	17	7	0	25	2	0	2	37	0	20	26	0	7	5	0	0	9		
TOTAL UCP	186	0	166	60	0	17	10.5	0	37.5	4	0	4	27.75	0	15	65	0	17.5	12.5	0	0	22.5		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carri: GHQ
 Aforador:

Sentido: Oeste - Este
 Día: Lunes
 H. Inicial: 08:00 pm
 H. Final: 08:00 pm



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES	
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL	TOTAL UCP
05:00 - 05:15	5	80	0	2	17	0	1	38	0	0	9	0	2	5	0	1	10	0	0	10	0	180	238
05:15 - 05:30	6	91	0	1	16	0	1	33	0	0	9	0	2	4	0	3	8	0	0	11	0	185	243
05:30 - 05:45	7	103	0	4	27	0	1	35	0	0	8	0	2	4	0	5	9	0	1	9	0	215	276
05:45 - 06:00	6	112	0	2	32	0	0	34	0	0	8	0	2	5	0	3	10	0	1	8	0	223	279
06:00 - 06:15	6	105	0	2	35	0	0	38	0	0	8	0	2	5	0	0	13	0	0	9	0	223	281
06:15 - 06:30	11	111	0	3	40	0	1	38	0	0	8	0	2	6	0	1	13	0	1	10	0	245	308
06:30 - 06:45	13	104	0	2	41	0	0	40	0	0	10	0	1	8	0	2	15	0	1	12	0	249	322
06:45 - 07:00	12	118	0	2	44	0	1	39	0	0	9	0	2	8	0	1	16	0	0	11	0	263	332
07:00 - 07:15	10	104	0	5	42	0	2	40	0	0	10	0	2	7	0	0	15	0	2	10	0	249	318
07:15 - 07:30	13	100	0	4	45	0	0	38	0	0	10	0	1	8	0	2	15	0	0	10	0	246	313
07:30 - 07:45	12	102	0	3	38	0	1	38	0	0	10	0	1	6	0	1	14	0	1	11	0	238	306
07:45 - 08:00	13	102	0	2	37	0	0	39	0	0	9	0	1	5	0	1	14	0	0	11	0	234	300
TOTAL	114	1232	0	32	414	0	8	450	0	0	108	0	20	71	0	20	152	0	7	122	0	234	300
TOTAL UCP	114	1232	0	32	414	0	12	675	0	0	216	0	15	53.25	0	50	380	0	17.5	305	0	234	300

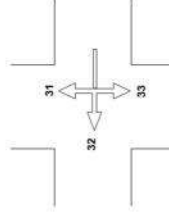
UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. M. CASTILLA - JR. MIGUEL GRAU
 Fecha: 2 CARRILES
 Carril: GHQ
 Aforador:

Sentido:
 Día:
 H. Inicial:
 H. Final:

Este - Oeste
 Lunes
 05:00 pm
 08:00 pm

FACTOR DE VEH. EQUIVALENTE	
MOTO	0.75
AUTOS	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2.
CAMION	2.5
BUS	2.5



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES		
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL	TOTAL UCP	
05:00 - 05:15	10	100	9	7	18	3	1	37	0	0	9	0	2	10	0	1	10	0	0	0	7	0	224	276
05:15 - 05:30	8	95	10	7	18	3	2	37	0	0	9	0	2	10	2	3	9	0	0	7	0	222	276	
05:30 - 05:45	12	96	10	6	17	0	1	39	1	0	9	0	4	10	4	2	10	0	0	4	0	225	274	
05:45 - 06:00	9	112	11	8	24	2	0	40	0	0	10	0	3	12	1	3	10	1	0	5	0	251	306	
06:00 - 06:15	10	110	12	6	24	2	0	38	0	0	10	0	4	11	4	0	11	0	0	5	0	247	295	
06:15 - 06:30	11	119	11	6	25	6	0	40	0	0	9	0	1	12	2	1	12	1	0	5	0	261	315	
06:30 - 06:45	11	114	11	8	25	8	0	40	0	0	10	0	5	12	3	1	13	0	0	8	0	269	327	
06:45 - 07:00	12	119	12	9	25	7	1	41	0	0	10	0	4	13	5	2	12	1	0	7	0	280	339	
07:00 - 07:15	12	118	11	8	23	6	1	41	0	0	9	0	3	12	3	1	12	0	0	7	0	267	323	
07:15 - 07:30	11	119	12	8	21	5	0	39	1	0	10	0	4	14	4	0	11	0	0	8	0	267	320	
07:30 - 07:45	13	112	10	7	20	4	1	38	0	0	8	0	4	10	3	1	10	1	0	7	0	249	301	
07:45 - 08:00	10	116	10	6	20	5	0	38	0	0	9	0	4	11	5	1	8	0	0	6	0	249	295	
TOTAL	129	1330	129	86	260	51	7	468	2	0	112	0	40	137	36	16	128	4	0	76	0	249	295	
TOTAL UCP	129	1330	129	86	260	51	10.5	702	3	0	224	0	30	102.75	27	40	320	10	0	190	0	249	295	

ANEXO 3

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

MAÑANA - FHP: 07:00 - 08:00 am						
HORARIO	NS	OE	EO	TOTAL		FHP
06:00 - 06:15	53	198	168	419	2178	0.978
06:15 - 06:30	56	234	197	487	2534	
06:30 - 06:45	40	287	263	590	2885	
06:45 - 07:00	55	319	310	683	3206	
07:00 - 07:15	52	390	333	775	3446	
07:15 - 07:30	59	400	379	838	3566	
07:30 - 07:45	62	448	401	910	3610	
07:45 - 08:00	66	444	414	923	3529	
08:00 - 08:15	62	443	391	895	3420	
08:15 - 08:30	61	444	377	882		
08:30 - 08:45	56	419	354	829		
08:45 - 09:00	63	417	335	814		
				923	3610	

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

TARDE - FHP: 11:00 am - 02:00 pm						
HORARIO	NS	OE	EO	TOTAL		FHP
11:00 - 11:15	67	381	260	708	2982	0.972
11:15 - 11:30	76	382	283	741	3120	
11:30 - 11:45	58	389	301	748	3275	
11:45 - 12:00	67	399	320	786	3471	
12:00 - 12:15	71	412	362	845	3642	
12:15 - 12:30	79	418	399	897	3709	
12:30 - 12:45	74	451	419	944	3717	
12:45 - 01:00	84	453	420	956	3616	
01:00 - 01:15	71	447	394	912	3486	
01:15 - 01:30	76	445	384	905		
01:30 - 01:45	63	418	361	842		
01:45 - 02:00	67	415	345	827		
				956	3717	

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

NOCHE - FHP: 05:00 - 08:00 pm						
HORARIO	NS	OE	EO	TOTAL		FHP
05:00 - 05:15	32	198	168	398	2100	0.978
05:15 - 05:30	34	234	197	465	2457	
05:30 - 05:45	31	287	263	580	2806	
05:45 - 06:00	29	319	310	657	3104	
06:00 - 06:15	32	390	333	755	3337	
06:15 - 06:30	34	400	379	813	3442	
06:30 - 06:45	30	448	401	878	3484	
06:45 - 07:00	31	446	414	891	3403	
07:00 - 07:15	27	443	391	860	3287	
07:15 - 07:30	36	443	377	855		
07:30 - 07:45	27	416	354	797		
07:45 - 08:00	28	413	335	775		
				891	3484	

