



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“TRÁFICO VIAL Y EL NIVEL DE SERVICIO EN LA
INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS JOSÉ CARLOS
MARIATEGUI Y HUANCVELICA, HUANCAYO 2017”

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

GIOVER, HERRERA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

MARZO, 2017

DEDICATORIA:

Quiero dedicarle este trabajo.

A Dios que me ha dado la vida y fortaleza, a mis Padres por estar ahí cuando más los necesité; en especial a mi madre por su ayuda y constante cooperación con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por siempre mostrarme el camino correcto, a todos los Ingenieros de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura por todos los consejos y sabiduría dada hacia mi persona durante el desarrollo de la tesis. A mis padres por el apoyo incondicional y la confianza vertida en todo momento.

RESUMEN

El presente documento propone una alternativa para mejorar el nivel de servicio de una intersección en el distrito de El Tambo entre las Avenidas José Carlos Mariátegui y Huancavelica, se analizó el grado de saturación de la intersección mencionada, se realizó el cálculo de las demoras y se determinó el nivel de servicio actual, a continuación, se propone soluciones evaluando los ciclos de los semáforos 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 la intersección en análisis y en la etapa de recopilación de información se solicitó información de la Municipalidad de El Tambo 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.

SUMMARY

This paper proposes an alternative to improve the service level of an intersection in the district of El Tambo between José Carlos Mariátegui and Huancavelica, the degree of saturation of the mentioned intersection was analyzed, the calculation of the delays was calculated and the current service level was determined, next, solutions are proposed, evaluating the cycles of the traffic lights for the improvement of the level of service for Speeding up traffic in this area at peak times.

The gauging data were obtained from the manual gauging performed at the intersection in analysis and at the information gathering stage information was requested from the Municipality of El Tambo to compare the values obtained. The information obtained has been processed based on the HCM. Synchro Traffic 8.0 modeling software is also being used as a tool to assist in the analytical evaluation of the document.

Finally we propose a solution that is in line with the reality of each intersection from the technical point of view.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA:.....	ii
AGRADECIMIENTO:	iii
RESUMEN	iv
SUMARY.....	v
INDICE DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2. DELIMITACIONES.....	14
1.2.1. ESPACIAL	14
1.2.1. TEMPORAL.....	14
1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	14
1.3.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.4. OBJETIVOS.....	15
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	16
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	16
1.6. VARIABLES	17
1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	17
1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	17
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.7.1. MÉTODO.....	17
1.7.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18

1.7.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA	19
1.8.1. POBLACIÓN	19
1.8.3. MUESTRA	19
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	19
1.9.1. TÉCNICAS.....	19
1.9.2. INSTRUMENTOS	19
1.9.3. RECOLECCIÓN DE DATOS	20
1.10. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	21
1.10.2. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.10.2. IMPORTANCIA.....	22
1.11. LIMITACIONES	22
CAPITULO II.....	23
FUNDAMENTOS TEORICOS.....	23
2.1. MARCO REFERENCIAL.....	23
2.1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	23
2.1.2. REFERENCIAS HISTÓRICAS.....	30
2.2. MARCO LEGAL	33
2.3. MARCO CONCEPTUAL	34
2.4. MARCO TEÓRICO	35
2.4.1. GENERALIDADES	35
2.4.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS	35
2.4.3. SISTEMA DE TRANSPORTE.....	43
2.4.3.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	43
2.4.3.2. EL PROBLEMA EN EL TRANSPORTE URBANO	45
2.4.4. USUARIO	47
2.4.4.1. PEATÓN.....	47
2.4.4.2. CONDUCTOR	48
2.4.4.3. PERCEPCIÓN - REACCIÓN.....	50
2.4.5. SISTEMA FUNCIONAL DE VÍAS URBANAS	52

2.4.5.1 SUBSISTEMA PRIMARIO	53
2.4.5.2. SUBSISTEMA SECUNDARIO	56
2.4.6. CAPACIDAD VIAL	57
2.4.7. VOLUMEN DE TRANSITO	57
2.4.8. VELOCIDAD	58
2.4.9. DENSIDAD	60
2.4.10. DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DE TRANSITO	60
2.4.11. CONTEOS O AFOROS VEHICULARES	63
2.4.11.1. MÉTODOS DE AFORO VEHICULAR	64
2.4.11.2. ESTACIONES DE AFORO	66
2.4.12. CONDICIONES PREVALECIENTES	67
2.4.13. NIVEL DE SERVICIO	68
2.4.14. CRITERIOS DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	71
2.4.15. INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS	75
2.4.15.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	75
2.4.15.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS OPERACIONAL	76
2.4.16. SEMÁFOROS	88
2.4.16.1. FASEADO DE SEMÁFOROS	88
2.4.16.2. CICLO DE UN SEMÁFORO	91
2.4.16.3. LUZ VERDE DE UN SEMÁFORO	92
2.4.16.4. COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS	94
2.4.17. DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO	99
2.4.17.1. CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL	101
2.4.18. SIMULACIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR	118
2.4.19. INTERSECCIONES VIALES	125
CAPITULO III	127
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	127
3.1. CONDICIONES PREVALECIENTES DE LA LÍNEA DE ESTUDIO	127
3.2. MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMENES	130
3.3. MÓDULO DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACIÓN	133

3.4. MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	135
3.4. NIVEL DE SERVICIO.....	137
3.4. CICLO ÓPTIMO	139
3.4. APLICACIÓN DEL PROGRAMA SYNCHRO 8.....	140
3.4.1. MEJORA DE LA LÍNEA DE ESTUDIO	140
3.4.1. PROYECCIÓN EN LA LÍNEA DE ESTUDIO	144
CAPITULO IV.....	147
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	147
4.1. ANÁLISIS DEL VOLUMEN	147
4.2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD	149
4.3. ANÁLISIS DE NIVEL DE SERVICIO.....	149
4.4. ANÁLISIS DEL SYNCHRO 8	151
4.4.1. MEJORA DE LÍNEA DE ESTUDIO.....	151
4.4.2. PROYECCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO	152
4.4.3. MEJORA DE LÍNEA DE ESTUDIO CON RUTAS ALTERNAS.....	153
4.4.4. PROYECCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO CON ACCESOS ALTERNOS	155
4.4.5. MEJORA EN LA PROYECCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO	156
CAPITULO V.....	158
PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS	158
5.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	158
5.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	158
CAPITULO VI.....	160
6.1. CONCLUSIONES	160
6.2. RECOMENDACIONES	161
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	162
ANEXOS.....	164

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 MEDIDAS DE EFICIENCIA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO ...	74
TABLA 2 FACTOR DE AJUSTE POR ANCHURA DE CARRIL.....	80
TABLA 3 FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS.....	80
TABLA 4 FACTOR DE AJUSTE POR PENDIENTE DE ACCESO.....	81
TABLA 5 FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTO.....	81
TABLA 6 FACTOR DE AJUSTE POR PARADAS DE AUTOBUSES	82
TABLA 7 FACTOR DE AJUSTE POR LOCALIZACIÓN DE LA INTERSECCIÓN	82
TABLA 8 FACTOR DE AJUSTE POR VUELTAS A LA DERECHA EN EL GRUPO DE CARRILES	83
TABLA 9 FACTOR DE AJUSTE POR VUELTAS A LA IZQUIERDA EN EL GRUPO DE CARRILES	83
TABLA 10 CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES.....	88
TABLA 11 FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA	130
TABLA 12 MÓDULO DE AJUSTE DE VOLÚMENES Av. J. C. MARIATEGUI - Av. HUANCAVELICA.....	132
TABLA 13 MÓDULO DE AJUSTE DE FLUJO DE SATURACIÓN Av. J. C. MARIATEGUI - Av. HUANCAVELICA.....	134
TABLA 14 MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD Av. J. C. MARIATEGUI - Av. HUANCAVELICA.....	136
TABLA 15 NIVEL DE SERVICIO Av. J. C. MARIATEGUI - Av. HUANCAVELICA	138
TABLA 16 CICLO DE LAS INTERSECCIONES	139
TABLA 17 CICLO ÓPTIMO	139
TABLA 18 NIVEL DE SERVICIO MEJORADO	144
TABLA 19 TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO	144
TABLA 20 PROYECCIÓN DE VOLUMENES PARA 2022 Y 2027.....	145
TABLA 21 NIVELES DE SERVICIO PROYECTADOS PARA EL 2022 Y 2027	146
TABLA 22 PORCENTAJE DE VEHÍCULOS.....	148

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 GRAFICO DE UBICACIÓN DE LA INTERSECCIÓN.....	20
FIGURA 2 RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRASPORTE, SISTEMA DE ACTIVIDADES Y LOS FLUJOS	44
FIGURA 3 CIRCULO VICIOSO DEL TRANSPORTE PÚBLICO	46
FIGURA 4 ROMPIENDO EL CÍRCULO VICIOSO DEL TRANSPORTE PÚBLICO	47
FIGURA 5 INTERSECCIÓN DE CUATRO ACCESOS OPERADA CON UN SEMÁFORO DE DOS FASES.....	63
FIGURA 6 DIAGRAMA TIEMPO - DISTANCIA	98
FIGURA 7 ESQUEMA METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE INTERSECCIONES CON SEMÁFOROS HCM 2000 MANUAL	119
FIGURA 8 DATOS NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS DE CADA GRUPO DE CARRILES.	120
FIGURA 9 EXPRESIONES PARA CALCULAR LOS DIFERENTES FACTORES DE AJUSTE.....	123
FIGURA 10 UBICACIÓN DE LÍNEA DE ESTUDIO	128
FIGURA 11 INTERSECCIÓN DEL JIRÓN HUANCAS CON LA AVENIDA GIRÁLDEZ	129
FIGURA 12 MODELAMIENTO DE LÍNEA DE ESTUDIO	141
FIGURA 13 CONFIGURACIÓN DE CARRIL.....	142
FIGURA 14 AJUSTE DE VOLUMEN	143
FIGURA 15 CONFIGURACIÓN DE NODOS	143
FIGURA 16 CONFIGURACIÓN DE GIROS Y VOLÚMENES	147
FIGURA 17 CONFIGURACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO	150
FIGURA 18 CONFIGURACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO MEJORADO	151
FIGURA 19 CONFIGURACIÓN NIVEL DE SERVICIO 2022	152
FIGURA 20 CONFIGURACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO 2027	153
FIGURA 21 CONFIGURACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO CON RUTAS ALTERNAS	154
FIGURA 22 CONFIGURACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO CON RUTAS ALTERNAS 2022	155
FIGURA 23 CONFIGURACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO CON RUTAS ALTERNAS 2027	156

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, especialmente desde principios de los años noventa, el aumento de la demanda de transporte y del tránsito vial han causado, particularmente en las ciudades grandes, más congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales. Ese aumento explosivo surge de un mayor acceso al automóvil al elevarse el poder adquisitivo de las clases de ingresos medios, más acceso al crédito, reducción de los precios de venta, más oferta de autos usados, crecimiento de la población, menos habitantes por hogar y escasa aplicación de políticas estructuradas en el transporte urbano. Este transporte insume, en las ciudades mayores, en lo cual incide la congestión de tránsito, que afecta tanto a automovilistas como a usuarios del transporte colectivo y que acarrea pérdida de eficiencia económica y otros efectos negativos para la sociedad.

El problema de la congestión vehicular en la ciudad de Huancayo se acrecienta cada vez más, esto debido a algunos factores que desmejoran la situación. El principal factor es el crecimiento del parque automotor en contraste con la infraestructura vial; es decir que la infraestructura vial colapsa debido a la gran demanda que existe, y como consecuencia se genera la congestión vehicular. Una de las vías más transitadas es la Avenida José Carlos Mariátegui y la Avenida Huancavelica.

Es por eso que esta tesis busca mejorar el nivel de servicio en la intersección de la Avenida José Carlos Mariátegui y la Avenida Huancavelica, para lo cual se realizó el análisis del flujo de tráfico.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El congestionamiento tráfico representa en la actualidad un gran reto a resolver debido al número de usuarios cada vez mayor que necesitan transportarse hacia las grandes ciudades para realizar sus actividades económicas, sociales, culturales y de cualquier índole. Más aún, el transporte no es exclusivo de los usuarios, ya que los productos que se consumen o se comercializan también necesitan ser transportados, lo que agudiza más el problema acerca del incremento del número de vehículos que transitan a través de las ciudades y que provocan problemas serios de tráfico vehicular, además de contaminación, exceso de ruido, incremento del número de accidentes viales, etc. La repercusión que tiene el incremento de vehículos automotores con el aumento del número de accidentes viales, destacándose las que son consecuencia de un mal diseño de las vías urbanas y las que se deben a una falta de criterios sobre seguridad vial y un nivel de servicio para una mejor adaptación de sistemas de control vehicular. En lo que respecta a congestionamiento, es tentativo pensar que un incremento en la infraestructura vial conlleva necesariamente a una mejora en la fluidez vehicular, pero no siempre es así; esto se discute en la famosa paradoja de Braess. De hecho, la dificultad que surge al agregar una nueva vía es un concepto que ya ha sido ampliado y aplicado recientemente a sistemas de transporte mesoscópicos. El mal diseño de infraestructuras viales y el uso de controladores de tráfico obsoletos e ineficientes, son las principales causas que han ocasionado que varias ciudades en el mundo presenten problemas serios de transporte, por lo que últimamente se han presentado nuevas estrategias e intensificado estudios sobre tráfico vehicular en sistemas viales, buscando agilizar la movilidad vehicular.

1.2. DELIMITACIONES

1.2.1. ESPACIAL

Intersección entre la avenida José Carlos Mariategui y avenida Huancavelica Distrito de El tambo – Huancayo – Junin.

1.2.1. TEMPORAL

El estudio tendrá una duración de dos meses, comenzará a principios de marzo hasta fines de abril del 2017.

1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye el tráfico vial en el nivel de servicio de la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cómo influye el nivel de saturación en la optimización del nivel de servicio según el análisis del flujo de tráfico en la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

- b) ¿Cómo interviene la velocidad de los vehículos en el nivel de servicio de la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?
- c) ¿Cómo afecta los tiempos del semáforo en la optimización del nivel de servicio según el análisis de tráfico en la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de mejora en el nivel de servicio de la intersección de la Avenida José Carlos Mariátegui y la Avenida Huancavelica en el distrito de El Tambo a partir de análisis del flujo de tráfico calculando sus actuales niveles de servicio.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar la intersección a evaluarse y realizar el aforo de las mismas.
- b) Realizar el análisis de la situación existente identificando el escenario actual.
- c) Caracterizar el modelo de tráfico de las intersecciones.
- d) Analizar el comportamiento del flujo vehicular de las intersecciones de acuerdo a los resultados obtenidos.
- e) Evaluar la información y proponer una alternativa de mejora en el nivel de servicio.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

¿El tráfico vial optimiza el nivel de servicio en la intersección semaforizada Av. José Carlos Mariategui – Av. Huancavelica en el distrito de el tambo, 2017?

1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- a) ¿Influye el nivel de saturación en la optimización del nivel de servicio según el análisis del flujo de tráfico en la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?
- b) ¿Interviene la velocidad de los vehículos en el nivel de servicio de la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?
- c) ¿Afecta los tiempos del semáforo en la optimización del nivel de servicio según el análisis de tráfico en la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

1.6. VARIABLES

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Saturación.
Es la gran cantidad de vehículos en dicha zona.
- Velocidad de los vehículos.
Es la rapidez de los vehículos.
- Tiempos del semáforo de la intersección.
Intervalos entre los cambios de fase

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Nivel de servicio en dicha intersección.

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. MÉTODO

Investigación Cuantitativa

Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. El trabajo de investigación muestra un enfoque cuantitativo, ya que mide fenómenos haciendo uso de estadísticas y empleando experimentación.

1.7.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es la correlacional, debido a que busca determinar el comportamiento y la relación entre dos o más variables; cuando estén correlacionadas y se conozca la magnitud de asociación se tendrán bases para predecir con mayor exactitud.¹

1.7.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a las características de la investigación el estudio reúne las condiciones para ser una **Investigación Descriptiva – Correlacional – Explicativa**², porque está orientada al conocimiento de la realidad y descubrir los factores causantes de esa realidad.

1.7.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño Descriptivo³

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.

¹ HERNANDEZ SAMPIERI Metodología de la Investigación 5ta Ed.

² HERNANDEZ SAMPIERI Metodología de la Investigación 5ta Ed.

³ HERNANDEZ SAMPIERI Metodología de la Investigación 5ta Ed.

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA

1.8.1. POBLACIÓN

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

1.8.3. MUESTRA

La intersección vial entre las avenidas José Carlos Mariátegui y Huancavelica

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

1.9.1. TÉCNICAS

DIRECTA - OBSERVACIÓN.

1.9.2. INSTRUMENTOS

- Estudio de tráfico de dicha intersección.
- Fichas de observación.

1.9.3. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la etapa de recolección de datos se procedió a realizar el aforo de las dos 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, José Carlos Mariategui y Huancavelica.

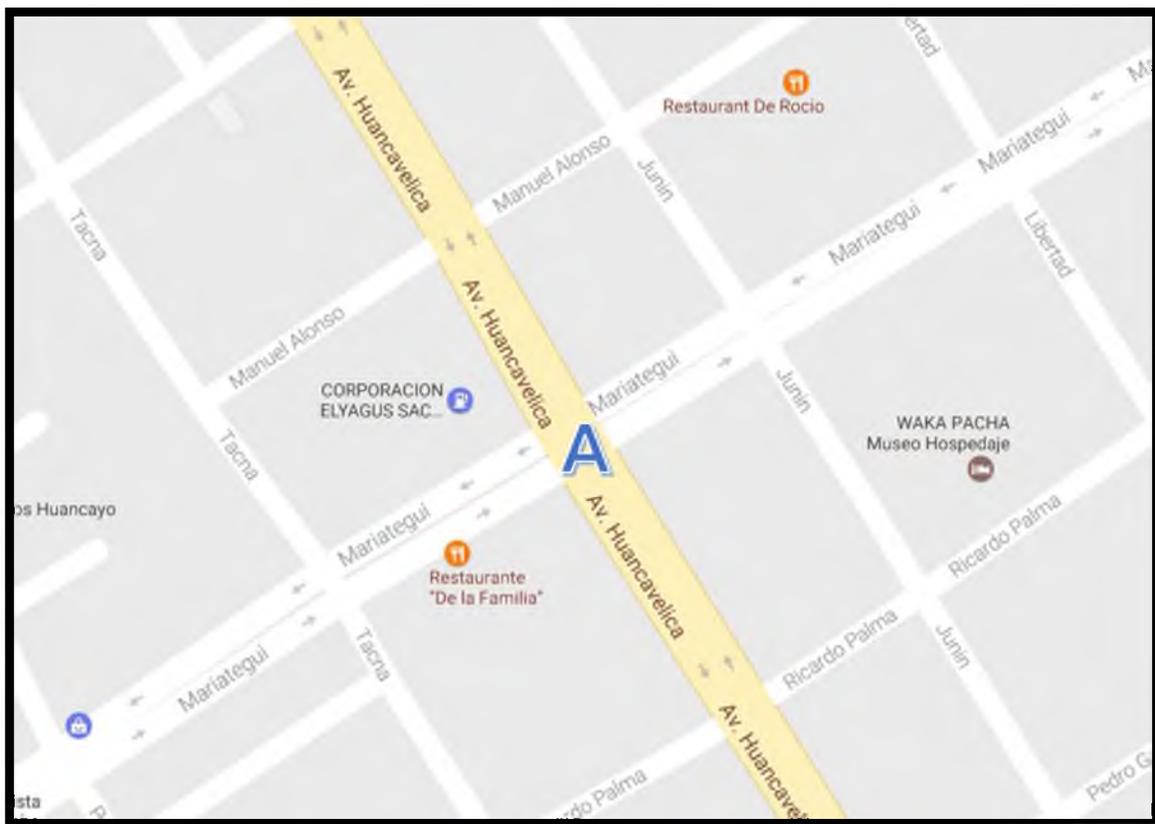


Figura 1 Grafico de ubicación de la intersección.

Se observa en la figura 1 que la intersección de interés está en zona comercial CZ que corresponde a comercio zonal.

El sentido del flujo de tráfico vehicular es tal como se ve en el gráfico.

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 06:00 am hasta las 09:00 am, de 12:00 pm hasta las 03:00 pm y de 06:00 pm hasta las 09:00 pm

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. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

1.10.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica debido a que es necesario brindar a la comunidad herramientas simples, que permitan mejorar el nivel de servicio de la intersección en el distrito de El Tambo. La intersección de las avenidas José Carlos Mariátegui y Huancavelica. En esta intersección se analizará el grado de saturación de la intersección mencionada, cálculo de las demoras y determinación del nivel de servicio actual, y así proponer soluciones evaluando los ciclos de los semáforos para la mejora del nivel de servicio para agilizar el tránsito en esta zona en horas punta.

1.10.2. IMPORTANCIA

Tomando en cuenta lo que significa un buen nivel de servicio, es importante que esta tenga un buen desempeño, lo cual se asegura con un buen comportamiento para el tráfico, que brinden ventajas técnicas y económicas, refuerza esta idea y da a los ingenieros más criterios para asegurar este fin.