AV. M. CASTILLA - JR.MIGUEL GRAU

MAÑANA - FHP: 07:00 - 08:00 am						
HORARIO	NS	OE	EO	TOTAL		FHP
06:00 - 06:15	45	183	168	396	2012	0.975
06:15 - 06:30	50	206	197	453	2252	
06:30 - 06:45	40	249	250	538	2492	
06:45 - 07:00	51	279	295	625	2692	
07:00 - 07:15	51	286	298	636	2829	
07:15 - 07:30	55	309	330	693	2938	
07:30 - 07:45	62	329	347	738	2976	
07:45 - 08:00	66	338	359	763	2928	
08:00 - 08:15	67	339	338	744	2830	
08:15 - 08:30	68	330	334	732		
08:30 - 08:45	63	316	310	689		
08:45 - 09:00	59	310	297	665		
				763	2976	

AV. M. CASTILLA - JR.MIGUEL GRAU

TARDE - FHP: 11:00 am - 02:00 pm						
HORARIO	NS	OE	EO	TOTAL		FHP
11:00 - 11:15	53	288	271	612	2507	0.982
11:15 - 11:30	55	291	270	616	2578	
11:30 - 11:45	47	284	273	604	2673	
11:45 - 12:00	59	316	302	676	2825	
12:00 - 12:15	51	319	313	683	2918	
12:15 - 12:30	60	318	333	710	2989	
12:30 - 12:45	58	341	358	756	3021	
12:45 - 01:00	66	345	359	769	2953	
01:00 - 01:15	66	341	347	754	2853	
01:15 - 01:30	66	339	338	743		
01:30 - 01:45	60	318	310	688		
01:45 - 02:00	59	312	298	668		
				769	3021	

AV. M. CASTILLA - JR.MIGUEL GRAU

NOCHE - FHP: 05:00 - 08:00 pm						
HORARIO	NS	OE	EO	TOTAL		FHP
05:00 - 05:15	50	238	276	564	2362	0.962
05:15 - 05:30	50	243	276	568	2419	
05:30 - 05:45	42	276	274	591	2528	
05:45 - 06:00	55	279	306	639	2645	
06:00 - 06:15	44	281	295	621	2742	
06:15 - 06:30	55	308	315	677	2826	
06:30 - 06:45	59	322	327	708	2833	
06:45 - 07:00	66	332	339	736	2788	
07:00 - 07:15	65	318	323	705	2702	
07:15 - 07:30	51	313	320	685		
07:30 - 07:45	55	306	301	662		
07:45 - 08:00	56	300	295	650		
				736	2833	

ANEXO 4

AJUSTE DE VOLUMENES

Para la Hora Punta **MAÑANA** 7:30 - 8:30

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	111	0.978	113	FI	113	1	1	113
	F	0	0.978	0	-	-	-	-	-
	D	140	0.978	143	FD	143	1	1	143
E	I	95	0.978	97	FI	805	1	1	805
	F	1383	0.978	1414	-	-	-	-	-
	D	104	0.978	106	FD	814	1	1	814
O	I	114	0.978	116	FI	967	1	1	967
	F	1664	0.978	1702	-	-	-	-	-
	D	0	0.978	0	F	851	1	1	851

Para la Hora Punta **TARDE** 12:30 - 1:30

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	144	0.972	148	FI	148	1	1	148
	F	0	0.972	0	-	-	-	-	-
	D	160	0.972	165	FD	165	1	1	165
E	I	99	0.972	102	FI	817	1	1	817
	F	1389	0.972	1429	-	-	-	-	-
	D	130	0.972	133	FD	848	1	1	848
O	I	125	0.972	129	FI	988	1	1	988
	F	1671	0.972	1719	-	-	-	-	-
	D	0	0.972	0	F	860	1	1	860

Para la Hora Punta **NOCHE** 6:30 - 7:30

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	35	0.978	35	FI	35	1	1	35
	F	0	0.978	0	-	-	-	-	-
	D	88	0.978	90	FD	90	1	1	90
E	I	100	0.978	102	FI	809	1	1	809
	F	1382	0.978	1414	-	-	-	-	-
	D	102	0.978	105	FD	812	1	1	812
O	I	110	0.978	112	FI	944	1	1	944
	F	1626	0.978	1663	-	-	-	-	-
	D	0	0.978	0	F	831	1	1	831

AJUSTE DE VOLUMENES

Para la Hora Punta **MAÑANA** 7:30 - 8:30

AV. M. CASTILLA - JR.MIGUEL GRAU

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	124	0.975	127	FI	127	1	1	127
	F	0	0.975	0	-	-	-	-	-
	D	140	0.975	144	FD	144	1	1	144
E	I	87	0.975	89	FI	697	1	1	697
	F	1186	0.975	1216	-	-	-	-	-
	D	104	0.975	107	FD	715	1	1	715
O	I	90	0.975	92	FI	731	1	1	731
	F	1246	0.975	1278	-	-	-	-	-
	D	0	0.975	0	F	639	1	1	639

Para la Hora Punta **TARDE** 12:30 - 1:30

AV. M. CASTILLA - JR.MIGUEL GRAU

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	123	0.982	125	FI	125	1	1	125
	F	0	0.982	0	-	-	-	-	-
	D	132	0.982	135	FD	135	1	1	135
E	I	94	0.982	96	FI	710	1	1	710
	F	1205	0.982	1227	-	-	-	-	-
	D	102	0.982	103	FD	717	1	1	717
O	I	116	0.982	118	FI	754	1	1	754
	F	1249	0.982	1271	-	-	-	-	-
	D	0	0.982	0	F	636	1	1	636

Para la Hora Punta **NOCHE** 6:30 - 7:30

AV. M. CASTILLA - JR.MIGUEL GRAU

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	117	0.962	122	FI	122	1	1	122
	F	0	0.962	0	-	-	-	-	-
	D	127	0.962	132	FD	132	1	1	132
E	I	87	0.962	90	FI	669	1	1	669
	F	1114	0.962	1157	-	-	-	-	-
	D	102	0.962	106	FD	685	1	1	685
O	I	89	0.962	93	FI	711	1	1	711
	F	1190	0.962	1237	-	-	-	-	-
	D	0	0.962	0	F	618	1	1	618

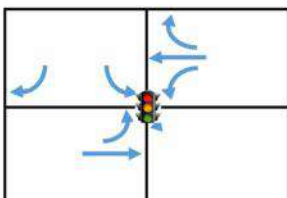
ANEXO 5

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



Para la Hora Punta MAÑANA



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	40	251	15.77	0.93
	FI	28	251	10.98	0.95
Oeste	F	202	1778	11.38	0.94
	FI	222	1778	12.50	0.94
Este	FD	172	1582	10.86	0.95
	FI	164	1582	10.38	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	3	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	F	5	0.93
	FI	3	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	1	1
	FI	1	1
Oeste	F	1	1
	FI	0	1
Este	FD	1	1
	FI	1	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	143	256	0.56	0.92
	FI	113	256		1
Oeste	F	851	1819	0.47	0.93
	FI	967	1819		1
Este	FD	814	1618	0.50	0.92
	FI	805	1618		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

				Pvi	Fvi
Norte	FD	143	256		1
	FI	113	256	0.44	0.98
Oeste	F	851	1819		1
	FI	967	1819	0.53	0.97
Este	FD	814	1618		1
	FI	805	1618	0.50	0.98