1.11. LIMITACIONES

El estudio de tráfico en la intersección analizada en el presente documento se realizará; la intersección de las avenidas José Carlos Mariátegui y Huancavelica.

Los datos de aforo se obtuvieron del aforo manual realizado en la intersección en análisis y en la etapa de recopilación de información se solicitó información de la Municipalidad de El Tambo 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 ayudara a la evaluación analítica del documento.

Finalmente se propondrá una solución que esté acorde a la realidad de cada intersección desde el punto de vista técnico.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

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; es por eso que esta tesis contiene procedimientos para el análisis del nivel de servicio y demora en intersecciones viales señalizadas. En el análisis de la intersección se debe considerar una amplia variedad de condiciones, incluyendo la cantidad y distribución de movimientos de tráfico, composición, características geométricas y detalles de la intersección. La metodología de este trabajo se enfoca en la determinación del nivel de servicio para condiciones prevalecientes, pero presenta alternativas de cálculo para determinar otras variables usadas en la búsqueda de un nivel de servicio asumido o deseado. En el análisis de vías, se encuentra que la geometría es fija y no variable, lo que la hace una característica más fácil de analizar, no siendo así la capacidad. En las intersecciones señalizadas, un elemento adicional es introducido dentro del concepto de capacidad, siendo éste el tiempo asignado. Una señal de tráfico esencialmente asigna tiempos entre movimientos de conflicto de tráfico que buscan usar

el mismo espacio físico. La localización en la cual el tiempo es asignado tiene un impacto significativo sobre la operación y la capacidad de la intersección y sus aproximaciones. El procedimiento que se presenta en este trabajo hace referencia a la capacidad, nivel de servicio de las aproximaciones que conforman las intersecciones, y el nivel de servicio de la intersección como un todo. 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).

La tesis de Gonzalo Ramírez colabora en la investigación debido a que nos brinda información de cómo el análisis y determinación del nivel de servicio y demora en una intersección semaforizada puede ser aplicada a diferentes condiciones de tráfico urbano que impera en nuestro país. Además, nos brinda de manera cualitativa la calidad de flujo de una intersección semaforizada de acuerdo con el concepto de Nivel de Servicio aplicado por el Instituto de Investigación del Transporte (USA) en el Highway Capacity Manual/1997 y su metodología, para las condiciones imperantes de tráfico urbano en la ciudad de Lima; lo cual servirá como modelo comparativo en relación a una intersección de la ciudad de Huancayo.

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, las mismas que se fueron convirtiendo rápidamente en nuevas urbanizaciones no sólo con la necesidad de obras de saneamiento sino que además 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, los cuales tienen cierta ocupabilidad en las horas punta, para lo cual se desarrolló el análisis de ocupabilidad para determinar si existía sobre oferta o sobre demanda de los asientos ofrecidos por los buses en comparación a las otras modalidades de transporte público. El mencionado análisis se realizó en dos intersecciones importantes de la ciudad, la primera se hizo en la intersección de la avenida Ferrocarril y el jirón Huancas. A través de dicha intersección se moviliza gran parte del transporte público en el sentido de Sur a Norte. Para la realización de dicho análisis se efectuó el posicionamiento en la referida intersección y desde allí se hizo un conteo de los pasajeros sentados en cada tipo de unidad vehicular. Se debe mencionar que dicho estudio se realizó durante tres períodos de tránsito (07:00 — 09:00 / 12:30 — 14:30 / 18:00 — 20:00), evidenciando como resultado una errada asignación de servicio de transporte público, cuando a nivel internacional se ha comprobado que el servicio de buses, de mayor capacidad presenta una mayor efectividad en cuanto al costo y beneficio de esta actividad.

La tesis de Héctor Bonilla colabora en la investigación debido a que se plantea la evolución del transporte en la ciudad de Huancayo, es por eso que se puede hacer una comparación del pasado con el presente, lo que conlleva al incremento de la congestión vehicular. Asimismo, en la presente tesis se conoce el estudio de conteo realizado en horas punta a las intersecciones de Av. Giráldez y Jr. Huancas, Av. Giráldez y Av. Ferrocarril lo cual nos ayudara a entender la variación del flujo vehicular y el sistema vial que se tenía en comparación al de hoy.

Esquivel Fernández, Witman (2011). Elementos de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. En su investigación sobre "Elementos de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas" propone una metodología de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas las cuales reflejen diseños más justos, seguros y humanos para los habitantes del área de Lima Metropolitana. Para ello analiza los puntos de vista del transporte y la movilidad, en forma independiente, para luego analizar la combinación de ambos. Finalmente, propone una metodología de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas desde el punto de vista del transporte y la movilidad. Esta tesis muestra los aspectos a considerar en el diseño de intersecciones urbanas, es así que se plantea el tema del tamaño de la intersección, las intersecciones no controladas por semáforos y controladas por semáforos ambos desde los puntos de vista del transporte y la movilidad. También, se desarrolló la correlación entre cruces peatonales y la geometría de una intersección en la cual se hace énfasis en los tipos de semáforos peatonales. Además, hace mención de los elementos de canalización para vehículos que se aproximan a una intersección. Asimismo, se toca el tema de las condiciones especiales en las intersecciones urbanas, para lo cual, toca los tipos de intersecciones

angulares, en "T", desplazadas, tipo rotonda y mini-rotonda. Igualmente, la seguridad vial en las intersecciones y los métodos de solución de "inicio y final de tubería", auditorías e inspecciones de seguridad vial, análisis de "puntos negros", "listas de chequeo", la correlación de la simulación computarizada y la seguridad vial.

El aporte de la tesis de Witman Esquivel en la investigación es sobre los elementos de diseño en las intersecciones de las vías, la cual envuelve a las calles mayores y menores, el uso de los signos de pare, ceda el paso y otros dependiendo del volumen vehicular. Además, otro tema que da mucho aporte es el de la seguridad vial que es el principal objetivo de una vía, de cómo determinar un buen sistema vial que tenga una longitud y capacidad adecuada, que el tiempo de los semáforos estén bien establecidos, entre otros.

Vera Lino, Favio Jorge (2012). Aplicabilidad de las Metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú, nos habla sobre el uso de las metodologías mencionadas (HCM 2000 y Synchro 7.0) para el análisis de una intersección semaforizada limeña; con las cuales se estimaron las tasas de flujo de saturación, demoras por control y extensiones máximas de cola, que posteriormente se contrastaron con los valores directos de campo obtenidos a través de la aplicación de la técnica de medición directa Input-Output Como resultado de los análisis de este estudio, se verificó que para condiciones próximas a la saturación, es decir para valores de v/c mayores de 0.8, el HCM no brindaría resultados confiables, sobrestimando excesivamente las demoras y colas. Del mismo modo, este trabajo sugeriría que la aplicación de Synchro podría brindar mejores resultados siempre y cuando sean empleadas tasas de flujo de saturación

medidas directamente de datos de campo, pudiéndose obtener valores de demoras entre 10% y 20% mayores a las que se presentarían realmente y brindando valores de colas equivalentes a los reales. Así mismo, el presente estudio indicaría que el comportamiento del tráfico limeño durante la descarga de una intersección en la fase verde, no correspondería con lo esperado según los modelos teóricos ni tampoco con los procedimientos de estimación del HCM y Synchro, no pudiéndose obtener valores de tasa de flujo se saturación representativos y concluyendo que sería más recomendable emplear un análisis de dispersión y curvas de tendencia para medir las tasas de flujo de saturación presentes.

La tesis de Favio Vera brinda mucha información a la investigación, ya que determina las características del flujo vehicular en una intersección, la cual es modelada haciendo uso de dos herramientas de análisis de intersecciones semaforizadas, las cuales son las más empleadas en el medio local (Manual de Capacidad de Carreteras -- HCM y el software Synchro). Sin embargo, como explica en la misma tesis los resultados que se pueden obtener con el uso de estos softwares no siempre serán representativos al tráfico de la ciudad, ya que estos fueron creados e investigados en Estados Unidos.

Atencio Alvariano, Roberto (2014). Vía Expresa solución al transporte en Huancayo. Publicación/Noticias. Diario Correo. Huancayo. La Vía Expresa será la solución para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Huancayo. Esta obra de gran envergadura fue declarada de necesidad pública por el Congreso de la República el año pasado, requiriéndose ahora la aprobación de un presupuesto que bordea los 160 millones de soles para su ejecución. El proyecto es conocido como "Construcción y Mejoramiento de la vía expresa de la ciudad de

Huancayo", el Ing. Octavio Lecca de la Oficina de Estudios y Proyectos de la Municipalidad Provincial de Huancayo (MPH), señala que la distancia comprende 12.4 kilómetros y su construcción abarca cinco distritos, San Agustín de Cajas, El Tambo, Huancayo, Chilca y Huancán. El recorrido se inicia en el puente Quebrada Honda en Cajas Chico, continuando por los terrenos del Centro Internacional de la Papa (Cipa) y de EsSalud, luego por la parte posterior de la UNCP y el Terminal Terrestre, de ahí cruza el Caminito de Huancayo, recorre Justicia Paz y Vida, llegando hasta Mariátegui, continúa por el costado del campo ferial de Yauris, cruzando el río Chilca hasta llegar a los terrenos de Auquimarca, la avenida Leoncio Prado, el río Chanchas, terminando en el lindero entre Huancán y Huayucachi. El proyecto incluye 5 puentes (4 puentes y un pontón) sobre los ríos Paccha, Shullcas, Chilca y Ali y 4 óvalos (Terminal Terrestre, Mariátegui, Leoncio Prado, Chanchas), además de un intercambio vial con cuatro ramales en el inicio de Quebrada Honda. El ancho de la vía es de 52 metros y solo un pequeño sector en Huancán de 36 metros. Contará con 3 carriles y una vía auxiliar a cada lado, haciendo un total de 8 carriles. La obra incluye la pavimentación con asfalto flexible, obras de arte, construcción y de pistas y veredas. A la altura del puente Ferrocarril, la vía pasará por parte inferior, para ello se hará un encauzamiento del río Chanchas en un tramo aproximado de 200 metros. En el 2012 el parque automotor en Huancayo bordeaba los 38 mil vehículos, por esta vía circularán más de 12 mil vehículos al día. "Es una gran obra que va descongestionar el tránsito vehicular en Huancayo"

El aporte de la publicación de Roberto Atencio en la investigación es sobre el plan para disipar el congestionamiento vehicular que se tiene en la ciudad de Huancayo. Además, que brinda los resultados del estudio de factibilidad el cual envuelve a los porcentajes actuales que se tiene sobre los vehículos que transitan, los cuales nos ayudaran en la comparación

del crecimiento y evolución del flujo vehicular. Finalmente con tal publicación se hace constatar que se realizaran más estudios de tránsito y transporte para verificar el incremento de volumen vehicular.

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; embreage 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 prevalecientes, 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_r .

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 t_g .

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 I .

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.

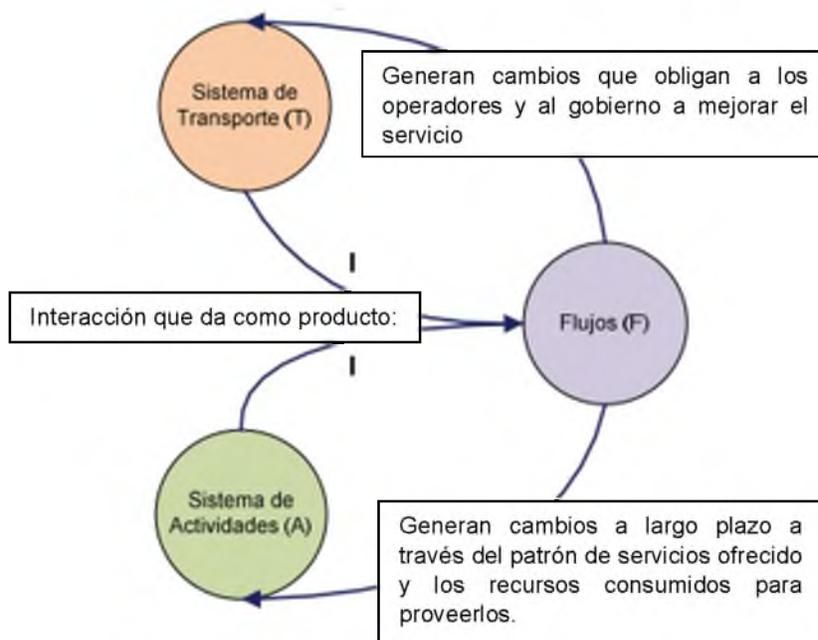


Figura 2 Relación entre el sistema de transporte, sistema de actividades y los flujos

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

La figura 2 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.

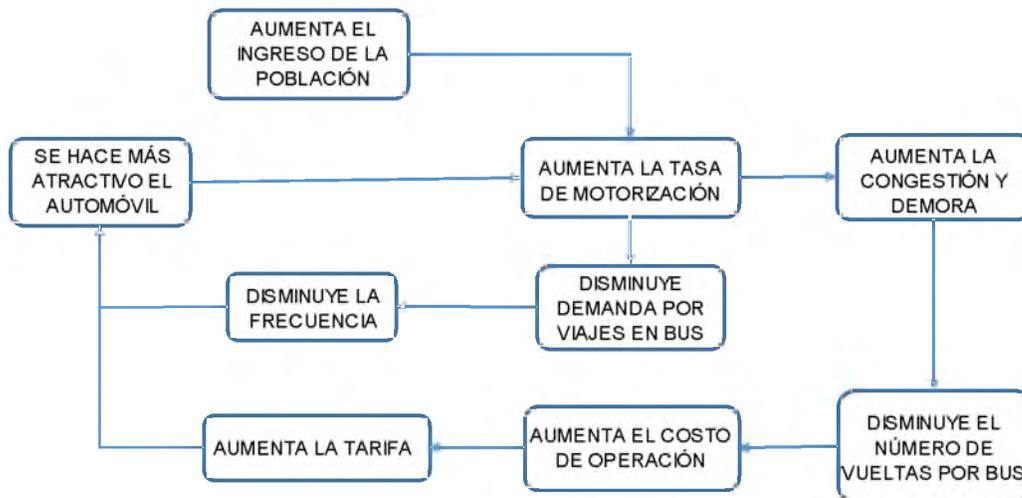


Figura 3 Círculo vicioso del transporte público

Fuente: Modelos de Demanda de Transporte 2da Edición

La figura 3 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 4 que muestra las restricciones del uso de automóvil.

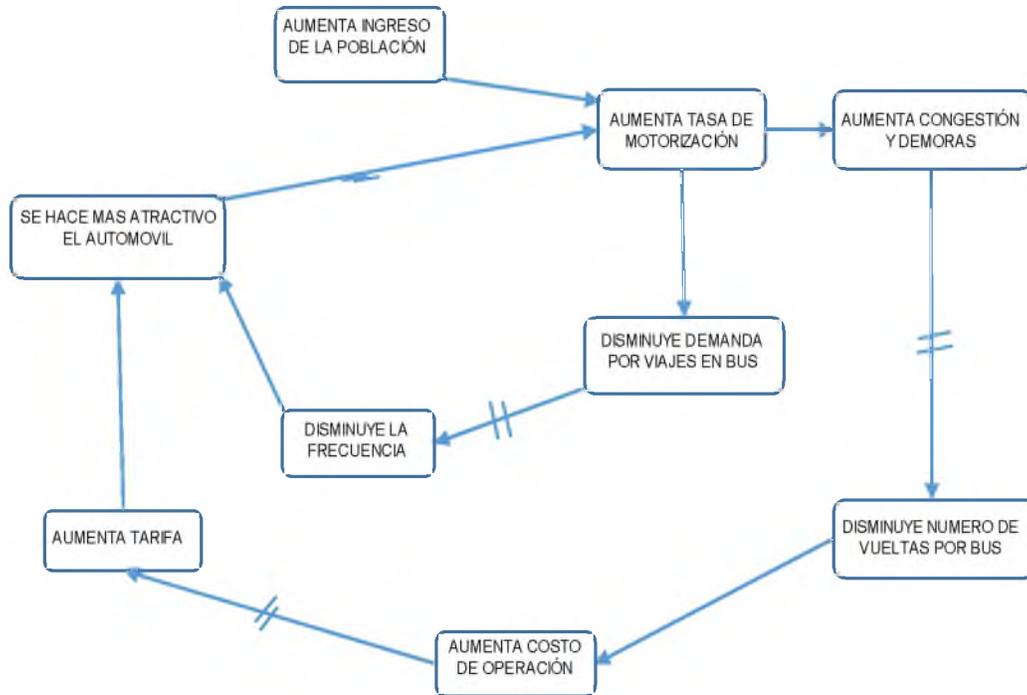


Figura 4 Rompiendo el círculo vicioso del transporte público

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.⁴

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

⁴ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones.

noción de jerarquización vial debe utilizarse, con el objeto de dar organización a la estructura vial.⁵

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,

⁵ Garber, N., Hoel. L. (2005). Ingeniería de tránsito y Carreteras.

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.⁶

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.

⁶ Garber, N., Hoel, L. (2005). Ingeniería de Tránsito y Carreteras

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

finés 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.⁷

2.4.7. VOLUMEN DE TRANSITO

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

⁷ Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D. (2009). Transportation Engineering and Planning – 3ra Ed.

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 TRANSITO

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 semafóricos.

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.

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

C_o = 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

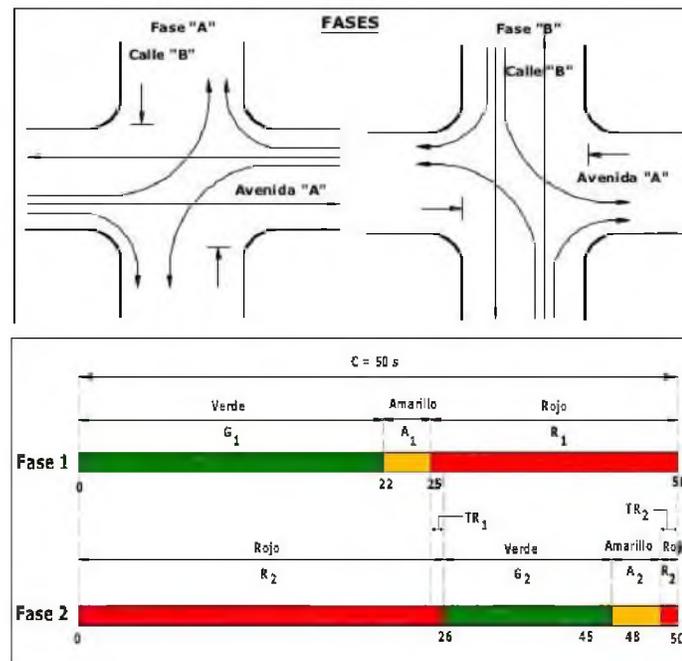


Figura 5 Intersección de cuatro accesos operada con un semáforo de dos fases.

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 prevaletientes son los factores que determinan la capacidad, estos pueden variar y por lo tanto ser modificados.⁸

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.

⁸ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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.⁹

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.¹⁰

Finalmente, la capacidad de una infraestructura vial es tan variable como pueden serlo las variables físicas del mismo, o las condiciones del tránsito.

⁹ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

¹⁰ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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
Autopistas: Segmentos básicos de autopista Entrecruzamientos Rampas de enlace	Densidad (veh. lig./km/carril) Velocidad medida de recorrido (km/h) Tasas de flujo (veh. lig./h)
Carreteras: Multicarriles De dos carriles	Densidad (veh. lig./km/carril) Demora porcentual (%) y velocidad media de recorrido
Intersecciones con semáforo	Demora media individual por paradas (seg./veh.)
Intersecciones sin semáforo	Capacidad remanente (veh. lig./h)
Arterias	Velocidad media de recorrido (km/h)
Transporte colectivo	Factor de carga (pers./asiento)
Peatones	Espacio (m ² /peatón)

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 prevalecientes, 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.¹¹

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.

¹¹ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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.¹²

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:

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

¹² Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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:¹³

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

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

¹³ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

Donde:

v_l = 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:¹⁴

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

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)

¹⁴ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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).

S_0 = 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, f_{vp}	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, f_i	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	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.¹⁵

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

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

¹⁵ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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.¹⁶

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.

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

¹⁶ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

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

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

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

2.4.16. SEMÁFOROS

2.4.16.1. 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).¹⁷

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

¹⁷ Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D. (2009). Transportation Engineering and Planning – 3ra. Ed.

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.¹⁸

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

¹⁸ Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D. (2009). Transportation Engineering and Planning – 3ra. Ed.

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.

2.4.16.2. 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.¹⁹

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 o 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% al 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,

¹⁹ Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D. (2009). Transportation Engineering and Planning – 3ra. Ed.

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.

2.4.16.3. 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.²⁰

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

²⁰ Papacostas, C.S., Prevedouros, P.D. (2009). Transportation Engineering and Planning – 3ra. Ed.

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.

2.4.16.4. 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.²¹

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:

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

²¹ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones.

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 desfasamientos.²²

Mediante el diagrama tiempo-distancia, se pueden proyectar los desfasamientos para obtener un movimiento continuo a lo largo de una arteria, por lo tanto, la figura N° 6 nos ayudará a comprender mejor.

²² Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones

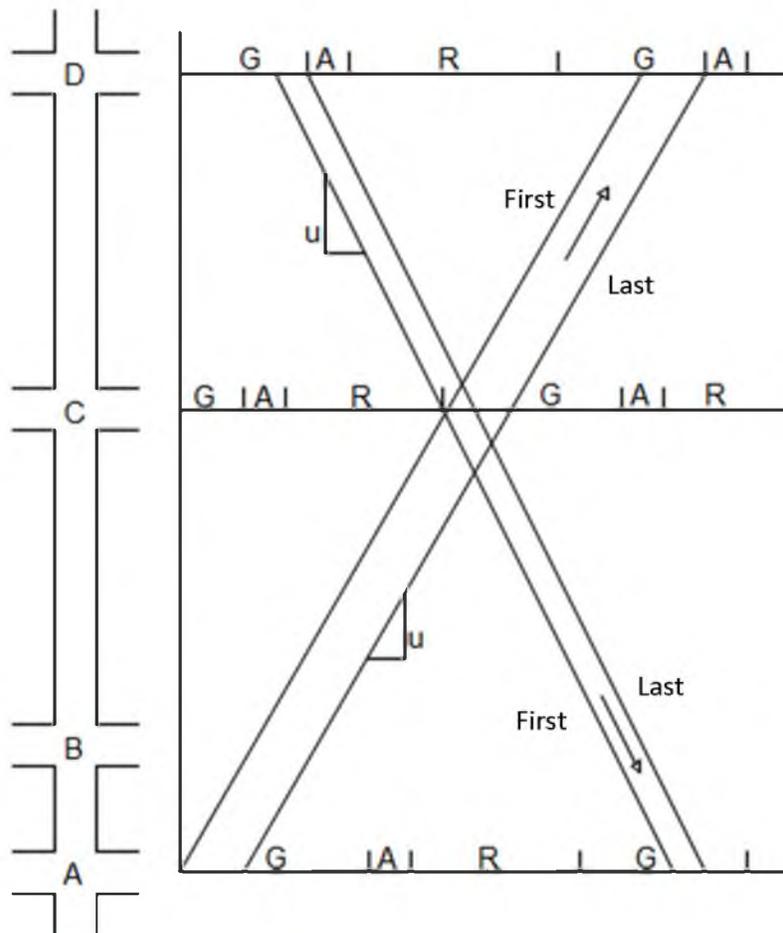


Figura 6 Diagrama Tiempo - Distancia

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:

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

2.4.17. 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.

2.4.17.1. 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.²³ 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

²³ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

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.²⁴

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.

²⁴ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

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.²⁵

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

²⁵ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

- 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.²⁶

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.

²⁶ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

- **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.²⁷

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

²⁷ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

- 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.²⁸

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.

²⁸ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

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.²⁹

➤ **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

²⁹ Ministerio de Transportes, Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito automotor para calles y carreteras. R.M. N° 210-2000-MTC/15.02,2000.

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, entendiendo 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.³⁰ 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

³⁰ Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (1994). Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones.

- **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.

2.4.18. 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 Figura 3 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 2 esquematiza el procedimiento.

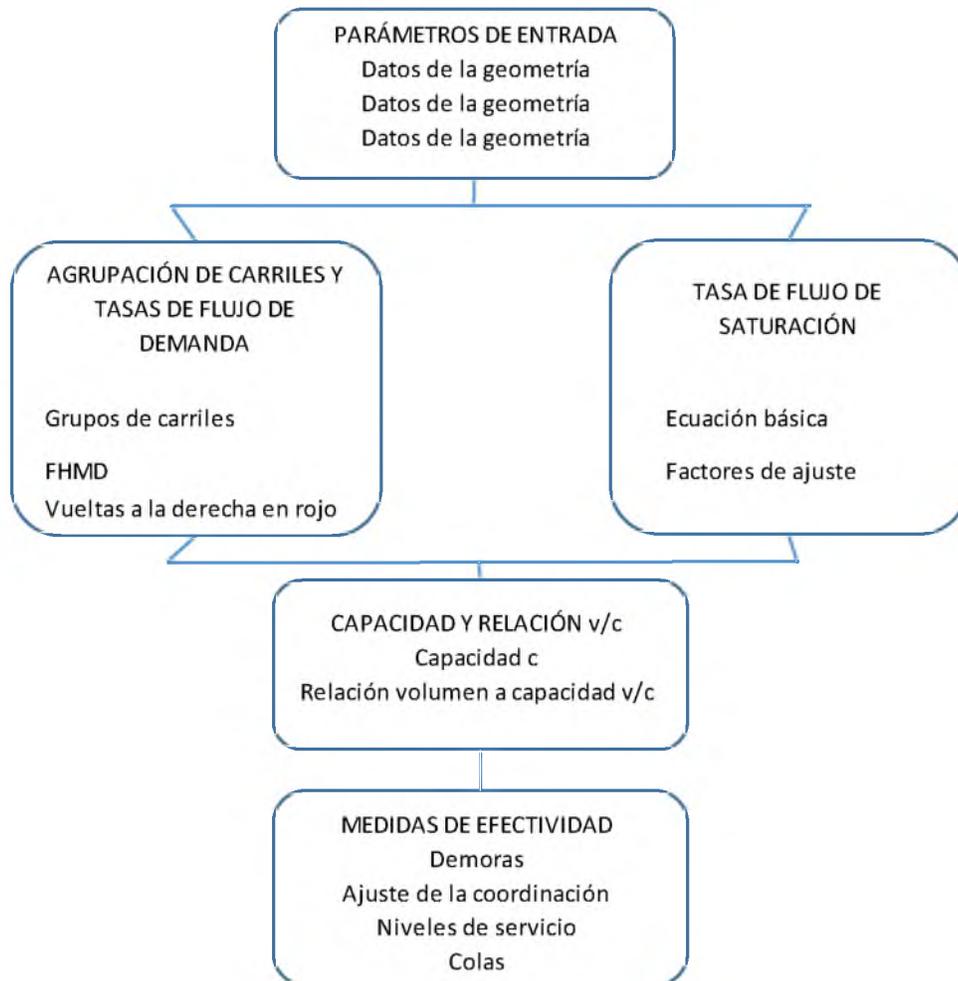


Figura 7 Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos HCM 2000 Manual.

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, Nb(autobuses/h) Actividad de estacionamiento, Nm(maniobras/h) Tipo de llegadas AT Proporción de vehículos que llegan en verde, P Velocidad de aproximación, SA(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, Gp(s) Plan de fases Período de análisis, T(h)

Figura 8 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=distrito 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 9 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.

2.4.19. 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 es la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica ubicado en el distrito de El Tambo, Provincia Huancayo y departamento Junín.



Figura 10 Ubicación de Línea de Estudio

El punto de control establecido para realizar el análisis es:

La Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica, que presenta dos carriles en su sentido de circulación vehicular NS, de 3.60 m/carril y sección de calzada de 2.20 m. tiene zona de parqueo a ambos lados de la Avenida J. C. Mariategui que favorece a los distintos negocios que hay por esa zona. La señalización está deteriorada debido a la falta de mantenimiento, 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 3.60 m/carril y sección de calzada de 2.20 m. En esta también se observa obstrucciones laterales y el acceso y salida de la CORPORACION ELYAGUS S.A.C

- GRIFO AVA. El sentido de circulación EO de la intersección presenta dos carriles de 3.10 m/carril y sección de calzada de 2.0 m no se presenta obstrucciones solo son los vendedores en carretillas. El acceso OE tiene dos carriles de 3.10 m/carril, y su sección de calzada es de 2.0 m. La señalización está deteriorada debido a falta de mantenimiento además tiene una salida por parte de la CORPORACION ELYAGUS S.A.C - GRIFO AVA, aparte una obstrucción son los vendedores en carretillas. Esta intersección tiene una berma central de 1.8 m. en la Avenida Huancavelica y una berma central de 1.50 m en la Avenida J. C. Mariategui, y el flujo corresponde al transporte privado y público, la figura N°11. muestra la intersección mencionada.



Figura 11 Intersección del Jirón Huancas con la Avenida Giráldez

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 la estación de aforo ya mencionada. 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. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica	0.98	0.99	0.98

Fuente: Elaboración propia

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

3.2. MÓDULO DE AJUSTE DE VOLUMENES

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 la intersección 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), S (acceso Sur), 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. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica

	Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
	MAÑANA	N	I	88	FI
F			198	-	-
D			143	FD	245
S		I	177	FI	263
		F	166	-	-
		D	80	FD	166
E		I	100	FI	682
		F	1146	-	-
		D	104	FD	686
O		I	114	FI	717
		F	1186	-	-
		D	201	FD	805
TARDE	Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
	N	I	95	FI	199
		F	205	-	-
		D	155	FD	260
	S	I	120	FI	196
		F	148	-	-
		D	79	FD	155
	E	I	93	FI	690
		F	1182	-	-
		D	156	FD	754
	O	I	132	FI	736
		F	1194	-	-
D		146	FD	750	
NOCHE	Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	Grupo de carriles	Flujo por Grupo
	N	I	35	FI	96
		F	120	-	-
		D	88	FD	150
	S	I	112	FI	172
		F	114	-	-
		D	67	FD	126
	E	I	155	FI	752
		F	1171	-	-
		D	149	FD	746
	O	I	158	FI	748
		F	1156	-	-
D		137	FD	727	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 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 prevalecientes 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 13 Módulo de ajuste de flujo de saturación Av. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica

	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	0.99	0.98	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1446
		FD	1800	1	0.99	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1311
	Sur	FI	1800	1	0.99	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1419
		FD	1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	0.94	1.00	1377
	Este	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1355
		FD	1800	1	0.95	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1271
	Oeste	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1357
		FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.93	1	0.9	0.92	1.00	1265
TARDE	Norte	FI	1800	1	0.99	0.98	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1446
		FD	1800	1	0.99	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1311
	Sur	FI	1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	1.00	0.97	1422
		FD	1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1365
	Este	FI	1800	1	0.95	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1371
		FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1280
	Oeste	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1355
		FD	1800	1	0.95	0.97	1	0.93	1	0.9	0.92	1.00	1283
NOCHE	Norte	FI	1800	1	0.99	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1417
		FD	1800	1	0.99	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1283
	Sur	FI	1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	1.00	0.97	1422
		FD	1800	1	0.99	1	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1393
	Este	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1356
		FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1280
	Oeste	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1355
		FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1284

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 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. En el acceso Norte, los datos obtenidos como flujo de saturación ajustado para la hora punta FI y FD son 1446 y 1311 respectivamente; para la hora punta tarde 1446 y 1311 y para la hora punta noche 1417 y 1283. En el acceso Sur, los datos obtenidos como flujo de saturación ajustado para la hora punta FI y FD son 1419 y 1377 respectivamente; para la hora punta tarde 1422 y 1365 y para la hora punta noche 1422 y 1393. En el acceso Este, los datos obtenidos como flujo de saturación

ajustado para la hora punta FI y FD son 1355 y 1271 respectivamente; para la hora punta tarde 1371 y 1280 y para la hora punta noche 1356 y 1280. En el acceso Oeste, los datos obtenidos como flujo de saturación ajustado para la hora punta FI y FD son 1357 y 1265 respectivamente; para la hora punta tarde 1355 y 1283 y para la hora punta noche 1355 y 1284.

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 14 Módulo de análisis de capacidad Av. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica

	Fase	Acerc.	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
MAÑANA	A	Norte	FI	0.13	0.19	0.37
			FD	0.19		0.53
		Sur	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.19	0.19	0.53
			FD	0.12		0.34
			Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
	B	Este	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.50	0.54	0.95
			FD	0.54		1.02
		Oeste	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.53	0.64	1.00
			FD	0.64		1.20
TARDE	Fase	Acerc.	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
	A	Norte	FI	0.14	0.20	0.39
			FD	0.20		0.56
		Sur	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.14	0.14	0.39
			FD	0.11		0.32
			Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
	B	Este	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.50	0.59	0.95
			FD	0.59		1.11
		Oeste	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.54	0.58	1.03
FD			0.58	1.10		
NOCHE	Fase	Acerc.	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
	A	Norte	FI	0.07	0.12	0.19
			FD	0.12		0.33
		Sur	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.12	0.12	0.34
			FD	0.09		0.26
			Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
	B	Este	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.55	0.58	1.05
			FD	0.58		1.10
		Oeste	Movim.	v/s	v/s crit.	X=v/c
			FI	0.55	0.57	1.04
FD			0.57	1.07		

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14 muestra la capacidad de cada grupo de carriles de la intersección de la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica, 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 0.37 y 0.53 respectivamente, para la hora punta tarde es de 0.39 y 0.56, y para la hora punta noche es de 0.19 y 0.33. Para el acceso Sur, en hora punta mañana el movimiento FI y FD tienen una capacidad de 0.53 y 0.34 respectivamente, para la hora punta tarde es de 0.39 y 0.32, y para la hora punta noche es de 0.34 y 0.26. Para el acceso Oeste, en hora punta mañana el movimiento FI y FD tienen una capacidad de 1.00 y 1.20 respectivamente, para la hora punta tarde es de 1.03 y 1.10, y para la hora punta noche es de 1.04 y 1.07. Para el acceso Este, en hora punta mañana el movimiento FI y FD tienen una capacidad de 0.95 y 1.02 respectivamente, para la hora punta tarde es de 0.95 y 1.11, y para la hora punta noche es de 1.05 y 1.10.

3.4. 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 15 Nivel de servicio Av. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica

	Fase	Acerc.	Movim.	DEMORA	LOS	
MAÑANA	A	Norte	FI	16.77	B	
			FD			
		Sur	Movim.	DEMORA	16.71	B
			FI			
			FD			
			Movim.	DEMORA		
	Este	FI				
		FD				
	Oeste	Movim.	DEMORA	90.91	F	
		FI				
		FD				
Av. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica				55.96	E	
TARDE	A	Norte	FI	17.14	B	
			FD			
		Sur	Movim.	DEMORA	15.70	B
			FI			
			FD			
			Movim.	DEMORA		
	Este	FI				
		FD				
	Oeste	Movim.	DEMORA	63.98	E	
		FI				
		FD				
Av. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica				56.20	E	
NOCHE	A	Norte	FI	15.11	B	
			FD			
		Sur	Movim.	DEMORA	15.29	B
			FI			
			FD			
			Movim.	DEMORA		
	Este	FI				
		FD				
	Oeste	Movim.	DEMORA	58.89	E	
		FI				
		FD				
Av. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica				55.53	E	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla observamos el nivel de servicio de la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica para la hora punta mañana, tarde y noche. La intersección en la hora punta mañana tiene un nivel de servicio E con una demora de 55.96 segundos, para la hora punta tarde tiene un nivel de servicio E con una demora de 56.20 segundos, y en la hora punta noche tiene un nivel de servicio E con una demora de 55.53 segundos.

3.4. 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 16 Ciclo de las intersecciones

FASES	DIRECC.	CICLO	VERDE	AMBAR	ROJO
A	N-S	85	30	3	52
	S-N	85	30	3	52
B	E-O	85	45	3	37
	O-E	85	45	3	37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Ciclo óptimo

FASES	DIRECC.	CICLO	VERDE	AMBAR	ROJO
A	N-S	90	23	3	64
	S-N	90	23	3	64
B	E-O	90	67	3	20
	O-E	90	67	3	20

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.

3.4. 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.

3.4.1. 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).

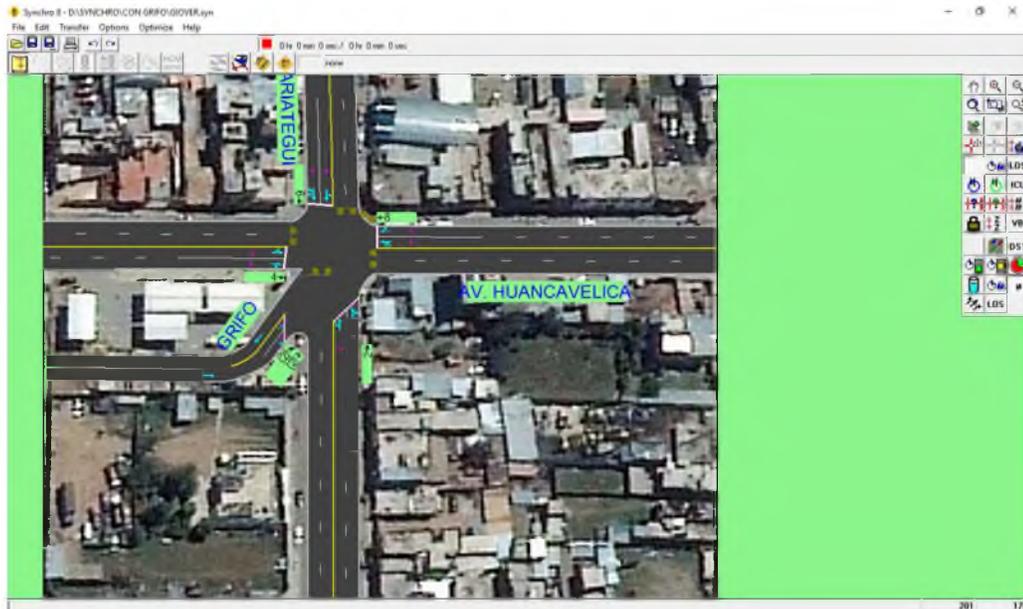


Figura 12 Modelamiento de línea de estudio

Fuente: Elaboración propia

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.

Synchro 8 - C:\Users\CEDECONSULT\Desktop\SYNCHRO\CON GRIFO\GJOVER.syn
 File Edit Transfer Options Optimize Help
 HCM 2010 3 GRIFO & AV. HUANCAVELICA & AV. MARIATEGUI
 0 hr 0 min 0 sec / 0 hr 0 min 0 sec

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	EBR2	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	SBR2	NEL2	NEL	NER	NER2
Lanes and Sharing (#RL)	↑↑						↑↑				↑↑			↑↑						↑
Traffic Volume (vph)	132	1145	125	0	93	14	1168	156	4	116	148	75	95	205	10	162	0	0	49	21
Street Name	AV. HUANCAVELICA								AV. MARIATEGUI								GRIFO			
Link Distance (m)	82.0				107.0				101.4				74.7				42.9			
Link Speed (km/h)	50				50				50				50				50			
Set Arterial Name and Speed	EB				WB				NB				SB				NE			
Travel Time (s)	5.9				7.7				7.3				5.4				3.1			
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	2.4	2.4	2.4	2.4
Grade (%)	0				0				0				0				0			
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>																			
Storage Length (m)	0.0				0.0				0.0				0.0				0.0			
Storage Lanes (#)	-				-				-				-				-			
Right Turn Channelized	None																			
Curb Radius (m)	-				-				-				-				-			
Add Lanes (#)	-				-				-				-				-			
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	0.987				0.964				0.965				0.945				0.865			
Left Turn Factor (prot)	0.995				0.996				0.983				0.990				1.000			
Saturated Flow Rate (prot)	2591				2583				2838				2747				1191			
Left Turn Factor (perm)	0.652				0.706				0.625				0.744				1.000			
Right Ped Bike Factor	1.000				1.000				1.000				1.000				1.000			
Left Ped Factor	1.000				1.000				1.000				1.000				1.000			
Saturated Flow Rate (perm)	1638				1831				1804				2065				1191			
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			
Saturated Flow Rate (RTOR)	0				0				0				0				0			
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>																			
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>																			

Figura 13 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.

Synchro 8 - C:\Users\CEDECONSULT\Desktop\SYNCHRO\CON GRIFO\GOVER.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

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

HCM 2010 3 GRIFO & AV. HUANCAMELICA & AV. MARIATEGUI

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	EBR2	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	SBR2	NEL2	NEL	NER	NER2
Lanes and Shading (#RL)																				
Traffic Volume (vph)	132	1145	125	0	93	14	1168	156	4	116	148	75	95	205	10	162	0	0	49	21
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	3	12	1	2	1	2	12	2	3	3	3	3	1	5	2	7	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0
Adj Parking Lane?	<input type="checkbox"/>																			
Parking Maneuvers (#/hr)																				
Traffic from mid-block (%)		0					0				0								0	
Link OD Volumes																				
Adjusted Flow (vph)	133	1157	126	0	94	14	1180	158	4	117	149	80	96	207	10	164	0	0	49	21
Traffic in shared lane (%)																				
Lane Group Flow (vph)	0	1416	0	0	0	0	1446	0	0	0	350	0	0	477	0	0	0	0	70	

Figura 14 Ajuste de volumen

Fuente: Elaboración propia

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

Synchro 8 - C:\Users\CEDECONSULT\Desktop\SYNCHRO\CON GRIFO\GOVER.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

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

HCM 2010 3 GRIFO & AV. HUANCAMELICA & AV. MARIATEGUI

NODE SETTINGS	TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	EBR2	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	SBR2	NEL2	NEL	NER	NER2
Node #	Lanes and Shading (#RL)																				
Zone	Traffic Volume (vph)	132	1145	125	0	93	14	1168	156	4	116	148	75	95	205	10	162	0	0	49	21
X East (m)	Turn Type	Perm				Perm	Perm			Perm	Perm			Perm						custon	
Y North (m)	Protected Phases	4	4					8				2	2	2		6	6				2
Z Elevation (m)	Permitted Phases	4	4			8	8	8		2	2	2		6	6						2
Description	Detector Phases	4	4			8	8	8		2	2	2		6	6						2
Control Type	Switch Phase	0	0			0	0	0		0	0	0		0	0						0
Cycle Length (s)	Leading Detector (m)		10.0				10.0			10.0		10.0		10.0							2.0
Lock Timings	Trailing Detector (m)		0.0				0.0			0.0		0.0		0.0							0.0
Optimize Cycle Length	Minimum (m/s)	4.0	4.0			4.0	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0		4.0	4.0						4.0
Optimize Splits	Minimum Spl (s)	20.0	20.0			20.0	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0		20.0	20.0						20.0
Actual Cycle (s)	Total Spl (s)	70.0	70.0			70.0	70.0	70.0		70.0	70.0	70.0		70.0	70.0						70.0
Natural Cycle (s)	Yellow Time (s)	3.5	3.5			3.5	3.5	3.5		3.5	3.5	3.5		3.5	3.5						3.5
Max v/c Ratio	All Red Time (s)	0.5	0.5			0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5						0.5
Intersection Delay (s)	Lost Time Adjust (s)		-5.0				-5.0				-5.0			-5.0							-4.0
Intersection LDS	Lagging Phase?																				
ICU	Allow Lead/Lag Optimize?																				
ICU LDS	Recall Mode	C-Max	C-Max			C-Max	C-Max	C-Max		Min	Min	Min		Min	Min						Min
Offset (s)	Actuated Effct. Green (s)		71.0				71.0			21.0		21.0		21.0							20.0
Referenced to	Actuated g/C Ratio		0.78				0.79			0.23		0.23		0.23							0.22
Reference Phase	Volume to Capacity Ratio		1.06				1.00			1.64		0.99		0.99							0.26
Master Intersection	Control Delay (s)		53.8				35.5			51.4		74.8		74.8							32.2
Yield Point	Queue Delay (s)		0.0				0.0			0.0		0.0		0.0							0.0
Mandatory Stop On Yellow	Take Delay (s)		53.8				35.5			51.4		74.8		74.8							32.2
	Level of Service		D				D			D		E		E							C
	Approach Delay (s)		53.8				35.5			51.4		74.8		74.8							32.2
	Approach LDS		D				D			D		E		E							C
	Queue Length 50th (m)		150.2				105.5			32.0		45.7		45.7							10.8
	Queue Length 95th (m)		1192.4				1188.3			456.4		873.1		873.1							22.6

Figura 15 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 18 Nivel de Servicio mejorado

Intersección	NDS
Av. J.C. Mariategui – Av. Huancavelica	D

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. PROYECCIÓN EN LA LÍNEA DE ESTUDIO

Consiste en proyectar los volúmenes de tráfico perteneciente a la intersección de la línea de estudio para 5 y 10 años, esto nos ayudara a ubicarnos en una posible situación al cabo de esos años.

Tabla 19 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 20 Proyección de volúmenes para 2022 y 2027

Intersección	Acc.	Mov.	Volumen Actual	Tasa de Crecimiento	Volumen Futuro 2022	Volumen Futuro 2027
AV. JOSÉ CARLOS MARIATEGUI - AV. HUANCVELICA	NORTE	I	95	9.75%	151	240
		F	205	9.75%	326	520
		D	155	9.75%	247	393
	SUR	I	120	9.75%	191	304
		F	148	9.75%	236	375
		D	79	9.75%	126	201
	ESTE	I	93	9.75%	147	235
		F	1182	9.75%	1882	2997
		D	156	9.75%	248	396
	OESTE	I	132	9.75%	210	335
		F	1194	9.75%	1900	3026
		D	146	9.75%	232	370

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.

Tabla 21 Niveles de servicio proyectados para el 2022 y 2027

FASES	DIRECC.	LOS 2022	LOS 2027
A	N	F	F
	S	F	F
	E	F	F
	O	F	F

Fuente: Elaboración propia

Para la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica, el acceso Norte indica un Nivel de Servicio F para el 2022 y 2027, el acceso Sur indica un Nivel de Servicio F para el 2022 y 2027, el acceso Este indica un Nivel de Servicio F para el 2022 y 2027, el acceso Oeste indica un Nivel de Servicio F para el 2022 y 2027.

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.

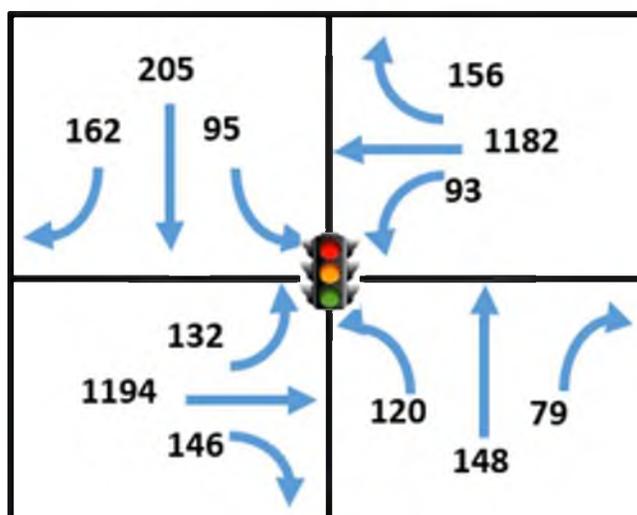


Figura 16 Configuración de giros y volúmenes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Porcentaje de vehículos

	% Veh. Ligeros	% Veh. Pesados
Norte	87%	13%
Oeste	84%	16%
Este	85%	15%
Sur	91%	9%

Fuente: Elaboración propia

La figura 16 y la tabla 22 muestran la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica, que tiene un flujo vehicular de 462 vehículos que provienen de la Avenida José Carlos Mariategui (Norte), dentro de los cuales el 87% pertenece a los vehículos ligeros y el 13% restante a los vehículos pesados. La cantidad de vehículos que se acercan de la Avenida José Carlos Mariategui (Sur) es 347, dentro de los cuales el 91% pertenece a los vehículos ligeros y el 9% restante a los vehículos pesados. De la misma manera, el volumen de vehículos que se acercan de la Avenida Huancavelica (Este) es de 1431, 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 Huancavelica (Oeste) es de 1472 de los cuales 16% corresponde a vehículos pesados y 84% a vehículos ligeros.

Por la parte del grifo AVA los vehículos que ingresaron de la Avenida Huancavelica y salieron en la intersección es de 70 vehículos de los cuales el 6% son vehículos pesados y el 94% son vehículos ligeros. El ingreso por parte de la intersección hacia el grifo AVA son 21 vehículos y todos ligeros. La influencia del grifo es poco de acuerdo al aforo por eso en los siguientes análisis se obviará para facilitar los cálculos y solo en el modelamiento introduciremos los datos correspondientes.

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 José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

El acercamiento Norte tiene dos movimientos FI y FD, los cuales tienen la capacidad de 510 veh/h y 463 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 0.39 y 0.56, 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 726 veh/h y 678 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 0.95 y 1.11, que nos que la demanda supera en 11% la capacidad del carril FD. El acercamiento Oeste tiene dos movimientos FI y FD, los cuales tienen la capacidad de 718 veh/h y 679 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 1.03 y 1.10, que nos que la demanda supera en 3% la capacidad del carril FI y en 11% el carril FD. El acercamiento Sur tiene dos movimientos FI y FD, los cuales tienen la capacidad de 502 veh/h y 482 veh/h. asimismo su grado de saturación es de 0.39 y 0.32, que nos que la demanda no supera la capacidad de los carriles. Finalmente, la intersección tiene un grado de saturación crítico de 1.49 que indica que la demanda supera la capacidad de la intersección en un 49%.

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.

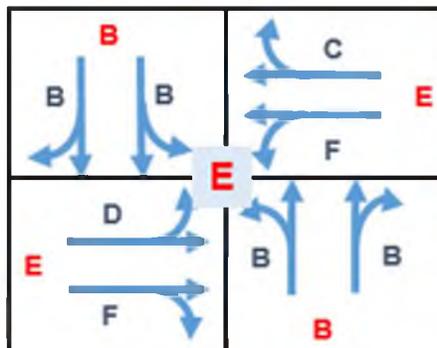


Figura 17 Configuración de nivel de servicio

Fuente: Elaboración propia

La figura 17 muestra la intersección de la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica para el acercamiento Norte indica que es un nivel de servicio B, pues la demora que tiene es de 17.14 segundos, es decir que el flujo de este acercamiento es estable por que se empieza a notar la presencia de otros vehículos. Para el acercamiento Sur tiene una demora de 15.70 segundos, lo que también indica que tiene un nivel de servicio B. Asimismo el acercamiento Oeste tiene un nivel de servicio E, a causa de una demora de 63.98 segundos, es decir que el flujo es inestable. Para el acercamiento Este tiene un nivel de servicio E, ya que tiene una demora de 58.53 segundos. Esta intersección tiene una demora total de ... segundos que apunta a un nivel de servicio E, 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).

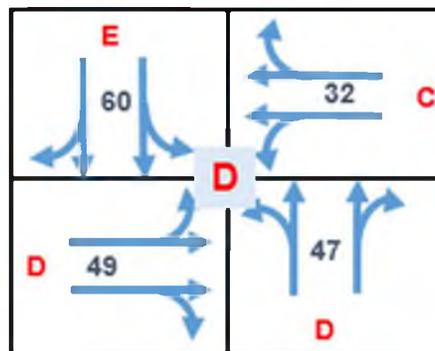


Figura 18 Configuración de nivel de servicio mejorado

Fuente: Elaboración propia

La figura 18 muestra la intersección de la Avenida José Carlo Mariategui y la Avenida Huancavelica; la demora que tiene el acercamiento Norte es de 60 segundos lo que indica que es un nivel de servicio E es decir que el flujo de este acercamiento es inestable pero no de alta densidad. Para el acercamiento Sur se tiene una demora de 47 segundos, lo que indica que es de nivel de servicio D que indican que el acercamiento es estable pero cerca de su capacidad. Para el acercamiento Este tiene una demora de 32 segundos, es decir un nivel de servicio C que indica que el flujo es estable. El acercamiento Oeste tiene una demora de 49 segundos que indica un nivel de servicio D que señala que es un flujo estable cerca de su capacidad. Esta intersección tiene una demora total de 43 segundos lo que apunta a un nivel de servicio D, 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 pobre. A comparación de la situación actual se muestra una mejora en el comportamiento de la intersección.

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.

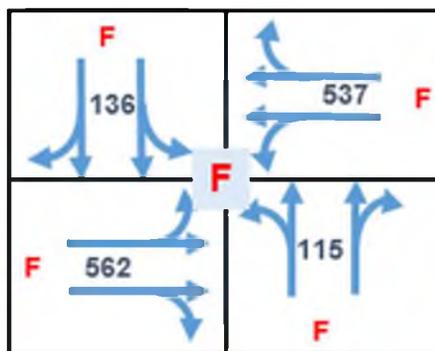


Figura 19 Configuración nivel de servicio 2022

Fuente: Elaboración propia

La figura 19 muestra la intersección de la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica 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.

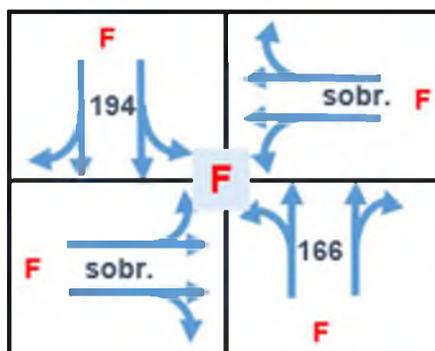


Figura 20 Configuración de nivel de servicio 2027

Fuente: Elaboración propia

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.

La figura 20 muestra la intersección de la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica; 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 los jirones Manuel Alonso y Ricardo Palma para así poder quitar los giros a la izquierda de los accesos E y O.

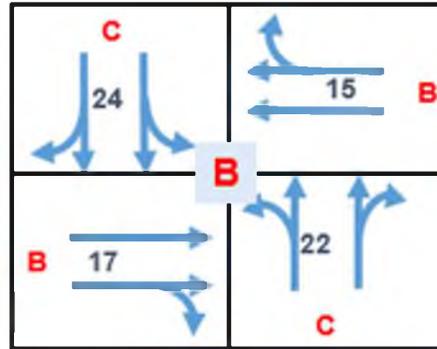


Figura 21 Configuración de nivel de servicio con rutas alternas

Fuente: Elaboración propia

La figura 21 muestra la intersección de la Avenida José Carlo Mariategui y la Avenida Huancavelica; 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. Para el acercamiento Sur se tiene una demora de 22 segundos, lo que indica que es de nivel de servicio C que indican que el acercamiento es estable. Para el acercamiento Este tiene una demora de 15 segundos, es decir un nivel de servicio B que indica que el flujo 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.

4.4.4. PROYECCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO CON ACCESOS ALTERNOS

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 y la restricción de giros mencionados.

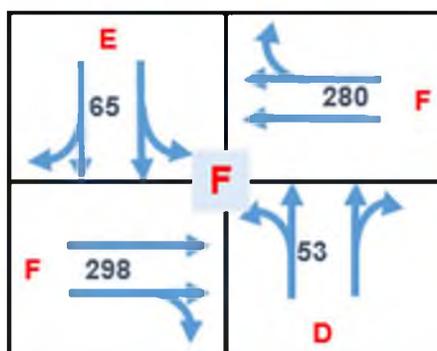


Figura 22 Configuración de nivel de servicio con rutas alternas 2022

Fuente: Elaboración propia

La figura 22 muestra la intersección de la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica esta tiene una demora total de 229 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.

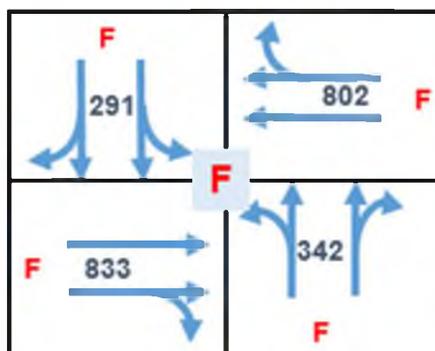


Figura 23 Configuración de nivel de servicio con rutas alternas 2027

Fuente: Elaboración propia

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.

La figura 23 muestra la intersección de la Avenida José Carlos Mariategui y la Avenida Huancavelica; esta tiene una demora total de 698 segundos que apunta a un nivel de servicio F.

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.

En la intersección los vehículos que se trasladan de O-E con giro a la izquierda, deberían avanzar una cuadra más y voltear por el jirón Ricardo Palma, ya que esta

vía no tiene mucha presencia de vehículos. Asimismo, los vehículos que se trasladan de E-O con giros hacia la izquierda deberían también de avanzar una cuadra más y voltear por el jirón Manuel Alonso ya que esta vía no tiene mucha presencia de vehículos.

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 del grifo y luego crean desorden en la intersección. En la parte Este del grifo AVA junto a la Avenida José Carlos Mariategui existe un paradero informal de vehículos de carga la cual es recomendable para poder bajar el nivel de congestionamiento en esta vía en la dirección N-S, así como dar un cierto tiempo a todos los vehículos de los distintos negocios que se encuentran estacionados en toda la Avenida José Carlos Mariategui, ya que estos están casi todo el día utilizando dicho espacio.

CAPITULO V

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

5.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

¿El tráfico vial optimiza del nivel de servicio en la intersección semaforizada Av. José Carlos Mariategui – Av. Huancavelica en el distrito de el tambo, 2017?

Como pudimos observar y analizar en esta investigación el Nivel de Servicio depende del Trafico Vial, ya que si reducimos o aumentamos el trafico vial el nivel de servicio Aumenta o Reduce respectivamente y la optimización se vuelve más complicada, es decir el Trafico Vial y la Optimización son directamente proporcionales.

5.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) ¿Influye el nivel de saturación en la optimización del nivel de servicio según el análisis del flujo de tráfico en la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

En la investigación se pudo constatar que a mayor saturación de las vías el Nivel de Servicio se reduce, por lo cual es más difícil la optimización de dicha intersección.

- b) ¿Interviene la velocidad de los vehículos en el nivel de servicio de la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

Como pudimos observar la velocidad es muy influyente en el Nivel de Servicio, debido a que a menor velocidad el congestionamiento aumenta y por ende se reduce el Nivel de servicio y la optimización.

- c) ¿Afecta los tiempos del semáforo en la optimización del nivel de servicio según el análisis de tráfico en la intersección entre la Avenida José Carlos Mariategui - Avenida Huancavelica?

Esta hipótesis es verdad debido a que el Nivel de Servicio depende mucho de los tiempos del semáforo, es decir del tiempo de verde (g) y el ciclo (C). Así se pudo observar que hay un tiempo optimo, que es diferente al tiempo actual de los semáforos en dicha intersección.

CAPITULO VI

6.1. CONCLUSIONES

- Mediante la investigación se pudo conocer el volumen que tiene dicha intersección y consecuentemente se determinó los niveles de servicio de cada acceso, así como para toda la intersección, las cuales indican una situación relativamente pésima.
- La intersección actualmente tiene un nivel de servicio "E" pues posee una demora de 56.20 segundos. Al mejorar la intersección se reduce la demora a 47 segundos obteniendo así un nivel de servicio "D". Lo que indica que la intersección pasaría de un flujo inestable a estable, pero aun con alta densidad de vehículos.
- Para la segunda optimización en la cual restringimos los giros a la izquierda de los accesos Este y Oeste obtenemos un nivel de servicio B con 18 segundos lo que indica que pasaría a un flujo estable, el nivel de comodidad y conveniencia baja un poco respecto al nivel "A" debido a la presencia de otros vehículos que influyen en el comportamiento individual de cada conductor.
- Al proyectar los volúmenes de 5 y 10 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 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.

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, también implementar las señales de “Paradero Prohibido”, 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 los giros.
- Se recomienda por parte del grifo AVA restringir los accesos que están más cercanos a la intersección, debido a que estos crean un poco de desorden y con el tiempo ira en aumento debido al aumento de vehículos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] **Silvera L.** 2015. Diapositivas del curso Gestión y Operación de vías urbanas y carreteras, Semestre 2015-1, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- [2] **HCM.2000.** Highway Capacity Manual 2000, Washington D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.
- [3] **Trafficware.2008. Synchro Studio 8 User Guide**, Texas: Trafficware Ltd.
- [4] **Morales L., Gonzales S.** 2013. Control del Tráfico Vehicular por medio de Semáforos Inteligentes.
- [5] **Manheim, M.** Fundamentals of Transportation Systems Analysis, 1ra Ed. Massachusetts MIT Press. 1979.
- [6] **Papacostas, C.S.,** Prevedouros, P.D., Transportation Engineering and Planning – 3ra Ed. PHI Learning, New delhi, 2000.
- [7] **Vera L.** 2012. Aplicabilidad de las Metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas.
- [8] **Ing. Ramírez Vélez Gonzalo.** Lima – Perú 2004. Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.
- [9] **MTC. Reglamento Nacional de Transito** – Código de Transito. Perú- 2014.
- [10] **Cal y Mayor, R.,** Cárdenas Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones. 7ma. Ed. México. Alfaomega 1994.
- [11] **Garber, N., Hoel, L.** Ingeniería de Transito y Carreteras México. Internacional Thomson Editores. 2005.
- [12] **Montoya G.** Apuntes de Ingeniería de Transito. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, 2005.
- [13] **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.

- [14] **Pedro Canales García**, Redes de Transporte Urbano: Un Algoritmo para Estimar una Matriz de Demanda de Viajes. TECNIA 12(2) 2004.
- [15] **Pedro Canales García**, Asignación de Flujos de Tránsito a redes de Transporte Urbano. TECNIA Vol. 13 No 2 diciembre 2003
- [16] **Dr. Roberto Hernandez Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, Dra. María del Pilar Baptista Lucio**. Metodología de la Investigación, quinta edición 2010

TESIS

- [1] **Bonilla H.** Análisis del Sistema de Transporte Público en la Ciudad de Huancayo. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Perú, 2006.
- [2] **Ramírez. G.** Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú, 2004.
- [3] **Esquivel, W.** Elementos de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Perú, 2011.

DIARIOS

- [1] **Atencio, R.** Vía Expresa solución al transporte en Huancayo. Diario Correo, p. 10. Enero 2014.