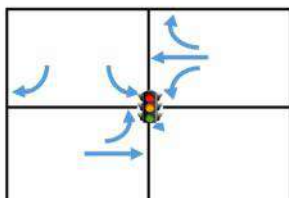
MAÑANA	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1331
FD		1800	1	0.94	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1220	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1471	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1448	

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



Para la Hora Punta TARDE



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	35	304	11.35	0.94
	FI	17	304	5.59	0.97
Oeste	F	204	1796	11.33	0.94
	FI	219	1796	12.17	0.94
Este	FD	182	1617	11.24	0.95
	FI	169	1617	10.47	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	F	5	0.93
	FI	4	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	3	1
	FI	1	1
Oeste	F	1	1
	FI	2	1
Este	FD	2	1
	FI	1	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	165	313	0.53	0.92
	FI	148	313		1
Oeste	F	860	1848	0.47	0.93
	FI	988	1848		1
Este	FD	848	1664	0.51	0.92
	FI	817	1664		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

				Pvi	Fvi
Norte	FD	165	313		1
	FI	148	313	0.47	0.98
Oeste	F	860	1848		1
	FI	988	1848	0.53	0.97
Este	FD	848	1664		1
	FI	817	1664	0.49	0.98

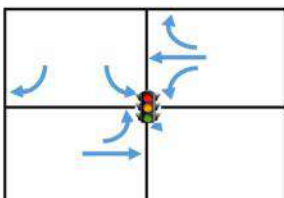
TARDE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1356
FD		1800	1	0.94	0.94	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1239	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1470	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1449	

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



Para la Hora Punta NOCHE



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	22	123	17.55	0.92
	FI	7	123	5.71	0.97
Oeste	F	194	1736	11.18	0.94
	FI	214	1736	12.33	0.94
Este	FD	174	1584	10.97	0.95
	FI	166	1584	10.49	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	3	0.94
Oeste	F	4	0.94
	FI	3	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	4	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	1	1
	FI	2	1
Oeste	F	2	1
	FI	1	1
Este	FD	1	1
	FI	2	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	165	313	0.53	0.92
	FI	148	313		1
Oeste	F	860	1848	0.47	0.93
	FI	988	1848		1
Este	FD	848	1664	0.51	0.92
	FI	817	1664		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

				Pvi	Fvi
Norte	FD	165	313		1
	FI	148	313	0.47	0.98
Oeste	F	860	1848		1
	FI	988	1848	0.53	0.97
Este	FD	848	1664		1
	FI	817	1664	0.49	0.98

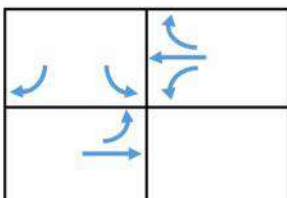
NOCHE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1356
FD		1800	1	0.94	0.92	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1213	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1470	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	0.93	1.00	1465	

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



Para la Hora Punta MAÑANA



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	40	264	14.99	0.94
	FI	25	264	9.30	0.96
Oeste	F	171	1336	12.80	0.94
	FI	191	1336	14.30	0.94
Este	FD	154	1377	11.17	0.93
	FI	146	1377	10.62	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	3	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	F	5	0.93
	FI	3	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	1	1
	FI	1	1
Oeste	F	1	1
	FI	0	1
Este	FD	1	1
	FI	1	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	144	270	0.53	0.92
	FI	127	270		1
Oeste	F	639	1370	0.47	0.93
	FI	731	1370		1
Este	FD	715	1412	0.51	0.92
	FI	697	1412		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

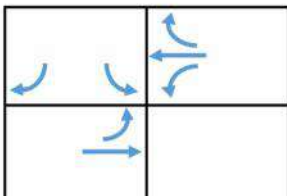
				Pvi	Fvi
Norte	FD	144	270		1
	FI	127	270	0.47	0.98
Oeste	F	639	1370		1
	FI	731	1370	0.53	0.97
Este	FD	715	1412		1
	FI	697	1412	0.49	0.98

MAÑANA	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1343
FD		1800	1	0.94	0.94	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1238	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1440	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1534	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1449	

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN



Para la Hora Punta TARDE



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	37	255	14.50	0.93
	FI	25	255	9.60	0.95
Oeste	F	171	1365	12.53	0.94
	FI	186	1365	13.63	0.94
Este	FD	153	1401	10.89	0.95
	FI	148	1401	10.53	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	F	5	0.93
	FI	4	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	3	1
	FI	1	1
Oeste	F	1	1
	FI	2	1
Este	FD	2	1
	FI	1	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	135	260	0.52	0.92
	FI	125	260		1
Oeste	F	636	1390	0.46	0.93
	FI	754	1390		1
Este	FD	717	1426	0.50	0.92
	FI	710	1426		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

				Pvi	Fvi
Norte	FD	135	260		1
	FI	125	260	0.48	0.98
Oeste	F	636	1390		1
	FI	754	1390	0.54	0.97
Este	FD	717	1426		1
	FI	710	1426	0.50	0.98

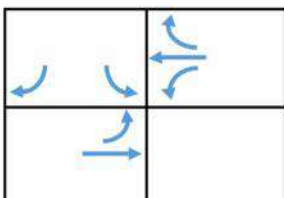
TARDE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1328
FD		1800	1	0.94	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1228	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1471	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1533	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1451	

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



Para la Hora Punta NOCHE



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	32	244	13.13	0.93
	FI	25	244	10.05	0.95
Oeste	F	165	1280	12.86	0.94
	FI	185	1280	14.42	0.93
Este	FD	146	1303	11.17	0.95
	FI	138	1303	10.59	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	3	0.94
Oeste	F	4	0.94
	FI	3	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	4	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	1	1
	FI	2	1
Oeste	F	2	1
	FI	1	1
Este	FD	1	1
	FI	2	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	135	260	0.52	0.92
	FI	125	260		1
Oeste	F	636	1390	0.46	0.93
	FI	754	1390		1
Este	FD	717	1426	0.50	0.92
	FI	710	1426		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

				Pvi	Fvi
Norte	FD	135	260		1
	FI	125	260	0.48	0.98
Oeste	F	636	1390		1
	FI	754	1390	0.54	0.97
Este	FD	717	1426		1
	FI	710	1426	0.50	0.98

NOCHE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1328
FD		1800	1	0.94	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1228	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1471	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.93	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1517	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	0.93	1.00	1467	

ANEXO 6

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	113	1331	0.08	0.12	35	100	0.35	465.68	0.24
		FD	143	1220	0.12		35	100	0.35	426.87	0.34
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	805	1553	0.52	0.55	60	100	0.60	931.63	0.86
		FD	814	1471	0.55		60	100	0.60	882.79	0.92
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	967	1534	0.63	0.63	60	100	0.60	920.27	1.05
		F	851	1448	0.59		60	100	0.60	869.08	0.98
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	3693								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	148	1356	0.11	0.13	35	100	0.35	474.73	0.31
		FD	165	1239	0.13		35	100	0.35	433.76	0.38
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	817	1553	0.53	0.58	60	100	0.60	931.93	0.88
		FD	848	1470	0.58		60	100	0.60	881.85	0.96
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	988	1534	0.64	0.64	60	100	0.60	920.14	1.07
		F	860	1449	0.59		60	100	0.60	869.48	0.99
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	3825								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

NOCHE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	35	1356	0.03	0.07	35	100	0.35	474.73	0.07
		FD	90	1213	0.07		35	100	0.35	424.53	0.21
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	809	1553	0.52		60	100	0.60	931.93	0.87
		FD	812	1470	0.55		60	100	0.60	881.85	0.92
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	944	1534	0.62		60	100	0.60	920.14	1.03
		F	831	1465	0.57		60	100	0.60	878.83	0.95
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	3521								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



PARA LA HORA PUNTA

MAÑANA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	127	1343	0.09	0.12	15	84	0.18	239.77	0.53
		FD	144	1238	0.12		15	84	0.18	221.13	0.65
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	697	1553	0.45		69	84	0.82	1275.66	0.55
		FD	715	1440	0.50		69	84	0.82	1182.50	0.60
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	731	1534	0.48		69	84	0.82	1259.78	0.58
		F	639	1449	0.44		69	84	0.82	1190.13	0.54
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau		Intersecc.	3052								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	125	1328	0.09	0.11	15	84	0.18	237.12	0.53
		FD	135	1228	0.11		15	84	0.18	219.24	0.61
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	710	1553	0.46		69	84	0.82	1275.44	0.56
		FD	717	1471	0.49		69	84	0.82	1208.62	0.59
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	754	1533	0.49		69	84	0.82	1259.24	0.60
		F	636	1451	0.44		69	84	0.82	1191.84	0.53
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau		Intersecc.	3076								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	122	1328	0.09	0.11	15	84	0.18	237.12	0.51
		FD	132	1228	0.11		15	84	0.18	219.24	0.60
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	669	1553	0.43		69	84	0.82	1275.44	0.52
		FD	685	1471	0.47		69	84	0.82	1208.62	0.57
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	711	1517	0.47		69	84	0.82	1245.84	0.57
		F	618	1467	0.42		69	84	0.82	1204.66	0.51
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau		Intersecc.	2936								

ANEXO 7

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



DEMORA ENTRE LOS	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

PARA LA HORA PUNTA MAÑANA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
A	Norte	FI	113	1331	0.08	0.12	35	100	0.35	465.68	0.24	17.55	0.06	1	17.60	B	18.03	B	
		FD	143	1220	0.12		35	100	0.35	426.87	0.34	18.19	0.18	1	18.37	B		B	
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <td>LOS</td> <td>DEMORA</td> <td>LOS</td>	LOS	DEMORA	LOS	
		FI	805	1553	0.52	0.55	60	100	0.60	931.63	0.86	12.62	6.00	1	18.61	B	21.47	C	
	FD	814	1471	0.55		60	100	0.60	882.79	0.92	13.60	10.69	1	24.29	C		C		
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <td>LOS</td> <td>DEMORA <td>LOS</td> </td>	LOS	DEMORA <td>LOS</td>	LOS		
Oeste	Oeste	FI	967	1534	0.63	0.63	60	100	0.60	920.27	1.05	16.47	37.46	1	53.93	D	44.54	D	
		F	851	1448	0.59		60	100	0.60	869.08	0.98	14.74	19.12	1	33.86	C		C	
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza			3693			120352											32.59		C

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

PARA LA HORA PUNTA TARDE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
A	Norte	FI	148	1356	0.11	0.13	35	100	0.35	474.73	0.31	18.02	0.13	1	18.15	B	18.49	B	
		FD	165	1239	0.13		35	100	0.35	433.76	0.38	18.51	0.28	1	18.79	B		B	
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
		FI	817	1553	0.53	0.58	60	100	0.60	931.93	0.88	12.82	6.70	1	19.52	B		B	
	FD	848	1470	0.58		60	100	0.60	881.85	0.96	14.37	15.81	1	30.17	C		C		
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS		
Oeste	F	FI	988	1534	0.64	0.64	60	100	0.60	920.14	1.07	17.10	45.86	1	62.96	E	50.37	D	
		FD	860	1449	0.59		60	100	0.60	869.48	0.99	14.94	20.95	1	35.89	D		D	
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza														140379				36.70	D

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



DEMORA ENTRE	LOS
0	10 A
10.1	20 B
20.1	35 C
35.1	55 D
55.1	80 E
80.1	200 F

PARA LA HORA PUNTA NOCHE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	35	1356	0.03	0.07	35	100	0.35	474.73	0.07	16.48	0.00	1	16.49	B	17.13	B
		FD	90	1213	0.07		35	100	0.35	424.53	0.21	17.34	0.04	1	17.38	B		
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <td>LOS</td> <td>DEMORA</td> <td>LOS</td>	LOS	DEMORA	LOS
		FI	809	1553	0.52	60	100	0.60	931.93	0.87	12.69	6.23	1	18.92	C	21.54	C	
	FD	812	1470	0.55	60	100	0.60	881.85	0.92	13.58	10.56	1	24.14	E				
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <td>LOS</td> <td>DEMORA <td>LOS</td> </td>	LOS	DEMORA <td>LOS</td>	LOS	
Oeste	FI	944	1534	0.62	60	100	0.60	920.14	1.03	15.81	29.42	1	45.23	D	37.01	D		
	F	831	1465	0.57	60	100	0.60	878.83	0.95	14.06	13.63	1	27.69	C				
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza														102750		29.18	C	

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



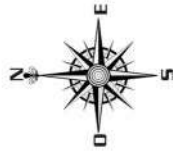
DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

PARA LA HORA PUNTA MAÑANA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
A	Norte	FI	127	1343	0.09	0.12	15	84	0.18	239.77	0.53	23.78	1.74	1	25.52	C	27.29	C	
		FD	144	1238	0.12		15	84	0.18	221.13	0.65	24.36	4.49	1	28.85	C		C	
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <td>LOS</td> <td>DEMORA <td>LOS</td> </td>	LOS	DEMORA <td>LOS</td>	LOS	
		FI	697	1553	0.45	0.50	69	84	0.82	1275.66	0.55	1.85	0.39	1	2.24	A	2.45	A	
	FD	715	1440	0.50		69	84	0.82	1182.50	0.60	2.02	0.64	1	2.67	A		A		
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <td>LOS</td> <td>DEMORA <td>LOS</td> </td>	LOS	DEMORA <td>LOS</td>	LOS		
Oeste	Oeste	FI	731	1534	0.48	0.48	69	84	0.82	1259.78	0.58	1.95	0.51	1	2.45	A	2.34	A	
		F	639	1449	0.44		69	84	0.82	1190.13	0.54	1.82	0.38	1	2.21	A		A	
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau			3052			14039											4.60		A

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



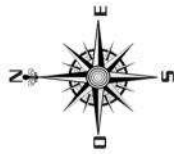
DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

PARA LA HORA PUNTA TARDE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	125	1328	0.09	0.11	15	84	0.18	237.12	0.53	23.78	1.75	1	25.54	C	26.67	C
		FD	135	1228	0.11		15	84	0.18	219.24	0.61	24.19	3.54	1	27.73	C		
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	710	1553	0.46	69	84	0.82	1275.44	0.56	1.87	0.42	1	2.29	A	2.43	A	
	FD	717	1471	0.49	69	84	0.82	1208.62	0.59	1.99	0.58	1	2.57	A				
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
FI	754	1533	0.49	69	84	0.82	1259.24	0.60	2.00	0.58	1	2.58	A	2.40	A			
F	636	1451	0.44	69	84	0.82	1191.84	0.53	1.81	0.37	1	2.19	A					
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau																		
3076																		
13735																		
4.47																		
A																		