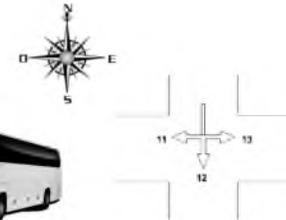
ANEXOS

ANEXO N°1: AFORO VEHICULAR

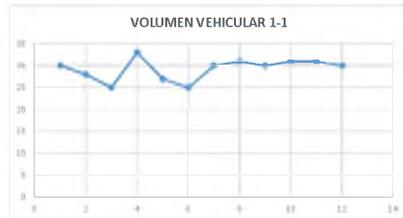
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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

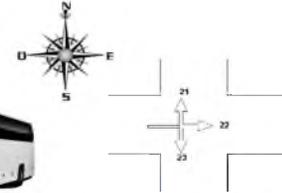


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL
06:00 - 06:15	21	24	7	4	2	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	2	2	0	1	0	0	30	31	10	71
06:15 - 06:30	17	30	10	4	3	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	3	1	0	1	0	0	28	35	10	73
06:30 - 06:45	16	17	5	4	2	1	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	4	0	0	25	24	6	55
06:45 - 07:00	19	19	8	3	2	1	1	0	0	0	0	0	3	9	0	3	2	0	4	0	0	33	32	9	74
07:00 - 07:15	17	26	10	1	2	0	0	2	0	0	0	0	4	8	0	4	1	0	1	1	0	27	40	10	77
07:15 - 07:30	15	27	9	3	6	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	1	0	1	0	0	25	37	10	72
07:30 - 07:45	15	25	16	7	6	2	0	0	0	0	0	0	5	13	2	2	1	0	1	0	0	30	45	20	95
07:45 - 08:00	13	29	17	7	4	3	1	0	0	1	0	0	5	12	1	2	2	0	2	0	0	31	47	21	99
08:00 - 08:15	15	34	18	5	8	3	0	1	0	0	0	0	6	8	2	3	2	0	1	0	0	30	53	23	106
08:15 - 08:30	16	32	20	6	8	2	0	0	0	0	1	0	4	11	1	4	1	1	1	0	0	31	53	24	108
08:30 - 08:45	17	35	20	7	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	3	0	0	0	0	0	31	48	21	100
08:45 - 09:00	15	28	19	9	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	2	1	0	1	0	0	30	39	21	90
TOTAL	196	326	159	60	53	17	7	6	1	2	1	0	37	83	7	31	14	1	18	1	0				

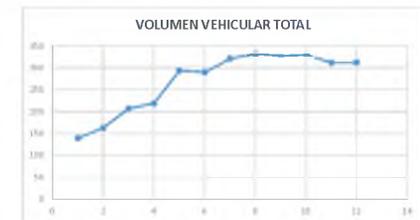
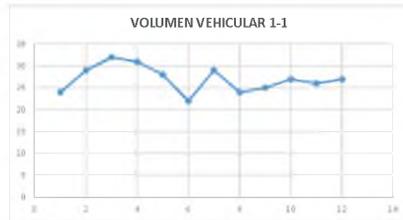


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI** Sentido: **Oeste - Este**
 Fecha: **Lunes**
 Carril: **2 CARRILES** H. Inicial: **06:00 am**
 Aforador: **GHQ** H. Final: **09:00 am**



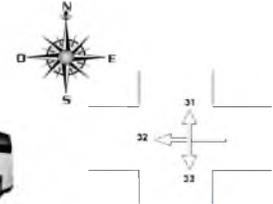
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			TOTAL
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	
06:00 - 06:15	18	60	15	2	9	3	1	18	0	0	3	0	2	3	0	1	1	1	0	2	0	24	96	19	139
06:15 - 06:30	22	71	21	1	6	3	1	21	0	2	2	0	2	4	2	3	3	0	0	1	0	29	108	26	163
06:30 - 06:45	17	93	21	4	17	0	1	18	1	0	7	0	4	10	4	5	3	0	1	1	0	32	149	26	207
06:45 - 07:00	16	102	27	8	4	2	0	31	0	0	6	0	3	9	1	3	4	1	1	1	0	31	167	31	219
07:00 - 07:15	18	140	30	6	19	2	0	41	0	0	12	0	4	9	4	0	8	0	0	1	0	28	230	36	294
07:15 - 07:30	11	151	26	6	18	7	1	40	0	0	11	0	2	10	2	1	2	1	1	0	0	22	232	36	290
07:30 - 07:45	13	148	35	8	19	8	0	43	0	0	13	0	5	12	3	2	8	0	1	3	0	29	246	46	321
07:45 - 08:00	12	148	38	6	30	9	1	42	0	0	12	0	4	13	5	1	7	1	0	3	0	24	255	53	332
08:00 - 08:15	10	149	34	5	27	9	2	40	0	0	13	1	6	12	5	0	6	2	2	5	0	25	252	51	328
08:15 - 08:30	13	151	33	8	28	11	0	41	1	0	11	0	4	15	4	2	6	0	0	2	0	27	254	49	330
08:30 - 08:45	12	152	29	7	28	8	1	38	0	0	10	0	4	10	3	1	5	1	1	2	0	26	245	41	312
08:45 - 09:00	13	152	30	9	27	5	0	39	0	0	11	0	4	11	5	1	4	1	0	1	0	27	245	41	313
TOTAL	175	1517	339	70	232	67	8	412	2	0	111	1	44	118	38	20	57	8	7	22	0				



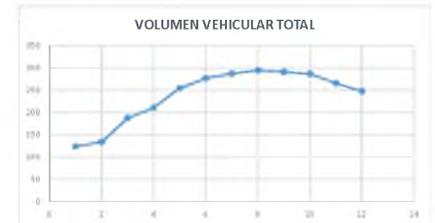
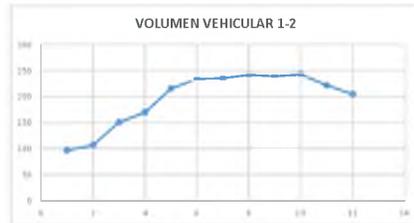
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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



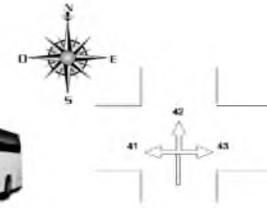
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL
06:00 - 06:15	10	60	8	2	9	3	1	18	0	0	3	0	2	3	0	1	1	0	0	3	0	16	97	11	124
06:15 - 06:30	8	75	6	1	6	3	2	16	0	0	2	0	2	4	2	3	3	0	0	1	0	16	107	11	134
06:30 - 06:45	12	96	9	4	17	0	1	17	1	0	7	0	4	10	4	2	3	0	0	1	0	23	151	14	188
06:45 - 07:00	9	112	11	11	4	2	0	31	0	0	6	0	3	9	1	3	6	1	0	2	0	26	170	15	211
07:00 - 07:15	10	128	12	6	18	2	0	40	0	0	12	0	4	9	4	0	8	0	0	1	1	20	216	19	255
07:15 - 07:30	11	148	15	6	18	6	0	41	0	0	12	0	1	10	2	1	4	1	0	1	0	19	234	24	277
07:30 - 07:45	11	144	15	8	16	8	0	41	0	0	13	0	5	12	3	1	8	0	0	2	1	25	236	27	288
07:45 - 08:00	12	149	12	9	15	7	1	40	0	0	12	0	4	13	5	2	10	1	0	3	0	28	242	25	295
08:00 - 08:15	12	148	16	8	18	6	1	40	0	0	13	0	3	12	3	1	7	0	0	2	1	25	240	26	291
08:15 - 08:30	11	149	11	8	14	5	0	41	1	0	11	0	4	15	4	0	11	0	0	2	0	23	243	21	287
08:30 - 08:45	13	142	10	7	13	4	1	38	0	0	10	0	4	10	3	1	7	1	0	2	0	26	222	18	266
08:45 - 09:00	10	126	12	6	12	5	0	38	0	0	11	0	4	11	5	1	6	0	0	1	0	21	205	22	248
TOTAL	129	1477	137	76	180	51	7	401	2	0	112	0	40	118	36	16	74	4	0	21	3				



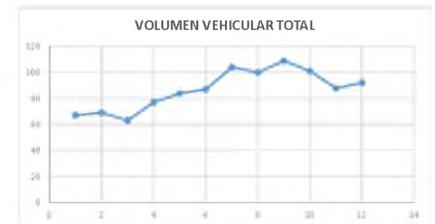
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCVELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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



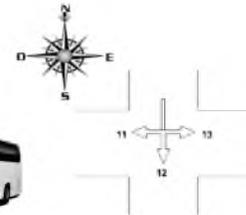
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			TOTAL
	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	
06:00 - 06:15	25	17	9	4	2	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	0	2	0	0	0	0	31	24	12	67
06:15 - 06:30	23	20	11	4	3	0	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	31	27	11	69
06:30 - 06:45	23	17	8	4	3	1	0	1	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	28	25	10	63
06:45 - 07:00	24	19	9	3	4	1	1	2	0	0	0	0	3	9	0	0	2	0	0	0	0	31	36	10	77
07:00 - 07:15	28	25	12	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4	8	0	0	1	0	1	1	0	34	37	13	84
07:15 - 07:30	31	23	15	3	6	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	38	33	16	87
07:30 - 07:45	31	21	15	8	6	2	0	1	0	0	0	0	5	9	2	1	2	0	1	0	0	46	39	19	104
07:45 - 08:00	25	22	14	11	4	3	1	0	1	1	0	0	5	10	1	0	2	0	0	0	0	43	38	19	100
08:00 - 08:15	30	24	18	10	8	1	0	1	0	0	0	0	5	8	1	1	2	0	0	0	0	46	43	20	109
08:15 - 08:30	28	23	15	6	8	2	0	1	0	0	1	0	4	8	1	0	1	1	1	0	1	39	42	20	101
08:30 - 08:45	21	27	14	8	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	33	40	15	88
08:45 - 09:00	28	23	15	9	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	0	1	0	0	41	34	17	92
TOTAL	317	261	155	71	56	15	7	10	4	2	1	0	36	74	6	2	15	1	6	1	1				



FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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

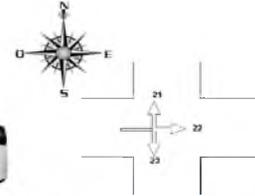


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL
11:00 - 11:15	18	24	7	8	12	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	2	2	0	1	0	0	31	41	10	82
11:15 - 11:30	14	30	10	7	10	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	26	42	12	80
11:30 - 11:45	16	25	18	8	12	3	1	0	0	0	1	0	1	5	1	0	0	0	1	0	0	27	43	22	92
11:45 - 12:00	17	19	15	7	10	2	1	1	0	0	0	0	3	9	3	3	2	1	1	0	1	32	41	22	95
12:00 - 12:15	17	26	12	8	12	6	0	2	0	1	0	1	4	6	2	1	1	1	1	1	0	32	48	22	102
12:15 - 12:30	15	25	13	9	13	5	0	0	0	0	1	0	3	7	1	3	1	1	1	0	2	31	47	22	100
12:30 - 12:45	16	28	18	9	14	5	0	1	0	0	0	0	5	7	2	3	2	0	1	0	0	34	52	25	111
12:45 - 01:00	18	27	17	8	13	6	1	1	0	1	1	0	5	7	1	2	2	0	2	0	0	37	51	24	112
01:00 - 01:15	20	29	18	7	14	2	0	1	0	0	0	0	6	6	1	1	2	0	1	0	0	35	52	21	108
01:15 - 01:30	17	22	16	9	11	4	0	0	0	0	1	0	4	8	1	2	1	1	1	0	1	33	43	23	99
01:30 - 01:45	18	25	20	6	12	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	3	0	0	0	0	0	31	44	21	96
01:45 - 02:00	20	28	19	9	10	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	2	1	0	1	0	0	35	45	21	101
TOTAL	206	308	183	95	143	39	7	8	1	3	4	1	37	70	13	25	15	4	11	1	4				

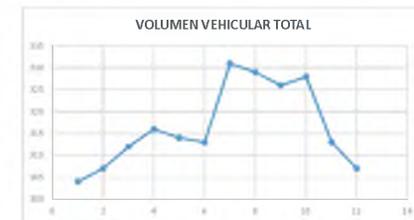
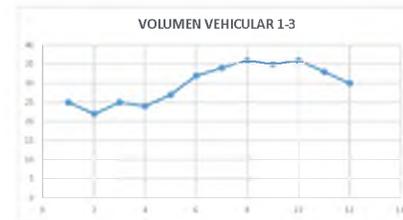
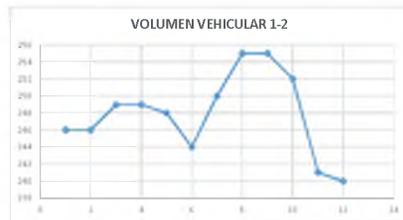
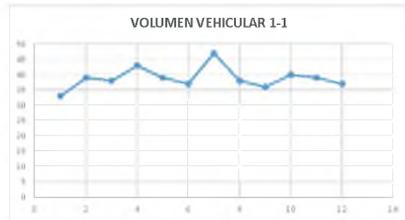


FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAVELICA - AV. J.C. MARIATEGUI** Sentido: **Oeste - Este**
 Fecha: **Lunes**
 Carril: **2 CARRILES** H. Inicial: **11:00 am**
 Aforador: **GHQ** H. Final: **02:00 pm**



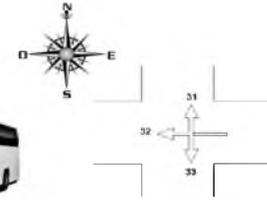
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	TOTAL
11.00 - 11:15	18	22	21	11	22	3	1	39	0	0	12	0	2	9	0	1	10	1	0	2	0	33	246	25	304
11:15 - 11:30	19	150	18	13	23	2	2	40	0	0	12	0	2	11	2	3	9	0	0	1	0	39	246	22	307
11:30 - 11:45	17	154	15	14	23	3	1	40	1	0	12	0	4	10	4	1	8	2	1	2	0	38	249	25	312
11:45 - 12:00	20	155	18	17	24	2	1	41	0	0	12	0	3	9	3	1	7	1	1	1	0	43	249	24	316
12:00 - 12:15	19	152	17	16	23	4	0	41	0	0	12	0	4	8	4	0	9	2	0	3	0	39	248	27	314
12:15 - 12:30	21	150	21	13	25	7	0	41	1	0	11	0	1	8	2	1	8	1	1	1	0	37	244	32	313
12:30 - 12:45	21	154	22	18	22	7	0	43	0	0	12	0	5	9	3	2	9	2	1	1	0	47	250	34	331
12:45 - 01:00	22	162	19	10	25	11	1	40	0	0	12	0	4	8	5	1	7	1	0	1	0	38	255	36	329
01:00 - 01:15	18	156	18	11	24	9	2	40	0	0	13	1	1	12	5	2	8	2	2	2	0	36	255	35	326
01:15 - 01:30	19	153	20	16	23	11	0	41	1	0	11	0	4	11	4	1	11	0	0	2	0	40	252	36	328
01:30 - 01:45	18	150	21	12	22	8	1	38	0	0	10	0	4	10	3	2	9	1	1	2	0	39	241	33	313
01:45 - 02:00	19	149	19	13	21	5	0	39	0	0	11	0	4	11	5	1	8	1	0	1	0	37	240	30	307
TOTAL	231	1837	229	164	277	72	9	483	3	0	140	1	38	116	40	17	103	14	7	19	0				



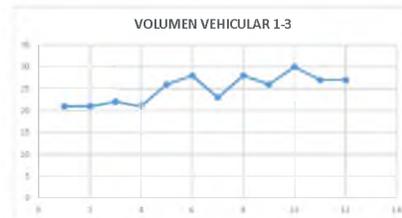
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAVELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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



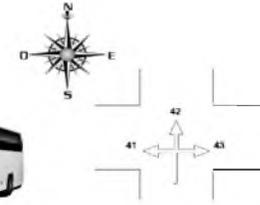
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	TOTAL
11.00 - 11:15	18	156	18	10	25	3	1	43	0	0	11	0	2	8	0	1	8	0	0	1	0	32	252	21	305
11:15 - 11:30	16	158	16	6	24	3	2	42	0	0	10	0	2	12	2	3	6	0	0	1	0	29	253	22	303
11:30 - 11:45	19	160	14	4	20	3	1	42	1	0	11	0	4	9	4	2	9	0	0	2	0	30	253	22	305
11:45 - 12:00	21	159	15	5	25	2	0	41	0	0	11	0	4	10	3	1	7	1	1	1	0	32	254	21	307
12:00 - 12:15	21	156	19	8	23	2	0	42	0	0	12	0	4	11	4	2	9	0	0	1	1	35	254	26	315
12:15 - 12:30	21	155	17	8	27	6	0	42	1	0	12	0	3	10	3	1	7	1	0	1	0	33	254	28	315
12:30 - 12:45	21	158	14	8	26	5	0	41	0	0	11	0	5	10	4	3	8	0	1	1	0	38	255	23	316
12:45 - 01:00	21	159	15	11	24	7	1	41	0	0	11	0	3	9	5	1	9	1	0	1	0	37	254	28	319
01:00 - 01:15	18	158	16	8	25	4	1	40	0	0	10	1	6	11	5	4	8	0	0	1	0	37	253	26	316
01:15 - 01:30	17	150	17	8	27	5	0	40	1	0	12	1	4	12	4	2	8	1	0	1	1	31	250	30	311
01:30 - 01:45	19	153	15	7	25	8	1	40	0	0	10	0	4	10	3	3	9	1	0	2	0	34	249	27	310
01:45 - 02:00	17	152	17	9	27	5	0	38	0	0	11	0	4	11	5	1	8	0	0	1	0	31	248	27	306
TOTAL	229	1874	193	92	298	53	7	492	3	0	132	2	45	123	42	24	96	5	2	14	2				



FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAVELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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



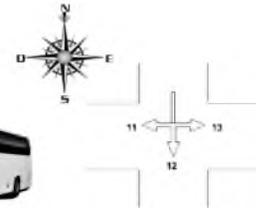
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES			
	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	TOTAL
11.00 - 11:15	17	17	13	4	2	1	1	1	1	0	0	0	1	9	1	0	2	0	0	0	0	23	31	16	70
11:15 - 11:30	15	18	14	4	3	2	0	2	0	1	0	0	0	6	0	1	1	0	1	0	0	22	30	16	68
11:30 - 11:45	17	17	16	4	3	1	0	1	1	0	0	0	1	10	2	0	0	1	0	0	0	22	31	21	74
11:45 - 12:00	16	19	15	8	4	3	1	0	0	0	0	0	3	9	0	1	2	0	0	0	0	29	34	18	81
12:00 - 12:15	13	16	12	4	4	3	0	1	1	0	0	1	4	10	3	0	1	2	0	1	0	21	33	22	76
12:15 - 12:30	17	23	15	3	6	1	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	2	0	0	0	0	23	37	16	76
12:30 - 12:45	15	21	13	8	6	2	0	1	0	0	1	0	5	9	2	1	0	2	1	0	0	30	38	19	87
12:45 - 01:00	15	22	12	9	4	3	1	0	1	1	0	0	5	8	1	0	1	0	0	0	0	31	35	17	83
01:00 - 01:15	18	17	17	7	8	1	0	1	0	0	0	0	6	8	1	1	2	0	0	0	0	32	36	19	87
01:15 - 01:30	16	23	14	6	8	2	0	1	0	0	0	0	4	5	1	0	1	1	0	0	1	26	38	19	83
01:30 - 01:45	18	18	18	7	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	29	31	19	79
01:45 - 02:00	12	23	13	9	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	0	1	0	0	25	34	15	74
TOTAL	189	234	172	73	58	22	5	9	4	2	1	1	37	92	11	4	13	6	3	1	1				



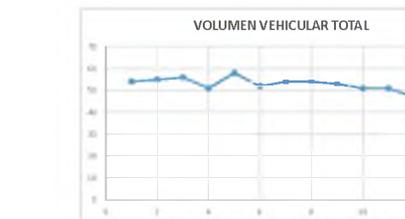
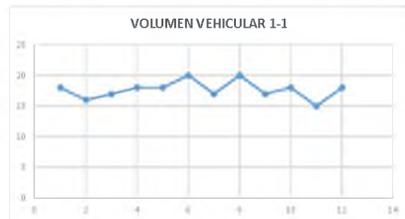
FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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



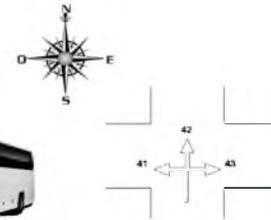
HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS		COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES						
	11	12	13	11	12	13	11	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	TOTAL			
05:00 - 05:15	12	19	7	4	3	2	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	18	24	12	54
05:15 - 05:30	11	18	7	2	6	4	0	0	0	1	0	0	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	16	27	12	55	
05:30 - 05:45	12	16	5	2	9	4	1	0	1	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0	17	27	12	56	
05:45 - 06:00	13	17	7	2	5	2	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18	24	9	51	
06:00 - 06:15	13	17	6	1	5	4	1	1	0	0	0	0	2	4	0	1	1	1	0	1	0	18	29	11	58		
06:15 - 06:30	13	18	6	2	2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	2	2	0	0	0	1	20	24	8	52		
06:30 - 06:45	12	19	5	3	2	1	0	1	0	1	0	1	0	5	0	0	2	1	1	0	0	17	29	8	54		
06:45 - 07:00	12	21	6	2	3	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	2	1	0	1	0	0	20	28	6	54		
07:00 - 07:15	13	22	6	2	2	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	17	28	8	53		
07:15 - 07:30	12	19	7	1	2	0	2	0	1	1	0	0	1	2	1	1	0	1	0	0	1	18	22	11	51		
07:30 - 07:45	12	19	8	0	3	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	1	0	15	27	9	51		
07:45 - 08:00	14	17	6	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	1	0	0	18	21	8	47		
TOTAL	149	221	76	22	43	20	10	5	4	7	4	3	9	22	4	11	13	5	4	2	2						



FORMATO DE AFORO VEHICULAR

Intersección: **AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI**
 Fecha:
 Carril: **2 CARRILES**
 Aforador: **GHQ**