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau



DEMORA ENTRE	LOS
0	10
10.1	20
20.1	35
35.1	55
55.1	80
80.1	200

PARA LA HORA PUNTA NOCHE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	122	1328	0.09	0.11	15	84	0.18	237.12	0.51	23.71	1.56	1	25.27	C	26.35	C
		FD	132	1228	0.11		15	84	0.18	219.24	0.60	24.13	3.22	1	27.35	C		
B	Este	Movim.	V	S	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <th>LOS</th> <th>DEMORA</th> <th>LOS</th>	LOS	DEMORA	LOS
		FI	669	1553	0.43	0.47	69	84	0.82	1275.44	0.52	1.79	0.33	1	2.11	A	2.25	A
	FD	685	1471	0.47		69	84	0.82	1208.62	0.57	1.90	0.48	1	2.38	A			
	Movim.	V	S	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA <th>LOS</th> <th>DEMORA</th> <th>LOS</th>	LOS	DEMORA	LOS	
Oeste	FI	F	711	1517	0.47	0.47	69	84	0.82	1245.84	0.57	1.92	0.48	1	2.39	A	2.25	A
			618	1467	0.42		69	84	0.82	1204.66	0.51	1.76	0.32	1	2.08	A		
Av. Mariscal Castilla - Jr. Miguel Grau			2936			12704											4.33	A

ANEXO 8

CICLO OPTIMO

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

Faseado del semáforo

FASES	DIRECC.	CICLO	VERDE	AMBAR	ROJO
A	N-S	100	35	3	62
B	E-O	100	60	3	37
	O-E	100	60	3	37

Movimientos críticos por fase

FASES	MOV.	v	s	v/s	v/s crítico	
A	NORTE	FI	148	1356	0.11	0.13
		FD	165	1239	0.13	
B	ESTE	FI	817	1553	0.53	0.64
		FD	848	1470	0.58	
	OESTE	FI	988	1534	0.64	
		F	860	1449	0.59	

$y = 0.78$
 $t =$ Tiempo de percepción - reacción del conductor (1 seg)
 $a =$ Tasa de desaceleración (3.05 m/s²)
 $v =$ Velocidad (50 km/h = 13.89 m/s)
 $L =$ Longitud del vehículo (6.10 m)

Intervalo de cambio para los accesos

Fase A $W = 4 + 4.5 + 4.5 + 3.5 = 16.5$ m

Fase B $W = 4 + 6.20 + 6.20 + 3.0 = 19.40$ m

$$y = \left(1 + \frac{t}{3}\right) + \left(\frac{v + a}{v}\right)$$

$$y = \left(1 + \frac{t}{3}\right) + \left(\frac{v + a}{v}\right)$$

$$y1 = \left(1 + \frac{13.89}{3(3.05)}\right) + \left(\frac{16.50 + 6.10}{13.89}\right)$$

$$y2 = \left(1 + \frac{13.89}{3(3.05)}\right) + \left(\frac{19.40 + 6.10}{13.89}\right)$$

y1 =	4 seg
A1 =	3 seg
TR1 =	1 seg

y2 =	4 seg
A2 =	3 seg
TR2 =	1 seg

Tiempo perdido por fase

$$L = A1 + A2$$

$$L = 6 \text{ seg}$$

Tiempo perdido por ciclo

$$Tc = A1 + A2 + TR1 + TR2$$

$$Tc = 8 \text{ seg}$$

Cálculo del ciclo óptimo

$$C_{opt} = \frac{1.5y + 5}{1 - y} = \frac{1.5 * 9 + 5}{1 - 0.78} = 84$$

Se considera el valor máximo del ciclo óptimo
 84 seg.
 Por lo tanto el rango se encuentra entre:
 84 - 120 - 156

Cálculo del cruce peatonal

$$v_s = 7 + v / 4 - d'$$

$$CpA = 7 + (16.50 / 4) - 4 = 8 \text{ seg}$$

$$CpB = 7 + (19.40 / 4) - 4 = 8 \text{ seg}$$

Asignación en función de flujos críticos para cada fase

Co = 84 seg

				V	A	R
A	84	0.13/0.78	0.17	14	3	67
B	84	0.64/0.78	0.83	70	3	11

Comprobando el cruce peatonal

8	<	14	ok
8	<	70	ok

CICLO OPTIMO

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Jirón Miguel Grau

Faseado del semáforo

FASES	DIRECC.	CICLO	ROJO
A	N-S	-	-
B	E-O	-	-
	O-E	-	-

Movimientos críticos por fase

FASES		MOV.	v/s	v/s crítico
A	NORTE	FI	0.09	0.11
		FD	0.11	
B	ESTE	FI	0.46	0.49
		FD	0.49	
	OESTE	FI	0.49	
		F	0.44	

$$y = 0.60$$

t = Tiempo de percepción - reacción del conductor (1 seg)

a = Tasa de desaceleración (3.05 m/s²)

v = Velocidad (50 km/h = 13.89 m/s)

L = Longitud del vehículo (6.10 m)

Intervalo de cambio para los accesos

$$\text{Fase A } W = 4 + 4.50 + 4.50 + \text{ Fase B } W = 4 + 3.80 + 3.80 = 11.60 \text{ m}$$

$$y_1 = \left(1 + \frac{v}{3a}\right) + \left(\frac{v + a}{a}\right) \quad y_2 = \left(1 + \frac{v}{3a}\right) + \left(\frac{v + a}{a}\right)$$

$$y_1 = \left(1 + \frac{13.89}{3(3.05)}\right) + \left(\frac{16.50 + 6.10}{13.89}\right) \quad y_2 = \left(1 + \frac{13.89}{3(3.05)}\right) + \left(\frac{11.60 + 6.10}{13.89}\right)$$

y1 =	4 seg
A1 =	3 seg
TR1 =	1 seg

y2 =	4 seg
A2 =	3 seg
TR2 =	1 seg

Tiempo perdido por fase

Tiempo perdido por ciclo

Cálculo del ciclo óptimo

$$c_{\text{opt}} = \frac{1.5 \cdot y + 5}{1 - y} = \frac{1.5 \cdot 9 + 5}{1 - 0.79} = 84$$

Se considera el valor máximo del ciclo óptimo
84 seg.
Por lo tanto el rango se encuentra entre:
84 - 120 - 156

Cálculo del cruce peatonal

$$c_r = 7 + v / 4 - i'$$

$$CpA = 7 + (16.50 / 4) - 4 =$$

$$CpB = 7 + (11.60 / 4) - 4 =$$

Asignación en función de flujos críticos para cada fase

Co = 90 seg

		V	A	R
A	84	15	3	66
B	84	69	3	12

Comprobando el cruce peatonal

8	<	15
6	<	69

ANEXO 9

Para la Hora Punta

TARDE

12:30 - 1:30

VEH. URB. LOS SAUCES

400

AV. M. CASTILLA - AV. LA ESPERANZA

VEH. URB. LOS EUCALIPTOS

845

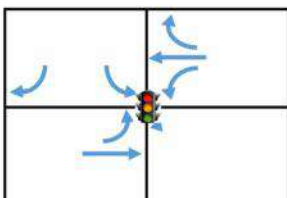
Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	144	0.972	468	FI	468	1	1	468
	F	0	0.972	0	-	-	-	-	-
	D	160	0.972	245	FD	245	1	1	245
E	I	99	0.972	102	FI	817	1	1	817
	F	1389	0.972	1429	-	-	-	-	-
	D	130	0.972	133	FD	848	1	1	848
O	I	125	0.972	298	FI	1495	1	1	1495
	F	1671	0.972	2395	-	-	-	-	-
	D	0	0.972	0	F	1198	1	1	1198

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



Para la Hora Punta TARDE



Factor de ajuste por anchura de carril

Anchura de carril, m	2.40	2.70	3.00	3.30	3.90	4.20	4.50	4.80
Factor de Ajuste, fA	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.07	1.10	Pase a 2 carriles

Norte	FD	3.10 m	0.94
	FI	3.10 m	0.94
Oeste	F	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10
Este	FD	4.50 m	1.10
	FI	4.50 m	1.10

Factor de ajuste por vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados, %VP	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Factor de Ajuste, fvp	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87

Norte	FD	35	304	11.35	0.94
	FI	17	304	5.59	0.97
Oeste	F	204	1796	11.33	0.94
	FI	219	1796	12.17	0.94
Este	FD	182	1617	11.24	0.94
	FI	169	1617	10.47	0.95

Factor de ajuste por pendiente del acceso

	BAJADA			A NIVEL	SUBIDA		
Inclinación, %	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Factor de ajuste, fi	1.03	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

Nº de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	Nº de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40
1	1	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
2	1	0.95	0.92	0.89	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	F	5	0.93
	FI	4	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94

Factor de ajuste por parada de autobuses

N° de carriles	Número de autobuses que parar por hora, NB				
	0	10	20	30	40
1	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83
2	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92
3	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94

Norte	FD	3	1
	FI	1	1
Oeste	F	1	1
	FI	2	1
Este	FD	2	1
	FI	1	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

Tipo de zona	Factor, fa
Centro urbano	0.90
Otras zonas	1.00

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

0.90

Factor de ajuste por vueltas a la derecha en el grupo de carriles

Fvd	0.85	Carril Exclusivo
Fvd	$1-0.15 \cdot Pvd$	Carril Compartido
Pvd	Proporción de vueltas a la derecha por grupo de carriles	

				Pvd	Fvd
Norte	FD	245	713	0.34	0.95
	FI	468	713		1
Oeste	F	1198	2693	0.44	0.93
	FI	1495	2693		1
Este	FD	848	1664	0.51	0.92
	FI	817	1664		1

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Fvi	0.85	Carril Exclusivo
Fvi	$1/(1+0.05 \cdot Pvi)$	Carril Compartido
Pvi	Proporción de vueltas a la izquierda por grupo de carriles	

				Pvi	Fvi
Norte	FD	245	713		1
	FI	468	713	0.66	0.97
Oeste	F	1198	2693		1
	FI	1495	2693	0.56	0.97
Este	FD	848	1664		1
	FI	817	1664	0.49	0.98

TARDE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.94	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1344
FD		1800	1	0.94	0.94	1	0.94	1	0.9	0.95	1.00	1276	
Este	FI	1800	1	1.10	0.95	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1553	
	FD	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1454	
Oeste	FI	1800	1	1.10	0.94	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1532	
	F	1800	1	1.10	0.94	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1454	

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

TARDE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	X=v/c
A	Norte	FI	468	1344	0.35	0.35	1.00
		FD	245	1276	0.19		0.55
B	Este	Movim.	v	s	v/s	0.58	X=v/c
		FI	817	1553	0.53		0.88
		FD	848	1454	0.58		0.97
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	0.98	X=v/c
		FI	1495	1532	0.98		1.63
		F	1198	1454	0.82		1.37
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	5070				

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

PARA LA HORA PUNTA TARDE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS			
A	Norte	FI	468	1344	0.35	0.35	35	100	0.35	470.52	1.00	24.63	30.67	1	55.30	B	43.52	D			
		FD	245	1276	0.19	0.35	35	100	0.35	446.70	0.55	19.86	1.10	1	20.96	B					
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS			
		FI	817	1553	0.53	0.58	60	100	0.60	931.93	0.88	12.82	6.70	1	19.52	C	25.98	C			
	FD	848	1454	0.58	0.58	60	100	0.60	872.56	0.97	14.58	17.63	1	32.21	F						
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS				
Oeste	Oeste	FI	1495	1532	0.98	0.98	60	100	0.60	919.22	1.63	254.30	584.14	1	838.44	D	593.70	F			
		F	1198	1454	0.82	0.98	60	100	0.60	872.35	1.37	34.48	253.60	1	288.07	F					
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza														1673042					329.99	F	

ANEXO 10

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	113	1331	0.08	0.12	14	84	0.17	221.75	0.51
		FD	143	1220	0.12		14	84	0.17	203.27	0.70
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	805	1553	0.52		70	84	0.83	1293.94	0.62
		FD	814	1471	0.55		70	84	0.83	1226.10	0.66
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	967	1534	0.63		70	84	0.83	1278.15	0.76
		F	851	1448	0.59		70	84	0.83	1207.05	0.71
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	3693								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	148	1356	0.11	0.13	14	84	0.17	226.06	0.66
		FD	165	1239	0.13		14	84	0.17	206.55	0.80
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	817	1553	0.53		70	84	0.83	1294.35	0.63
		FD	848	1470	0.58		70	84	0.83	1224.79	0.69
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	988	1534	0.64		70	84	0.83	1277.97	0.77
		F	860	1449	0.59		70	84	0.83	1207.61	0.71
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	3825								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



PARA LA HORA PUNTA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	35	1356	0.03	0.07	14	84	0.17	226.06	0.16
		FD	90	1213	0.07		14	84	0.17	202.16	0.45
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	809	1553	0.52	0.55	70	84	0.83	1294.35	0.63
		FD	812	1470	0.55		70	84	0.83	1224.79	0.66
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	944	1534	0.62	0.62	70	84	0.83	1277.97	0.74
		F	831	1465	0.57		70	84	0.83	1220.60	0.68
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza		Intersecc.	3521								

ANEXO 11

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



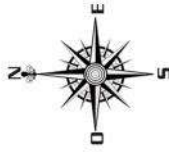
DEMORA ENTRE	LOS
0	10
10.1	20
20.1	35
35.1	55
55.1	80
80.1	200

PARA LA HORA PUNTA MAÑANA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
A	Norte	FI	113	1331	0.08	0.12	14	84	0.17	221.75	0.51	24.22	1.63	1	25.85	C	29.39	C	
		FD	143	1220	0.12		14	84	0.17	203.27	0.70	25.12	7.07	1	32.19	C		C	
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
		FI	805	1553	0.52	0.55	70	84	0.83	1293.94	0.62	1.84	0.67	1	2.51	A	2.73	A	
	FD	814	1471	0.55		70	84	0.83	1226.10	0.66	1.98	0.96	1	2.95	A		A		
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS		
Oeste	FI	967	1534	0.63	0.63	70	84	0.83	1278.15	0.76	2.40	1.86	1	4.26	A	3.90	A		
	F	851	1448	0.59		70	84	0.83	1207.05	0.71	2.15	1.33	1	3.48	A		A		
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza														19033				5.15	A