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



HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			VEHICULOS TOTALES				
	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	TOTAL	
05:00 - 05:15	18	18	9	4	6	1	1	1	1	0	0	0	1	9	1	0	1	0	0	0	0	0	24	35	12	71
05:15 - 05:30	19	18	11	4	5	0	2	2	0	1	0	0	0	8	0	0	1	0	1	0	0	27	34	11	72	
05:30 - 05:45	21	17	14	4	6	1	0	1	1	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	1	0	26	29	17	72	
05:45 - 06:00	19	19	16	3	4	1	1	1	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	1	0	26	32	18	76	
06:00 - 06:15	20	19	12	1	2	1	0	0	1	0	0	1	4	8	0	1	1	0	0	0	0	26	30	15	71	
06:15 - 06:30	19	18	15	3	6	1	0	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	25	28	16	69	
06:30 - 06:45	18	16	16	3	3	2	0	1	0	0	0	0	5	9	1	1	1	0	0	0	0	27	30	19	76	
06:45 - 07:00	17	18	12	5	4	3	1	0	1	1	0	0	5	8	1	1	0	0	0	0	0	30	30	17	77	
07:00 - 07:15	18	16	12	3	6	1	0	0	1	0	0	0	4	8	1	1	0	0	1	0	0	27	30	15	72	
07:15 - 07:30	16	13	14	6	7	2	0	1	0	0	1	0	4	11	1	0	1	1	0	0	1	26	34	19	79	
07:30 - 07:45	17	21	18	4	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	25	34	19	78	
07:45 - 08:00	18	23	13	2	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	0	1	0	0	24	34	15	73	
TOTAL	220	216	162	42	59	16	7	8	5	2	2	1	35	88	6	4	6	1	3	1	2					

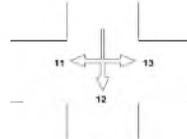


ANEXO N°2: UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRÓN

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

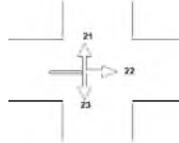


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13		
06:00 - 06:15	21	24	7	4	2	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	2	2	0	1	0	0	71	79
06:15 - 06:30	17	30	10	4	3	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	3	1	0	1	0	0	73	82
06:30 - 06:45	16	17	5	4	2	1	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	4	0	0	55	60
06:45 - 07:00	19	19	8	3	2	1	1	0	0	0	0	0	3	9	0	3	2	0	4	0	0	74	85
07:00 - 07:15	17	26	10	1	2	0	0	2	0	0	0	0	4	8	0	4	1	0	1	1	0	77	86
07:15 - 07:30	15	27	9	3	6	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	1	0	1	0	0	72	78
07:30 - 07:45	15	25	16	7	6	2	0	0	0	0	0	0	5	13	2	2	1	0	1	0	0	95	96
07:45 - 08:00	13	29	17	7	4	3	1	0	0	1	0	0	5	12	1	2	2	0	2	0	0	99	105
08:00 - 08:15	15	34	18	5	8	3	0	1	0	0	0	0	6	8	2	3	2	0	1	0	0	106	112
08:15 - 08:30	16	32	20	6	8	2	0	0	0	0	1	0	4	11	1	4	1	1	1	0	0	108	116
08:30 - 08:45	17	35	20	7	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	3	0	0	0	0	0	100	103
08:45 - 09:00	15	28	19	9	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	2	1	0	1	0	0	90	95
TOTAL	196	326	159	60	53	17	7	6	1	2	1	0	37	83	7	31	14	1	18	1	0		
TOTAL UCP	196	326	159	60	53	17	10.5	9	1.5	4	2	0	27.75	62.25	5.25	77.5	35	2.5	45	2.5	0		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

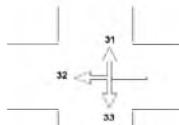


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23		
06:00 - 06:15	18	80	15	2	9	3	1	18	0	0	3	0	2	3	0	1	1	1	0	2	0	139	158
06:15 - 06:30	22	71	21	1	6	3	1	21	0	0	2	0	2	4	2	3	3	0	0	1	0	183	185
06:30 - 06:45	17	93	21	4	17	0	1	18	1	0	7	0	4	10	4	5	3	0	1	1	0	207	235
06:45 - 07:00	16	102	27	8	4	2	0	31	0	0	6	0	3	9	1	3	4	1	1	1	0	219	252
07:00 - 07:15	18	140	30	6	19	2	0	41	0	0	12	0	4	9	4	0	8	0	0	1	0	284	336
07:15 - 07:30	11	151	26	6	18	7	1	40	0	0	11	0	2	10	2	1	2	1	1	0	0	290	326
07:30 - 07:45	13	148	35	8	19	8	0	43	0	0	13	0	5	12	3	2	8	0	1	3	0	321	372
07:45 - 08:00	12	148	38	6	30	9	1	42	0	0	12	0	4	13	5	1	7	1	0	3	0	332	378
08:00 - 08:15	10	149	34	5	27	9	2	40	0	0	13	1	6	12	5	0	6	2	2	5	0	328	380
08:15 - 08:30	13	151	33	8	28	11	0	41	1	0	11	0	4	15	4	2	6	0	0	2	0	330	371
08:30 - 08:45	12	152	29	7	28	8	1	38	0	0	10	0	4	10	3	1	5	1	1	2	0	312	352
08:45 - 09:00	13	152	30	9	27	5	0	39	0	0	11	0	4	11	5	1	4	1	0	1	0	313	349
TOTAL	175	1517	339	70	232	67	8	412	2	0	111	1	44	118	38	20	57	8	7	22	0		
TOTAL UCP	175	1517	339	70	232	67	12	618	3	0	222	2	33	88.5	28.5	50	142.5	20	17.5	55	0		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

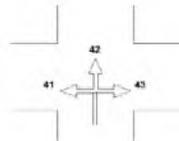


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33		
06:00 - 06:15	10	60	8	2	9	3	1	18	0	0	3	0	2	3	0	1	1	0	0	3	0	124	143
06:15 - 06:30	8	75	6	1	6	3	2	16	0	0	2	0	2	4	2	3	3	0	0	1	0	134	154
06:30 - 06:45	12	96	9	4	17	0	1	17	1	0	7	0	4	10	4	2	3	0	0	1	0	188	209
06:45 - 07:00	9	112	11	11	4	2	0	31	0	0	6	0	3	9	1	3	6	1	0	2	0	211	247
07:00 - 07:15	10	128	12	6	18	2	0	40	0	0	12	0	4	9	4	0	8	0	0	1	1	255	298
07:15 - 07:30	11	148	15	6	18	6	0	41	0	0	12	0	1	10	2	1	4	1	0	1	0	277	317
07:30 - 07:45	11	144	15	8	16	8	0	41	0	0	13	0	5	12	3	1	8	0	0	2	1	288	335
07:45 - 08:00	12	149	12	9	15	7	1	40	0	0	12	0	4	13	5	2	10	1	0	3	0	295	346
08:00 - 08:15	12	148	16	8	18	6	1	40	0	0	13	0	3	12	3	1	7	0	0	2	1	291	337
08:15 - 08:30	11	149	11	8	14	5	0	41	1	0	11	0	4	15	4	0	11	0	0	2	0	287	333
08:30 - 08:45	13	142	10	7	13	4	1	38	0	0	10	0	4	10	3	1	7	1	0	2	0	266	308
08:45 - 09:00	10	126	12	6	12	5	0	38	0	0	11	0	4	11	5	1	6	0	0	1	0	248	285
TOTAL	129	1477	137	76	160	51	7	401	2	0	112	0	40	118	36	16	74	4	0	21	3		
TOTAL UCP	129	1477	137	76	160	51	10.5	601.5	3	0	224	0	30	88.5	27	40	185	10	0	52.5	7.5		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTES	
MOTO	0.75
AUTO	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5
BUS	2.5



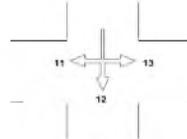


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43		
06:00 - 06:15	25	17	9	4	2	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	0	2	0	0	0	0	67	71
06:15 - 06:30	23	20	11	4	3	0	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	69	75
06:30 - 06:45	23	17	8	4	3	1	0	1	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	63	63
06:45 - 07:00	24	19	9	3	4	1	1	2	0	0	0	0	3	9	0	0	2	0	0	0	0	77	79
07:00 - 07:15	28	25	12	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4	8	0	0	1	0	1	1	0	84	86
07:15 - 07:30	31	23	15	3	6	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	87	89
07:30 - 07:45	31	21	15	8	6	2	0	1	0	0	0	0	5	9	2	1	2	0	1	0	0	104	107
07:45 - 08:00	25	22	14	11	4	3	1	0	1	1	0	0	5	10	1	0	2	0	0	0	0	100	101
08:00 - 08:15	30	24	18	10	8	1	0	1	0	0	0	0	5	8	1	1	2	0	0	0	0	109	111
08:15 - 08:30	28	23	15	6	8	2	0	1	0	0	1	0	4	8	1	0	1	1	1	0	1	101	105
08:30 - 08:45	21	27	14	8	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	88	86
08:45 - 09:00	28	23	15	9	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	0	1	0	0	92	94
TOTAL	317	261	155	71	56	15	7	10	4	2	1	0	38	74	6	2	15	1	6	1	1		
TOTAL UCP	317	261	155	71	56	15	10.5	15	6	4	2	0	27	55.5	4.5	5	37.5	2.5	15	2.5	2.5		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

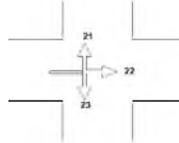


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13		
11:00 - 11:15	18	24	7	8	12	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	2	2	0	1	0	0	82	90
11:15 - 11:30	14	30	10	7	10	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	80	87
11:30 - 11:45	16	25	18	8	12	3	1	0	0	0	1	0	1	5	1	0	0	0	1	0	0	92	93
11:45 - 12:00	17	19	15	7	10	2	1	1	0	0	0	0	3	9	3	3	2	1	1	0	1	95	104
12:00 - 12:15	17	26	12	8	12	6	0	2	0	1	0	1	4	6	2	1	1	1	1	1	0	102	110
12:15 - 12:30	15	25	13	9	13	5	0	0	0	0	1	0	3	7	1	3	1	1	1	0	2	100	110
12:30 - 12:45	16	28	18	9	14	5	0	1	0	0	0	0	5	7	2	3	2	0	1	0	0	111	117
12:45 - 01:00	18	27	17	8	13	6	1	1	0	1	1	0	5	7	1	2	2	0	2	0	0	112	121
01:00 - 01:15	20	29	18	7	14	2	0	1	0	0	0	0	6	6	1	1	2	0	1	0	0	108	111
01:15 - 01:30	17	22	16	9	11	4	0	0	0	0	1	0	4	8	1	2	1	1	1	0	1	99	106
01:30 - 01:45	18	25	20	6	12	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	3	0	0	0	0	0	96	99
01:45 - 02:00	20	28	19	9	10	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	2	1	0	0	1	0	101	106
TOTAL	206	308	183	95	143	39	7	8	1	3	4	1	37	70	13	25	15	4	11	1	4		
TOTAL UCP	206	308	183	95	143	39	10.5	12	1.5	6	8	2	27.75	52.5	9.75	62.5	37.5	10	27.5	2.5	10		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

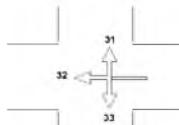


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23		
11:00 - 11:15	15	152	21	11	22	3	1	39	0	0	12	0	2	9	0	1	10	1	0	2	0	301	351
11:15 - 11:30	16	150	18	13	23	2	0	40	0	0	12	0	2	11	2	0	9	0	0	1	0	299	342
11:30 - 11:45	17	154	15	14	23	3	1	40	1	0	12	0	4	10	4	1	8	2	1	2	0	312	362
11:45 - 12:00	15	155	18	11	24	2	1	41	0	0	12	0	3	9	3	1	7	1	1	1	0	305	351
12:00 - 12:15	18	152	17	13	23	4	0	41	0	0	12	0	4	8	4	0	9	2	0	3	0	310	360
12:15 - 12:30	17	150	21	13	25	7	0	41	1	0	11	0	1	8	2	1	8	1	1	1	0	309	356
12:30 - 12:45	13	154	22	12	22	7	0	43	0	0	12	0	3	9	3	2	9	2	1	1	0	315	367
12:45 - 01:00	16	162	19	10	25	11	1	40	0	0	12	0	2	8	5	2	7	1	0	1	0	322	367
01:00 - 01:15	15	156	18	11	24	9	0	40	0	0	13	1	1	12	5	1	8	2	1	2	0	319	370
01:15 - 01:30	17	153	20	13	23	11	0	41	1	0	11	0	2	11	4	0	11	0	0	2	0	320	367
01:30 - 01:45	16	150	21	12	22	8	1	38	0	0	10	0	1	10	3	1	9	1	1	2	0	306	353
01:45 - 02:00	17	149	19	13	21	5	0	39	0	0	11	0	2	11	5	1	8	1	0	1	0	303	346
TOTAL	192	1837	229	146	277	72	5	483	3	0	140	1	27	116	40	11	103	14	6	19	0		
TOTAL UCP	192	1837	229	146	277	72	7.5	724.5	4.5	0	280	2	20.25	87	30	27.5	257.5	35	15	47.5	0		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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



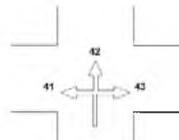
BUS 2.5

HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33		
11:00 - 11:15	18	156	13	10	25	3	1	43	0	0	11	0	2	8	0	1	8	0	0	1	0	300	345.5
11:15 - 11:30	16	158	13	6	24	3	2	42	0	0	10	0	2	12	2	3	6	0	0	1	0	300	343.0
11:30 - 11:45	19	160	14	4	20	3	1	42	1	0	11	0	4	9	4	2	9	0	0	2	0	305	353.3
11:45 - 12:00	21	159	15	5	25	2	0	41	0	0	11	0	4	10	3	1	7	1	1	1	0	307	350.8
12:00 - 12:15	21	156	15	8	23	2	0	42	0	0	12	0	4	11	4	2	9	0	0	1	1	311	358.8
12:15 - 12:30	21	155	14	8	27	6	0	42	1	0	12	0	3	10	3	1	7	1	0	1	0	312	356.5
12:30 - 12:45	21	158	12	8	26	5	0	41	0	0	11	0	5	10	4	3	8	0	1	1	0	314	360.3
12:45 - 01:00	21	159	13	11	24	7	1	41	0	0	11	0	3	9	5	1	9	1	0	1	0	317	362.8
01:00 - 01:15	18	158	14	8	25	4	1	40	0	0	10	1	6	11	5	4	8	0	0	1	0	314	359.5
01:15 - 01:30	17	150	13	8	27	5	0	40	1	0	12	0	4	12	4	2	8	0	0	1	0	304	348.0
01:30 - 01:45	19	153	15	7	25	8	1	40	0	0	10	0	4	10	3	3	9	1	0	2	0	310	358.8
01:45 - 02:00	17	152	13	9	27	5	0	38	0	0	11	0	4	11	5	1	8	0	0	1	0	302	342.0
TOTAL	229	1874	164	92	298	53	7	492	3	0	132	1	45	123	42	24	96	4	2	14	1		
TOTAL UCP	229	1874	164	92	298	53	10.5	738	4.5	0	264	2	33.75	92.25	31.5	60	240	10	5	35	2.5		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAVELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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



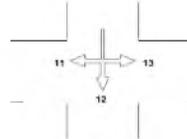


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP	
	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43			
11:00 - 11:15	17	17	13	4	2	1	1	1	1	0	0	0	1	9	1	0	2	0	0	0	0	0	70	72
11:15 - 11:30	15	18	14	4	3	2	0	2	0	1	0	0	0	6	0	1	1	0	1	0	0	68	73	
11:30 - 11:45	17	17	16	4	3	1	0	1	1	0	0	0	1	10	2	0	0	1	0	0	0	74	73	
11:45 - 12:00	16	19	15	8	4	3	1	0	0	0	0	0	3	9	0	1	2	0	0	0	0	81	83	
12:00 - 12:15	13	16	12	4	4	3	0	1	1	0	0	1	4	10	3	0	1	2	0	1	0	76	80	
12:15 - 12:30	17	23	15	3	6	1	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	2	0	0	0	0	76	77	
12:30 - 12:45	15	21	13	8	6	2	0	1	0	0	1	0	5	9	2	1	0	2	1	0	0	87	91	
12:45 - 01:00	15	22	12	9	4	3	1	0	1	1	0	0	5	8	1	0	1	0	0	0	0	83	83	
01:00 - 01:15	18	17	17	7	8	1	0	1	0	0	0	0	6	8	1	1	2	0	0	0	0	87	88	
01:15 - 01:30	16	23	14	6	8	2	0	1	0	0	0	0	4	5	1	0	1	1	0	0	1	83	86	
01:30 - 01:45	18	18	18	7	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	79	77	
01:45 - 02:00	12	23	13	9	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	0	1	0	0	74	76	
TOTAL	189	234	172	73	58	22	5	9	4	2	1	1	37	92	11	4	13	6	3	1	1			
TOTAL UCP	189	234	172	73	58	22	7.5	13.5	6	4	2	2	27.75	89	8.25	10	32.5	15	7.5	2.5	2.5			

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

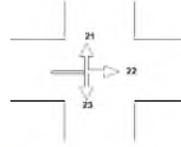


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP	
	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13	11	12	13			
05:00 - 05:15	12	19	7	4	3	2	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	54	59
05:15 - 05:30	11	18	7	2	6	4	0	0	0	1	0	0	0	3	0	2	0	1	0	0	0	55	60	
05:30 - 05:45	12	16	5	2	9	4	1	0	1	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	56	59	
05:45 - 06:00	13	17	7	2	5	2	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	51	56	
06:00 - 06:15	13	17	6	1	5	4	1	1	0	0	0	0	2	4	0	1	1	1	0	1	0	58	64	
06:15 - 06:30	13	18	6	2	2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	2	2	0	0	0	1	52	62	
06:30 - 06:45	12	19	5	3	2	1	0	1	0	1	0	1	0	5	0	0	2	1	1	0	0	54	61	
06:45 - 07:00	12	21	6	2	3	0	2	0	0	0	1	0	1	2	0	2	1	0	1	0	0	54	61	
07:00 - 07:15	13	22	6	2	2	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	53	58	
07:15 - 07:30	12	18	7	1	2	0	2	0	1	1	0	0	1	2	1	1	0	1	0	0	1	51	57	
07:30 - 07:45	12	19	8	0	3	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	2	0	0	1	0	51	59	
07:45 - 08:00	14	17	6	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	1	0	0	47	52	
TOTAL	149	221	76	22	43	20	10	5	4	7	4	3	9	22	4	11	13	5	4	2	2			
TOTAL UCP	149	221	76	22	43	20	15	7.5	6	14	8	6	6.75	16.5	3	27.5	32.5	12.5	10	5	5			

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



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

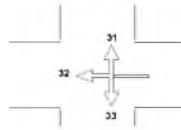


HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	23		
05:00 - 05:15	18	154	21	9	18	3	1	39	0	0	11	0	2	10	0	1	9	1	0	2	0	299	347
05:15 - 05:30	16	154	22	7	17	3	2	40	0	0	12	0	2	11	2	3	8	0	0	1	0	300	347
05:30 - 05:45	17	157	19	6	17	5	1	41	1	0	12	0	4	9	4	3	7	0	1	1	0	305	352
05:45 - 06:00	19	159	18	8	16	6	0	41	0	0	12	0	3	10	1	3	8	1	1	1	0	307	357
06:00 - 06:15	18	156	19	7	19	2	0	41	0	0	12	0	4	12	4	3	6	2	0	1	0	306	352
06:15 - 06:30	20	156	19	8	18	7	0	42	0	0	12	0	2	10	2	1	7	2	0	1	0	307	353
06:30 - 06:45	19	158	21	6	13	8	0	41	0	0	13	0	5	12	3	2	8	2	1	2	0	314	365
06:45 - 07:00	22	158	17	8	17	7	1	40	0	0	12	0	4	11	5	3	7	1	0	1	0	314	360
07:00 - 07:15	19	160	20	8	16	7	2	40	0	0	12	1	3	10	5	4	8	2	2	0	0	319	373
07:15 - 07:30	18	158	19	8	17	8	0	39	1	0	10	0	4	9	4	5	9	0	0	1	0	310	358
07:30 - 07:45	15	160	18	7	16	9	1	37	0	0	10	0	3	10	3	3	6	1	1	2	0	302	347
07:45 - 08:00	13	158	17	9	18	5	0	33	0	0	9	0	4	11	5	4	8	1	0	2	0	297	340
TOTAL	214	1888	230	91	202	70	8	474	2	0	137	1	40	125	38	35	91	13	6	15	0		
TOTAL UCP	214	1888	230	91	202	70	12	711	3	0	274	2	30	93.75	28.5	87.5	227.5	32.5	15	37.5	0		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTES	
MOTO	0.75
AUTO	1
CAMIONETA	1
COMBI	1.5
COASTER	2
CAMION	2.5