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza



DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

PARA LA HORA PUNTA TARDE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
A	Norte	FI	148	1356	0.11	0.13	14	84	0.17	226.06	0.66	24.89	4.59	1	29.48	C	34.24	C
		FD	165	1239	0.13		14	84	0.17	206.55	0.80	25.56	12.96	1	38.52	D		D
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	817	1553	0.53	0.58	70	84	0.83	1294.35	0.63	1.87	0.72	1	2.59	A	2.94	A
	FD	848	1470	0.58		70	84	0.83	1224.79	0.69	2.09	1.19	1	3.28	A		A	
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
Oeste	Oeste	FI	988	1534	0.64	0.64	70	84	0.83	1277.97	0.77	2.49	2.12	1	4.61	A	4.13	A
		F	860	1449	0.59		70	84	0.83	1207.61	0.71	2.18	1.40	1	3.57	A		A
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza													23236			6.07	A	

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida Mariscal Castilla - Avenida La Esperanza

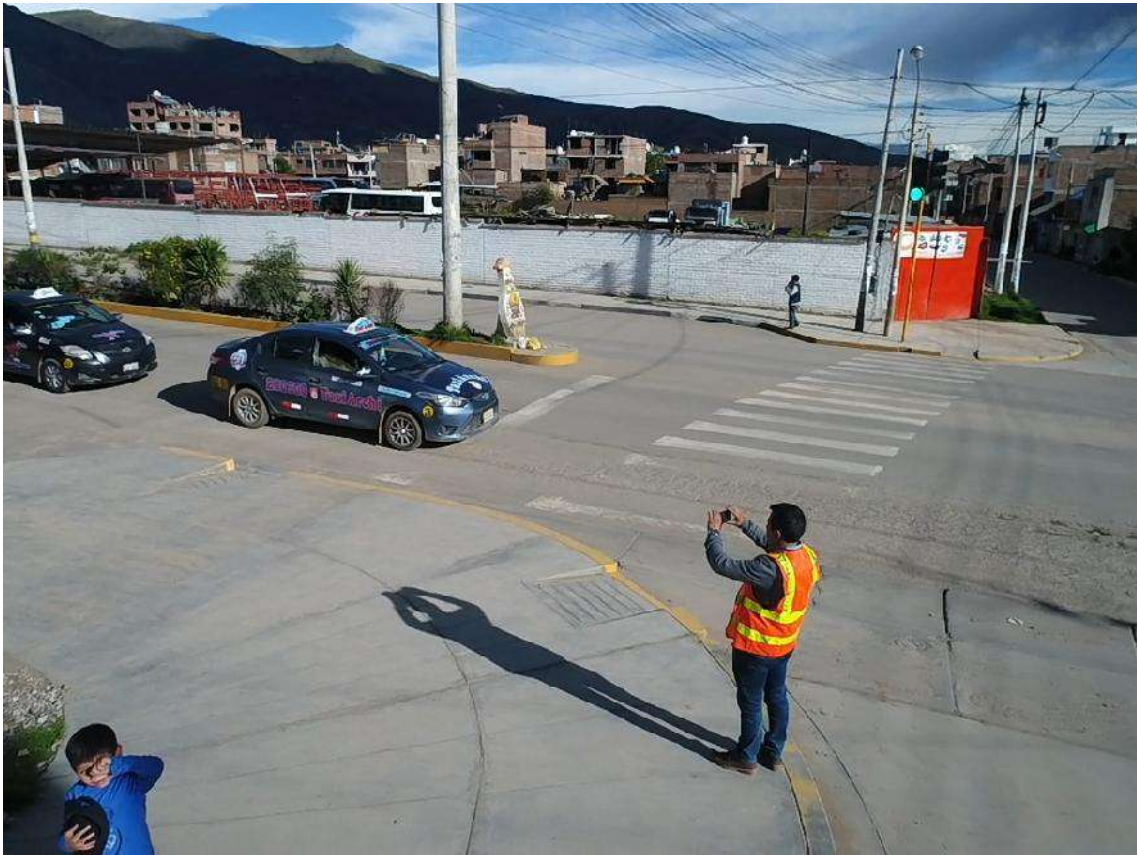


DEMORA ENTRE	LOS
0	10
10.1	20
20.1	35
35.1	55
55.1	80
80.1	200

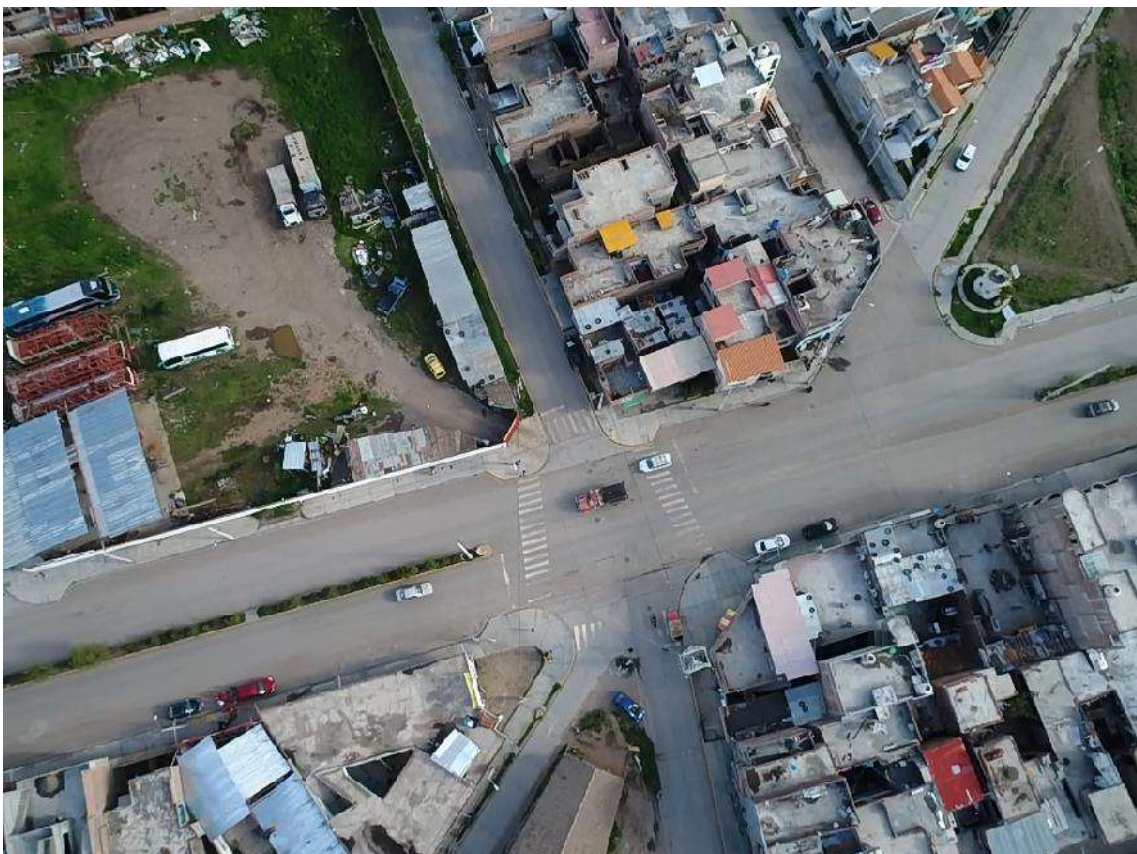
PARA LA HORA PUNTA NOCHE