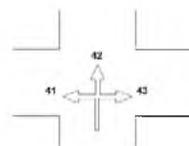
BUS 2.5

HORARIO	AUTOS			CAMIONETAS			COMBIS			COASTERS			MOTOS			CAMIONES			BUSES			TOTAL	TOTAL UCP
	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33	31	32	33		
05:00 - 05:15	17	156	21	9	9	9	1	41	0	0	11	0	2	11	0	1	9	0	0	3	0	300	348
05:15 - 05:30	15	158	21	11	8	8	2	42	0	0	12	0	2	12	2	3	8	0	0	1	0	303	351
05:30 - 05:45	17	152	26	8	17	7	1	41	1	0	11	0	4	10	4	2	8	0	0	2	0	311	357
05:45 - 06:00	18	156	24	12	14	7	0	41	0	0	10	0	3	12	1	3	6	1	0	2	0	310	355
06:00 - 06:15	18	148	23	12	23	8	1	40	0	0	12	0	4	11	4	0	8	0	0	1	1	312	355
06:15 - 06:30	19	154	21	6	18	6	0	40	1	0	12	0	1	10	2	1	10	1	0	2	0	304	354
06:30 - 06:45	19	152	26	8	19	8	0	41	0	0	13	0	5	12	3	3	8	0	0	2	1	320	370
06:45 - 07:00	18	152	24	11	17	9	1	40	0	0	12	0	4	13	5	2	9	1	0	3	0	321	371
07:00 - 07:15	16	154	27	10	18	9	2	40	0	0	13	1	6	12	5	4	8	0	0	2	1	328	380
07:15 - 07:30	18	155	21	8	16	5	0	41	1	0	11	0	4	15	4	2	8	0	0	1	0	310	353
07:30 - 07:45	17	158	24	7	18	8	1	38	0	0	10	0	4	10	3	3	9	1	0	2	0	313	361
07:45 - 08:00	13	158	23	9	17	5	0	38	0	0	10	0	4	11	5	1	8	0	0	1	0	303	342
TOTAL	205	1851	281	111	192	89	9	483	3	0	137	1	43	139	38	25	99	4	0	22	3		
TOTAL UCP	205	1851	281	111	192	89	13.5	724.5	4.5	0	274	2	32.25	104.25	28.5	62.5	247.5	10	0	55	7.5		

UNIDAD DE CONVERSIÓN COCHE PATRON

Intersección: AV. HUANCAMELICA - AV. J.C. MARIATEGUI
 Fecha:
 Carril: 2 CARRILES
 Aforador: GHQ

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



FACTOR DE VEH. EQUIVALENTES	
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	TOTAL UCP	
	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43	41	42	43			
05:00 - 05:15	18	18	9	4	6	1	1	1	1	0	0	0	1	9	1	0	1	0	0	0	0	0	71	71
05:15 - 05:30	19	18	11	4	5	0	2	2	0	1	0	0	0	8	0	0	1	0	1	0	0	72	76	
05:30 - 05:45	21	17	14	4	6	1	0	1	1	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	1	0	72	73	
05:45 - 06:00	19	19	16	3	4	1	1	1	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	1	76	76
06:00 - 06:15	20	19	12	1	2	1	0	0	1	0	0	1	4	8	0	1	1	0	0	0	0	71	73	
06:15 - 06:30	19	18	15	3	6	1	0	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	69	69	
06:30 - 06:45	18	16	16	3	3	2	0	1	0	0	0	0	5	9	1	1	1	0	0	0	0	76	76	
06:45 - 07:00	17	18	12	5	4	3	1	0	1	1	0	0	5	8	1	1	0	0	0	0	0	77	77	
07:00 - 07:15	18	16	12	3	6	1	0	0	1	0	0	0	4	8	1	1	0	0	1	0	0	72	72	
07:15 - 07:30	16	13	14	6	7	2	0	1	0	0	1	0	4	11	1	0	1	1	0	0	1	79	81	
07:30 - 07:45	17	21	18	4	6	1	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	78	76	
07:45 - 08:00	18	23	13	2	4	2	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	0	1	0	0	73	75	
TOTAL	220	216	182	42	59	16	7	8	5	2	2	1	35	88	6	4	6	1	3	1	2			
TOTAL UCP	220	216	182	42	59	16	10.5	12	7.5	4	4	2	26.25	66	4.5	10	15	2.5	7.5	2.5	5			

ANEXO N°3: FACTOR DE HORA PUNTA

MANANA - FHP: 07:00 - 08:00 am							
HORARIO	NS	OE	EO	SN	TOTAL		FHP
06:00 - 06:15	79	158	143	71	450	2175	0.986
06:15 - 06:30	82	185	154	75	495	2530	
06:30 - 06:45	60	235	209	63	567	2843	
06:45 - 07:00	85	252	247	79	663	3185	
07:00 - 07:15	86	336	298	86	805	3452	
07:15 - 07:30	78	326	317	89	809	3586	
07:30 - 07:45	96	372	335	107	909	3702	
07:45 - 08:00	105	378	346	101	930	3642	
08:00 - 08:15	112	380	337	111	938	3535	
08:15 - 08:30	116	371	333	105	925		
08:30 - 08:45	103	352	308	86	849		
08:45 - 09:00	95	349	285	94	824		
					938	3702	

TARDE - FHP: 11:00 am - 02:00 pm							
HORARIO	NS	OE	EO	SN	TOTAL		FHP
11:00 - 11:15	90	351	346	72	859	3474	0.990
11:15 - 11:30	87	342	343	73	846	3523	
11:30 - 11:45	93	362	353	73	881	3577	
11:45 - 12:00	104	351	351	83	889	3631	
12:00 - 12:15	110	360	359	80	908	3676	
12:15 - 12:30	110	356	357	77	900	3697	
12:30 - 12:45	117	367	360	91	935	3704	
12:45 - 01:00	121	367	363	83	934	3656	
01:00 - 01:15	111	370	360	88	929	3592	
01:15 - 01:30	106	367	348	86	907		
01:30 - 01:45	99	353	359	77	887		
01:45 - 02:00	106	346	342	76	870		
					935	3704	

NOCHE - FHP: 05:00 - 08:00 pm							
HORARIO	NS	OE	EO	SN	TOTAL		FHP
05:00 - 05:15	59	347	348	71	825	3343	0.984
05:15 - 05:30	60	347	351	76	834	3361	
05:30 - 05:45	59	352	357	73	841	3365	
05:45 - 06:00	56	357	355	76	843	3395	
06:00 - 06:15	64	352	355	73	842	3420	
06:15 - 06:30	62	353	354	69	838	3460	
06:30 - 06:45	61	365	370	76	872	3471	
06:45 - 07:00	61	360	371	77	868	3441	
07:00 - 07:15	58	373	380	72	882	3382	
07:15 - 07:30	57	358	353	81	849		
07:30 - 07:45	59	347	361	76	842		
07:45 - 08:00	52	340	342	75	809		
					882	3471	

ANEXO N°4: AJUSTE DE VOLUMEN

AJUSTE DE VOLUMENES

Para la Hora Punta

MAÑANA 7:30 - 8:30

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	88	0.986	89	FI	189	1	1	189
	F	198	0.986	200	-	-	-	-	-
	D	143	0.986	144	FD	245	1	1	245
S	I	177	0.986	179	FI	263	1	1	263
	F	166	0.986	169	-	-	-	-	-
	D	80	0.986	81	FD	166	1	1	166
E	I	100	0.986	102	FI	682	1	1	682
	F	1146	0.986	1161	-	-	-	-	-
	D	104	0.986	105	FD	686	1	1	686
O	I	114	0.986	115	FI	717	1	1	717
	F	1186	0.986	1203	-	-	-	-	-
	D	201	0.986	204	FD	805	1	1	805

Para la Hora Punta

TARDE 12:30 - 1:30

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	95	0.990	96	FI	199	1	1	199
	F	205	0.990	207	-	-	-	-	-
	D	155	0.990	157	FD	260	1	1	260
S	I	120	0.990	121	FI	196	1	1	196
	F	148	0.990	149	-	-	-	-	-
	D	79	0.990	80	FD	155	1	1	155
E	I	93	0.990	93	FI	690	1	1	690
	F	1182	0.990	1194	-	-	-	-	-
	D	156	0.990	158	FD	754	1	1	754
O	I	132	0.990	133	FI	736	1	1	736
	F	1194	0.990	1205	-	-	-	-	-
	D	146	0.990	147	FD	750	1	1	750

Para la Hora Punta

NOCHE 6:30 - 7:30

Acceso	Movimiento	Volumen movimiento	FHDM	Flujo	Grupo de carriles	Flujo por Grupo	Numero de carriles	Factor de Utilización	Flujo Ajustado
N	I	35	0.984	35	FI	96	1	1	96
	F	120	0.984	122	-	-	-	-	-
	D	88	0.984	89	FD	150	1	1	150
S	I	112	0.984	114	FI	172	1	1	172
	F	114	0.984	116	-	-	-	-	-
	D	67	0.984	68	FD	126	1	1	126
E	I	155	0.984	157	FI	752	1	1	752
	F	1171	0.984	1190	-	-	-	-	-
	D	149	0.984	151	FD	746	1	1	746
O	I	158	0.984	160	FI	748	1	1	748
	F	1156	0.984	1175	-	-	-	-	-
	D	137	0.984	139	FD	727	1	1	727

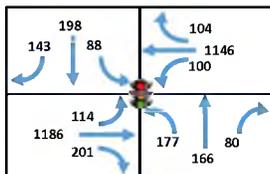
ANEXO N°5: FLUJO DE SATURACIÓN

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



Para la Hora Punta **MAÑANA**



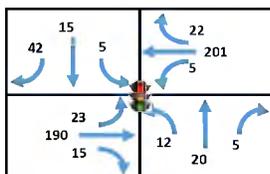
Factor de ajuste por anchura de carril

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	3.60 m	0.99
	FI	3.60 m	0.99
Oeste	FD	3.10 m	0.95
	FI	3.10 m	0.95
Este	FD	3.10 m	0.95
	FI	3.10 m	0.95
Sur	FD	3.60 m	0.99
	FI	3.60 m	0.99

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	51	428	11.80	0.95
	FI	11	428	2.57	0.98
Oeste	FD	109	1501	7.23	0.96
	FI	119	1501	7.93	0.96
Este	FD	115	1350	8.54	0.95
	FI	113	1350	8.35	0.96
Sur	FD	15	423	3.48	0.98
	FI	22	423	5.14	0.97

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

Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

N° de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	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	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	3	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	FD	5	0.93
	FI	3	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94
Sur	FD	5	0.93
	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	FD	1	1
	FI	1	1
Este	FD	1	1
	FI	1	1
Sur	FD	0	1
	FI	0	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

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

Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

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	434	0.56	0.92
	FI	189	434		1
Oeste	FD	805	1521	0.53	0.92
	FI	717	1521		1
Este	FD	686	1369	0.50	0.92
	FI	882	1369		1
Sur	FD	166	429	0.39	0.94
	FI	263	429		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	

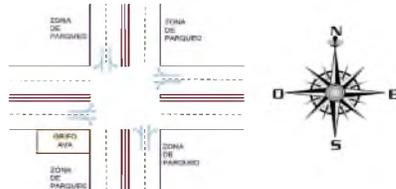
				Pvi	Fvi
Norte	FD	245	434		1
	FI	189	434	0.44	0.98
Oeste	FD	805	1521		1
	FI	717	1521	0.47	0.98
Este	FD	686	1369		1
	FI	882	1369	0.50	0.98
Sur	FD	166	429		1
	FI	263	429	0.61	0.97

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	0.99	0.98	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98
FD			1800	1	0.99	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1311
Sur	FI		1800	1	0.99	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.97	1419
	FD		1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	0.94	1.00	1377
Este	FI		1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1355
	FD		1800	1	0.95	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1271

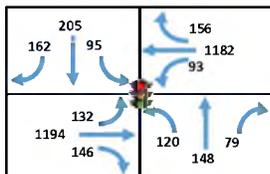
Oeste	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1357
	FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.93	1	0.9	0.92	1.00	1265

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



Para la Hora Punta TARDE



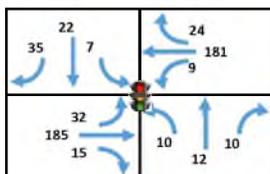
Factor de ajuste por anchura de carril

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	3.60 m	0.99
	FI	3.60 m	0.99
Oeste	FD	3.10 m	0.95
	FI	3.10 m	0.95
Este	FD	3.10 m	0.95
	FI	3.10 m	0.95
Sur	FD	3.60 m	0.99
	FI	3.60 m	0.99

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	45	455	9.95	0.95
	FI	16	455	3.46	0.98
Oeste	FD	114	1471	7.73	0.97
	FI	117	1471	7.94	0.96
Este	FD	118	1431	8.23	0.96
	FI	95	1431	6.62	0.97
Sur	FD	16	347	4.61	0.98
	FI	16	347	4.46	0.98

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

Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

N° de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	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	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	4	0.94
Oeste	FD	5	0.93
	FI	4	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	3	0.94
Sur	FD	5	0.93
	FI	5	0.93

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	FD	1	1
	FI	2	1
Este	FD	2	1
	FI	1	1
Sur	FD	0	1
	FI	0	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

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

Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

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	260	459	0.57	0.92
	FI	199	459		1
Oeste	FD	750	1486	0.50	0.92
	FI	736	1486		1
Este	FD	754	1445	0.52	0.92
	FI	890	1445		1
Sur	FD	155	351	0.44	0.93
	FI	196	351		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	

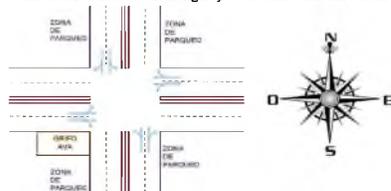
				Pvi	Fvi
Norte	FD	260	459		1
	FI	199	459	0.43	0.98
Oeste	FD	750	1486		1
	FI	736	1486	0.50	0.98
Este	FD	754	1445		1
	FI	890	1445	0.48	0.98
Sur	FD	155	351		1
	FI	196	351	0.56	0.97

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	0.99	0.98	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98
FD			1800	1	0.99	0.95	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1311
Sur	FI		1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	1.00	0.97	1422
	FD		1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1365
Este	FI		1800	1	0.95	0.97	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1371
	FD		1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1280

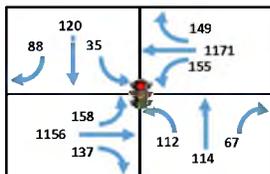
Oeste	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1355
	FD	1800	1	0.95	0.97	1	0.93	1	0.9	0.92	1.00	1283

MÓDULO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



Para la Hora Punta NOCHE



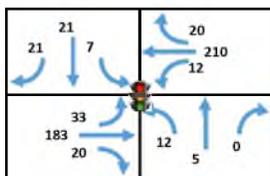
Factor de ajuste por anchura de carril

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	3.60 m	0.99
	FI	3.60 m	0.99
Oeste	FD	3.10 m	0.95
	FI	3.10 m	0.95
Este	FD	3.10 m	0.95
	FI	3.10 m	0.95
Sur	FD	3.60 m	0.99
	FI	3.60 m	0.99

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	242	13.21	0.93
	FI	18	242	7.22	0.96
Oeste	FD	111	1450	7.66	0.96
	FI	124	1450	8.55	0.96
Este	FD	130	1474	8.82	0.96
	FI	117	1474	7.94	0.96
Sur	FD	2	294	0.77	1
	FI	14	294	4.86	0.98

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

Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

0%

1

Factor de ajuste por estacionamiento

N° de carriles en el grupo	Sin estacionamiento	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	0.97	0.85
3	1	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89

Norte	FD	4	0.94
	FI	3	0.94
Oeste	FD	4	0.94
	FI	3	0.94
Este	FD	4	0.94
	FI	4	0.94
Sur	FD	5	0.93
	FI	5	0.93

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	FD	2	1
	FI	1	1
Este	FD	1	1
	FI	2	1
Sur	FD	0	1
	FI	0	1

Factor de ajuste por localización de la intersección

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

Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

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	260	459	0.57	0.92
	FI	199	459		1
Oeste	FD	750	1486	0.50	0.92
	FI	736	1486		1
Este	FD	754	1445	0.52	0.92
	FI	890	1445		1
Sur	FD	155	351	0.44	0.93
	FI	196	351		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	260	459		1
	FI	199	459	0.43	0.98
Oeste	FD	750	1486		1
	FI	736	1486	0.50	0.98
Este	FD	754	1445		1
	FI	890	1445	0.48	0.98
Sur	FD	155	351		1
	FI	196	351	0.56	0.97

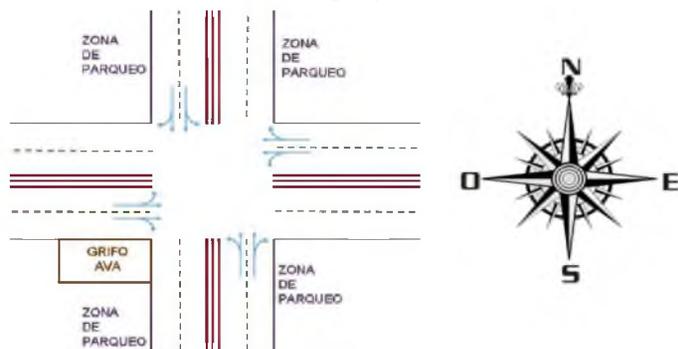
NOCHE	Acceso	Movim.	Flujo de Sat. Ideal	Número de carriles	fA	fVP	fP	fE	fB	fL	fVD	fVI	Flujo de Sat. Ajustado
	Norte	FI	1800	1	0.99	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1417
		FD	1800	1	0.99	0.93	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1283
	Sur	FI	1800	1	0.99	0.98	1	0.93	1	0.9	1.00	0.97	1422
		FD	1800	1	0.99	1	1	0.93	1	0.9	0.93	1.00	1393
	Este	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1356
		FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1280

Oeste	FI	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	1.00	0.98	1355
	FD	1800	1	0.95	0.96	1	0.94	1	0.9	0.92	1.00	1284

ANEXO N°6: ANÁLISIS DE CAPACIDAD

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

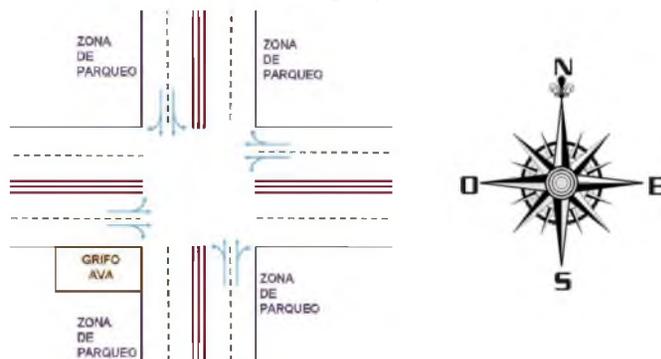


PARA LA HORA PUNTA MAÑANA

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	189	1446	0.13	0.19	30	85	0.35	510.31	0.37
		FD	245	1311	0.19		30	85	0.35	462.74	0.53
	Sur	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	263	1419	0.19	0.19	30	85	0.35	500.75	0.53
		FD	166	1377	0.12		30	85	0.35	486.02	0.34
		Movim.	v	s	v/s		v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C
FI	682	1355	0.50	0.54	45		85	0.53	717.36	0.95	
FD	686	1271	0.54		45	85	0.53	672.86	1.02		
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	717	1357	0.53	0.64	45	85	0.53	718.33	1.00
	FD	805	1265	0.64	45		85	0.53	669.70	1.20	
	Oeste	Movim.	v	s	v/s		v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C
FI		717	1357	0.53	45		85	0.53	718.33	1.00	
FD	805	1265	0.64	45	85	0.53	669.70	1.20			
Av. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica		Intersecc.	3753								

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

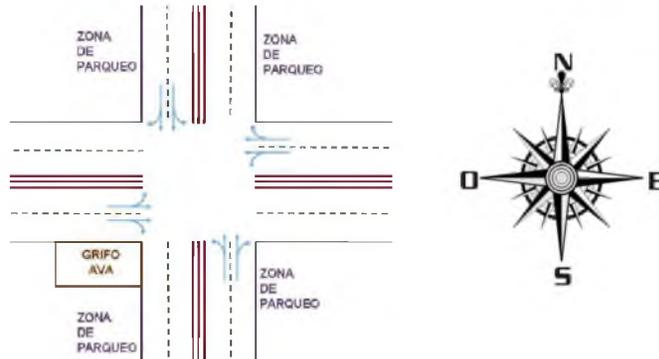


PARA LA HORA PUNTA TARDE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c		
A	Norte	FI	199	1446	0.14	0.20	30	85	0.35	510.37	0.39		
		FD	260	1311	0.20		30	85	0.35	462.55	0.56		
	Sur	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c		
		FI	196	1422	0.14	0.14	30	85	0.35	501.88	0.39		
		FD	155	1365	0.11		30	85	0.35	481.74	0.32		
		Este	Movim.	v	s		v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
FI	690		1371	0.50	0.59		45	85	0.53	725.57	0.95		
FD	754	1280	0.59	45		85	0.53	677.65	1.11				
B	Oeste	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c		
		FI	736	1355	0.54	0.58	45	85	0.53	717.47	1.03		
	FD	750	1283	0.58	45		85	0.53	679.36	1.10			
	Av. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica		Intersecc.	3740									