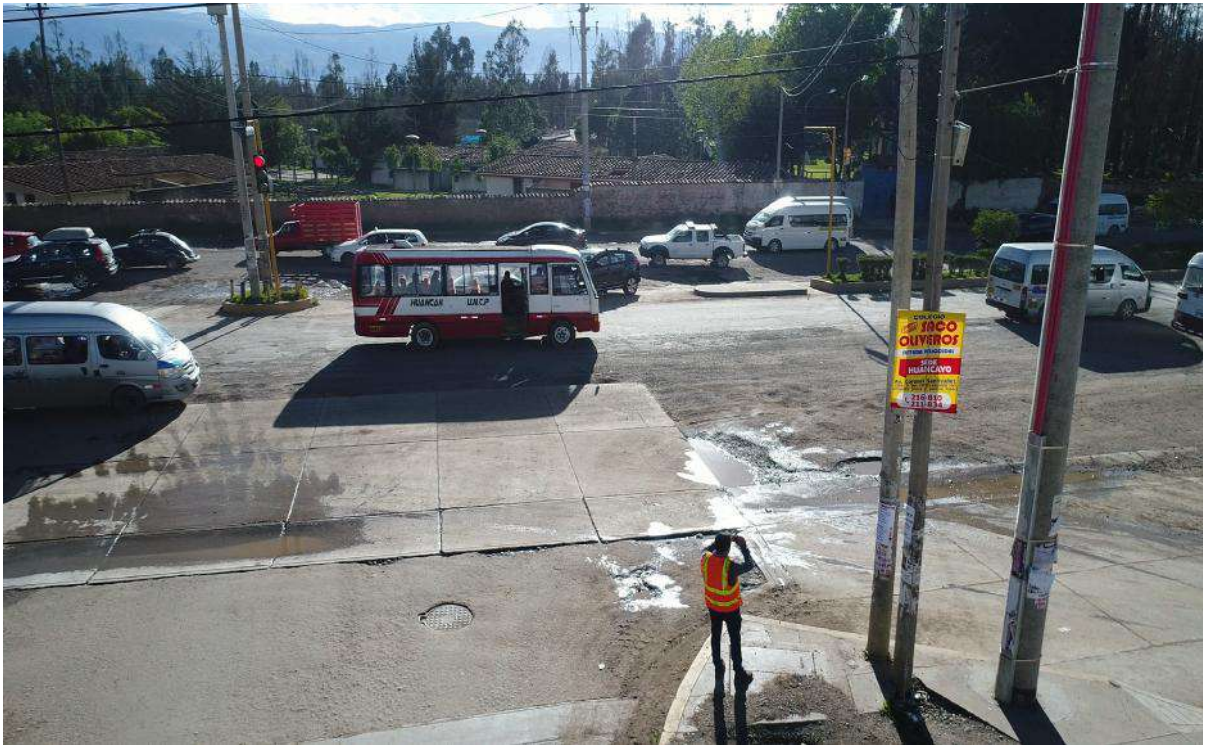
Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
A	Norte	FI	35	1356	0.03	0.07	14	84	0.17	226.06	0.16	22.76	0.03	1	22.79	C	24.38	C	
		FD	90	1213	0.07		14	84	0.17	202.16	0.45	23.94	1.06	1	25.00	C		C	
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS	
		FI	809	1553	0.52	0.55	70	84	0.83	1294.35	0.63	1.85	0.69	1	2.54	A	2.74	A	
	FD	812	1470	0.55		70	84	0.83	1224.79	0.66	1.98	0.96	1	2.94	A		A		
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS		
Oeste	F	FI	944	1534	0.62	0.62	70	84	0.83	1277.97	0.74	2.31	1.61	1	3.92	A	3.56	A	
		FD	831	1465	0.57		70	84	0.83	1220.60	0.68	2.05	1.10	1	3.15	A		A	
Av. Mariscal Castilla - Av. La Esperanza														13810				3.92	A

PANEL FOTOGRAFICO

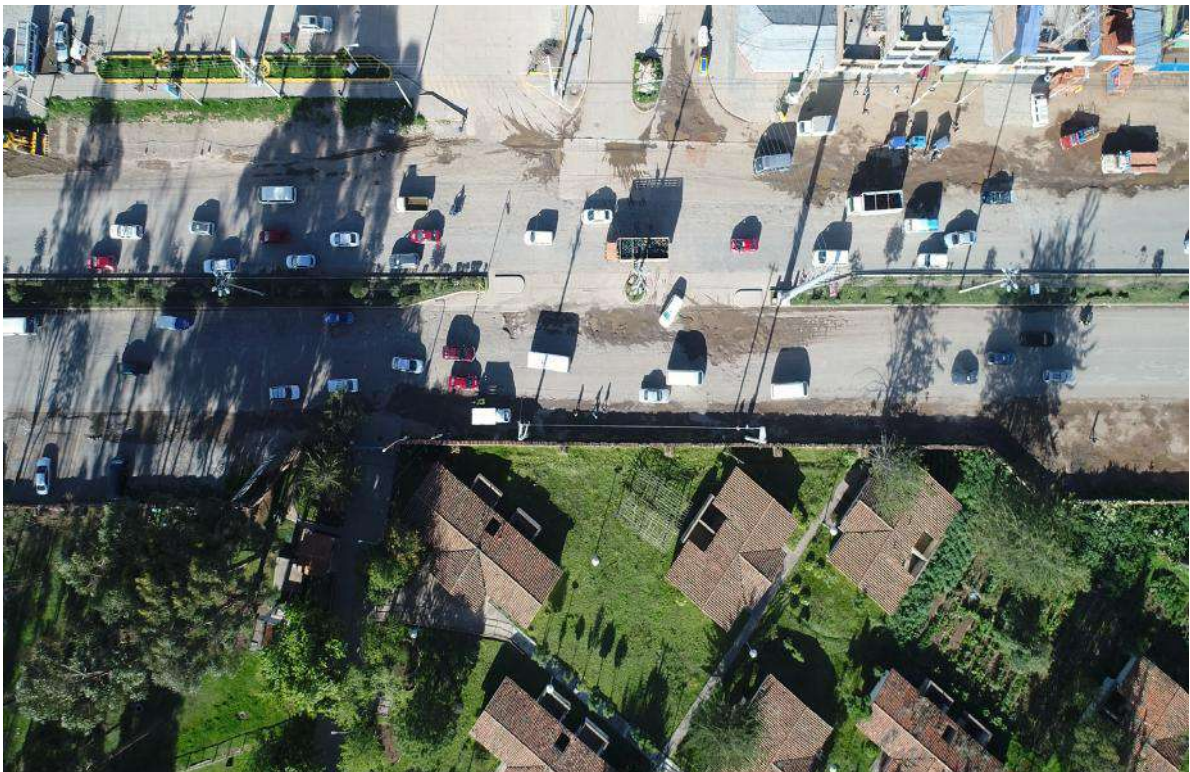


REALIZANDO LA FILMACION PARA EL CONTEO Y AFORO
AVENIDA MARIATEGUI





REALIZANDO FILMACION ENLA INTERSECCION DE LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA Y LA AVENIDA ESPERANZA





FILMANDO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA Y EL JIRON MIGUEL GRAU





URBANIZACION LOS SAUCES





URBANIZACION LOS EUCALIPTOS