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



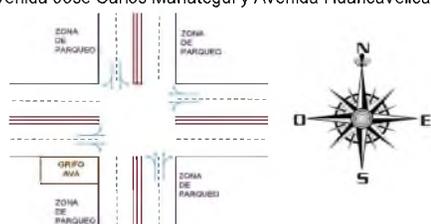
PARA LA HORA PUNTA NOCHE

Fase	Acerc.	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
A	Norte	FI	96	1417	0.07	0.12	30	85	0.35	499.96	0.19
		FD	150	1283	0.12		30	85	0.35	452.81	0.33
	Sur	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	172	1422	0.12	0.12	30	85	0.35	501.88	0.34
		FD	126	1393	0.09		30	85	0.35	491.58	0.26
		Movim.	v	s	v/s		v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C
FI	752	1356	0.55	0.58	45		85	0.53	718.09	1.05	
FD	746	1280	0.58		45	85	0.53	677.65	1.10		
B	Este	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c
		FI	748	1355	0.55	0.57	45	85	0.53	717.47	1.04
	FD	727	1284	0.57	45		85	0.53	679.59	1.07	
	Oeste	Movim.	v	s	v/s		v/s crit.	g	C	g/C	c=sg/C
FI		748	1355	0.55	45		85	0.53	717.47	1.04	
FD	727	1284	0.57	45	85	0.53	679.59	1.07			
Av. J. C. Mariategui - Av. Huancavelica		Intersecc.	3518								

ANEXO N°7: ANÁLISIS DE NIVEL DE SERVICIO

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



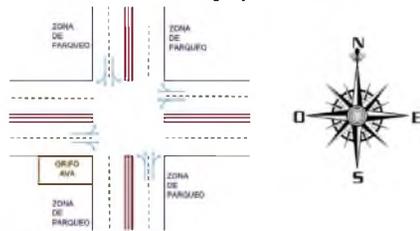
DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

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	189	1446	0.13	0.19	30	85	0.35	510.31	0.37	15.56	0.22	1	15.78	B	16.77	B
		FD	245	1311	0.19		30	85	0.35	462.74	0.53	16.63	0.92	1	17.54	B		
	Sur	Movim.	v	s	v/s	0.19	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	263	1419	0.19		30	85	0.35	500.75	0.53	16.61	0.83	1	17.44	B	16.71	B
FD	166	1377	0.12	30	85	0.35	486.02	0.34	15.37	0.17	1	15.54	B					
B	Este	Movim.	v	s	v/s	0.54	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	682	1355	0.50		45	85	0.53	717.36	0.95	14.41	16.41	1	30.82	C	39.10	D
		FD	686	1271	0.54		45	85	0.53	672.86	1.02	15.55	31.80	1	47.34	D		
	Movim.	v	s	v/s	0.64	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA		
	FI	717	1357	0.53		45	85	0.53	718.33	1.00	15.16	25.25	1	40.41	D	90.91	F	
	FD	805	1265	0.64		45	85	0.53	669.70	1.20	19.66	116.21	1	135.87	F			
Av. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica			3753			206270											55.96	E

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



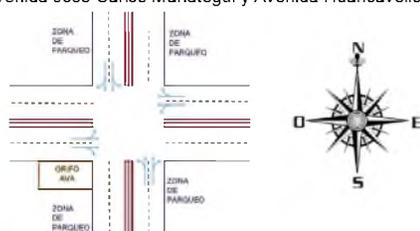
DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	F

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	199	1446	0.14	0.20	30	85	0.35	510.37	0.39	15.68	0.26	1	15.95	B	17.14	B
		FD	260	1311	0.20		30	85	0.35	462.55	0.56	16.87	1.18	1	18.06	B		
	Sur	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	196	1422	0.14	0.14	30	85	0.35	501.88	0.39	15.68	0.27	1	15.95	B	15.70	B
FD	155	1365	0.11	30	85	0.35	481.74	0.32	15.25	0.14	1	15.39	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	690	1371	0.50	0.59	45	85	0.53	725.57	0.95	14.41	16.29	1	30.70	C	58.55	E
		FD	754	1280	0.59		45	85	0.53	677.65	1.11	17.42	66.62	1	84.04	F		
	Movim.	v	s	v/s	v/s crit.		g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS		
	Oeste	FI	736	1355	0.54	0.58	45	85	0.53	717.47	1.03	15.65	32.59	1	48.24	D	63.98	E
		FD	750	1283	0.58		45	85	0.53	679.36	1.10	17.21	62.22	1	79.43	F		
Av. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica		3740			193010													

MÓDULO DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica



DEMORA ENTRE	LOS
0	A
10.1	B
20.1	C
35.1	D
55.1	E
80.1	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	96	1417	0.07	0.12	30	85	0.35	499.96	0.19	14.51	0.02	1	14.53	B	15.11	B
		FD	150	1283	0.12		30	85	0.35	452.81	0.33	15.32	0.17	1	15.49	B		
	Sur	Movim.	v	s	v/s	0.12	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	172	1422	0.12		30	85	0.35	501.88	0.34	15.39	0.17	1	15.55	B	15.29	B
FD	126	1393	0.09	30	85	0.35	491.58	0.26	14.87	0.06	1	14.94	B					
B	Este	Movim.	v	s	v/s	0.58	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	752	1356	0.55		45	85	0.53	718.09	1.05	16.07	39.52	1	55.59	E	66.88	E
	FD	746	1280	0.58	45	85	0.53	677.65	1.10	17.15	61.11	1	78.26	E				
	Oeste	Movim.	v	s	v/s	0.57	g	C	g/C	c=sg/C	X=v/c	d1	d2	PF	DEMORA	LOS	DEMORA	LOS
		FI	748	1355	0.55		45	85	0.53	717.47	1.04	15.96	37.61	1	53.57	D	58.89	E
	FD	727	1284	0.57	45	85	0.53	679.59	1.07	16.48	47.89	1	64.38	E				
Av. J.C. Mariategui - Av. Huancavelica			3518			195332											55.53	E

ANEXO N°8: CICLO ÓPTIMO

CICLO OPTIMO

Intersección: Avenida José Carlos Mariategui y Avenida Huancavelica

Faseado del semáforo

FASES	DIRECC.	CICLO	VERDE	AMBAR	ROJO
A	N-S	85	30	3	52
	S-N	85	30	3	52
B	E-O	85	45	3	37
	O-E	85	45	3	37

Movimientos críticos por fase

FASES	MOV.	v	s	v/s	v/s crítico	
A	NORTE	FI	199	1446	0.14	0.20
		FD	260	1311	0.20	
	SUR	FI	196	1422	0.14	
		FD	155	1365	0.11	
B	ESTE	FI	690	1371	0.50	0.59
		FD	754	1280	0.59	
	OESTE	FI	736	1355	0.54	
		FD	750	1283	0.58	

$$y = 0.79$$

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 $W = 4 + 6.20 + 6.20 + 1.8 = 18.20$ m

Fase B $W = 4 + 7.20 + 7.20 + 1.5 = 19.90$ m

$$y = \left(t + \frac{v}{3a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right)$$

$$y = \left(t + \frac{v}{3a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right)$$

$$y1 = \left(1 + \frac{13.89}{3(3.05)} \right) + \left(\frac{18.20 + 6.10}{13.89} \right)$$

$$y2 = \left(1 + \frac{13.89}{3(3.05)} \right) + \left(\frac{19.90 + 6.10}{13.89} \right)$$

$$y1 = 4 \text{ seg}$$

$$y2 = 4 \text{ seg}$$

$$A1 = 3 \text{ seg}$$

$$A2 = 3 \text{ seg}$$

$$TR1 = 1 \text{ seg}$$

$$TR2 = 1 \text{ seg}$$

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

$$C_0 = \frac{1.5l + 5}{1 - Y} = \frac{1.5 * 9 + 5}{1 - 0.79} = 88$$

Se considera el valor máximo del ciclo óptimo
90 seg.

Por lo tanto el rango se encuentra entre:
84 - 120 - 156

Cálculo del cruce peatonal

$$C_p = 7 + W/4 - Y'$$

$$C_{pA} = 7 + (18.20 / 4) - 4 = 8 \text{ seg}$$

$$C_{pB} = 7 + (19.90 / 4) - 4 = 8 \text{ seg}$$

Asignación en función de flujos críticos para cada fase

$$C_o = 90 \text{ seg}$$

					V	A	R
	A	90	0.20/0.8	0.25	23	3	64
	B	90	0.59/0.8	0.75	67	3	20

Comprobando el cruce peatonal

8	<	23	ok
8	<	67	ok

**ANEXO N°9: NIVEL DE SERVICIO
MEJORADO SYNCHRO 8**

Lanes, Volumes, Timings

3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL
Lane Configurations		↔↔				↔↔				↔↔		
Volume (vph)	132	1145	125	93	14	1168	156	4	116	148	79	95
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frts		0.987				0.984				0.966		
Flt Protected		0.995				0.996				0.983		
Satd. Flow (prot)	0	2591	0	0	0	2583	0	0	0	2838	0	0
Flt Permitted		0.652				0.706				0.632		
Satd. Flow (perm)	0	1698	0	0	0	1831	0	0	0	1824	0	0
Right Turn on Red							No				No	
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50				50				50		
Link Distance (m)		82.0				107.0				101.4		
Travel Time (s)		5.9				7.7				7.3		
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Heavy Vehicles (%)	3%	12%	1%	1%	2%	12%	2%	3%	3%	3%	3%	1%
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	1
Adj. Flow (vph)	133	1157	126	94	14	1180	158	4	117	149	80	96
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	1416	0	0	0	1446	0	0	0	350	0	0
Enter Blocked Intersection	No											
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Left
Median Width(m)		0.0				0.0				0.0		
Link Offset(m)		0.0				0.0				0.0		
Crosswalk Width(m)		4.8				4.8				4.8		
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Turning Speed (k/h)	25		15	25	25		15	25	25		15	25
Number of Detectors	1	2		1	1	2		1	1	2		1
Detector Template	Left	Thru		Left	Left	Thru		Left	Left	Thru		Left
Leading Detector (m)	2.0	10.0		2.0	2.0	10.0		2.0	2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6		2.0	2.0	0.6		2.0	2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)		9.4				9.4				9.4		
Detector 2 Size(m)		0.6				0.6				0.6		
Detector 2 Type		Cl+Ex				Cl+Ex				Cl+Ex		
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)		0.0				0.0				0.0		
Turn Type	Perm	NA		Perm	Perm	NA		Perm	Perm	NA		Perm
Protected Phases		4				8				2!		
Permitted Phases	4			8	8			2!	2!			6
Detector Phase	4	4		8	8	8		2	2	2		6

Lanes, Volumes, Timings

3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	SBT	SBR	SBR2	NER	NER2
Lane Configurations	↔			↔	
Volume (vph)	195	10	155	49	21
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	2.4	2.4
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr _t	0.946			0.865	
Fl _t Protected	0.990				
Satd. Flow (prot)	2751	0	0	1191	0
Fl _t Permitted	0.741				
Satd. Flow (perm)	2059	0	0	1191	0
Right Turn on Red			No		No
Satd. Flow (RTOR)					
Link Speed (k/h)	50				
Link Distance (m)	74.7				
Travel Time (s)	5.4				
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Heavy Vehicles (%)	5%	2%	7%	2%	2%
Bus Blockages (#/hr)	0	0	5	0	0
Adj. Flow (vph)	197	10	157	49	21
Shared Lane Traffic (%)					
Lane Group Flow (vph)	460	0	0	70	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Right	Right
Median Width(m)	0.0				
Link Offset(m)	0.0				
Crosswalk Width(m)	4.8				
Two way Left Turn Lane					
Headway Factor	1.22	1.22	1.22	1.46	1.46
Turning Speed (k/h)		15	15	15	15
Number of Detectors	2			1	
Detector Template	Thru			Right	
Leading Detector (m)	10.0			2.0	
Trailing Detector (m)	0.0			0.0	
Detector 1 Position(m)	0.0			0.0	
Detector 1 Size(m)	0.6			2.0	
Detector 1 Type	Cl+Ex			Cl+Ex	
Detector 1 Channel					
Detector 1 Extend (s)	0.0			0.0	
Detector 1 Queue (s)	0.0			0.0	
Detector 1 Delay (s)	0.0			0.0	
Detector 2 Position(m)	9.4				
Detector 2 Size(m)	0.6				
Detector 2 Type	Cl+Ex				
Detector 2 Channel					
Detector 2 Extend (s)	0.0				
Turn Type	NA			custom	
Protected Phases	6!				
Permitted Phases				2!	
Detector Phase	6			2	



Lane Group	SBT	SBR	SBR2	NER	NER2
Switch Phase					
Minimum Initial (s)	4.0			4.0	
Minimum Split (s)	20.0			20.0	
Total Split (s)	20.0			20.0	
Total Split (%)	22.2%			22.2%	
Maximum Green (s)	16.0			16.0	
Yellow Time (s)	3.5			3.5	
All-Red Time (s)	0.5			0.5	
Lost Time Adjust (s)	-5.0			-4.0	
Total Lost Time (s)	-1.0			0.0	
Lead/Lag					
Lead-Lag Optimize?					
Vehicle Extension (s)	3.0			3.0	
Recall Mode	Min			Min	
Walk Time (s)	5.0			5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0	
Act Effct Green (s)	21.0			20.0	
Actuated g/C Ratio	0.23			0.22	
v/c Ratio	0.96			0.26	
Control Delay	67.8			32.2	
Queue Delay	0.0			0.0	
Total Delay	67.8			32.2	
LOS	E			C	
Approach Delay	67.8				
Approach LOS	E				
Intersection Summary					

ACCESOS ALTERNOS

Lanes, Volumes, Timings

3:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑			↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	0	1326	146	0	1275	156	120	280	79	95	298	155
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Fr _t		0.985			0.984			0.975			0.958	
Fl _t Protected								0.988			0.991	
Satd. Flow (prot)	0	2582	0	0	2574	0	0	2879	0	0	2824	0
Fl _t Permitted								0.709			0.787	
Satd. Flow (perm)	0	2582	0	0	2574	0	0	2066	0	0	2243	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		85.1			116.0			104.5			74.3	
Travel Time (s)		6.1			8.4			7.5			5.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	3%	12%	1%	1%	12%	2%	3%	3%	3%	1%	5%	2%
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	1	1	4	0	0	0	1	0	5
Adj. Flow (vph)	0	1441	159	0	1386	170	130	304	86	103	324	168
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	1600	0	0	1556	0	0	520	0	0	595	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type		NA			NA		Perm	NA		Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2			6	
Permitted Phases							2			6		
Minimum Split (s)		20.0			20.0		20.0	20.0		20.0	20.0	
Total Split (s)		40.0			40.0		20.0	20.0		20.0	20.0	
Total Split (%)		66.7%			66.7%		33.3%	33.3%		33.3%	33.3%	
Maximum Green (s)		36.5			36.5		16.5	16.5		16.5	16.5	
Yellow Time (s)		3.0			3.0		3.0	3.0		3.0	3.0	
All-Red Time (s)		0.5			0.5		0.5	0.5		0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)		-5.0			-5.0			-5.0			-5.0	
Total Lost Time (s)		-1.5			-1.5			-1.5			-1.5	
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Walk Time (s)		5.0			5.0		5.0	5.0		5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)		11.0			11.0		11.0	11.0		11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)		0			0		0	0		0	0	
Act Effct Green (s)		41.5			41.5			21.5			21.5	
Actuated g/C Ratio		0.69			0.69			0.36			0.36	
v/c Ratio		0.90			0.87			0.98dl			0.74	
Control Delay		16.6			14.9			22.7			23.8	

Lanes, Volumes, Timings

3:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Queue Delay		0.0			0.0			0.0			0.0	
Total Delay		16.6			14.9			22.7			23.8	
LOS		B			B			C			C	
Approach Delay		16.6			14.9			22.7			23.8	
Approach LOS		B			B			C			C	

Intersection Summary

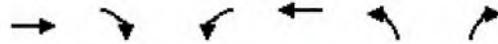
Area Type: CBD
 Cycle Length: 60
 Actuated Cycle Length: 60
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:NBTL and 6:SBTL, Start of Green
 Natural Cycle: 60
 Control Type: Pretimed
 Maximum v/c Ratio: 0.90
 Intersection Signal Delay: 17.7
 Intersection LOS: B
 Intersection Capacity Utilization 93.3%
 ICU Level of Service F
 Analysis Period (min) 15
 dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.

Splits and Phases: 3:



Lanes, Volumes, Timings
6: Ricardo Palma & Av. Huancavelica

1/06/2017



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑			↑↑		
Volume (vph)	1368	132	0	1431	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2
Lane Util. Factor	0.95	0.95	1.00	0.95	1.00	1.00
Fr _t	0.987					
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	3125	0	0	3167	0	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	3125	0	0	3167	0	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	116.0			88.6	106.2	
Travel Time (s)	8.4			6.4	7.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	1487	143	0	1555	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	1630	0	0	1555	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	47.7%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A

Lanes, Volumes, Timings

8: Tacna

1/06/2017



Lane Group	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑↑	↑↑			↑↑
Volume (vph)	0	132	347	0	0	444
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.88	0.95	1.00	1.00	0.95
Fr _t		0.850				
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	2523	3353	0	0	3353
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	2523	3353	0	0	3353
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	116.1		41.6			104.5
Travel Time (s)	8.4		3.0			7.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	143	377	0	0	483
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	143	377	0	0	483
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	0.0		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.14	1.14	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free

Intersection Summary

Area Type: Other

Control Type: Unsignalized

Intersection Capacity Utilization 21.7% ICU Level of Service A

Analysis Period (min) 15

Lanes, Volumes, Timings

9: Manuel Alonso

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations		↑↑	↑↑			
Volume (vph)	0	1472	1457	93	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr _t			0.991			
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	3167	3138	0	0	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	3167	3138	0	0	0
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		95.4	85.1		72.1	
Travel Time (s)		6.9	6.1		5.2	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	1600	1584	101	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	1600	1685	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Stop	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	49.0%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A

Lanes, Volumes, Timings
 11: Junin & Av. J. C. Mariategui

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑		↑↑	↑↑	
Volume (vph)	0	93	0	436	455	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.88	1.00	0.95	0.95	1.00
Fr _t		0.850				
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	2523	0	3353	3353	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	2523	0	3353	3353	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	84.2			74.3	108.2	
Travel Time (s)	6.1			5.3	7.8	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	101	0	474	495	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	101	0	474	495	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.14	1.14	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	23.4%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A

**ANEXO 10: NIVEL DE SERVICIO
2022 Y 2027 CON SYNCHRO 8**

2022

Lanes, Volumes, Timings

3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL
Lane Configurations		↕↕				↕↕				↕↕		
Volume (vph)	210	1822	199	147	22	1860	248	6	185	236	126	151
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frts		0.987				0.984				0.966		
Flt Protected		0.995				0.996				0.983		
Satd. Flow (prot)	0	2591	0	0	0	2582	0	0	0	2838	0	0
Flt Permitted		0.521				0.548				0.589		
Satd. Flow (perm)	0	1357	0	0	0	1421	0	0	0	1700	0	0
Right Turn on Red							No				No	
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50				50				50		
Link Distance (m)		82.0				107.0				101.4		
Travel Time (s)		5.9				7.7				7.3		
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Heavy Vehicles (%)	3%	12%	1%	1%	2%	12%	2%	3%	3%	3%	3%	1%
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	1
Adj. Flow (vph)	212	1840	201	148	22	1879	251	6	187	238	127	153
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	2253	0	0	0	2300	0	0	0	558	0	0
Enter Blocked Intersection	No											
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Left
Median Width(m)		0.0				0.0				0.0		
Link Offset(m)		0.0				0.0				0.0		
Crosswalk Width(m)		4.8				4.8				4.8		
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Turning Speed (k/h)	25		15	25	25		15	25	25		15	25
Number of Detectors	1	2		1	1	2		1	1	2		1
Detector Template	Left	Thru		Left	Left	Thru		Left	Left	Thru		Left
Leading Detector (m)	2.0	10.0		2.0	2.0	10.0		2.0	2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6		2.0	2.0	0.6		2.0	2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)		9.4				9.4				9.4		
Detector 2 Size(m)		0.6				0.6				0.6		
Detector 2 Type		Cl+Ex				Cl+Ex				Cl+Ex		
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)		0.0				0.0				0.0		
Turn Type	Perm	NA		Perm	Perm	NA		Perm	Perm	NA		Perm
Protected Phases		4				8				2!		
Permitted Phases	4			8	8			2!	2!			6
Detector Phase	4	4		8	8	8		2	2	2		6

Lanes, Volumes, Timings

3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	SBT	SBR	SBR2	NER	NER2
Lane Configurations	↕↔			↕	
Volume (vph)	310	16	151	78	33
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	2.4	2.4
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr _t	0.960			0.865	
Fl _t Protected	0.988				
Satd. Flow (prot)	2795	0	0	1191	0
Fl _t Permitted	0.650				
Satd. Flow (perm)	1839	0	0	1191	0
Right Turn on Red			No		No
Satd. Flow (RTOR)					
Link Speed (k/h)	50				
Link Distance (m)	74.7				
Travel Time (s)	5.4				
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Heavy Vehicles (%)	5%	2%	7%	2%	2%
Bus Blockages (#/hr)	0	0	5	0	0
Adj. Flow (vph)	313	16	153	79	33
Shared Lane Traffic (%)					
Lane Group Flow (vph)	635	0	0	112	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Right	Right
Median Width(m)	0.0				
Link Offset(m)	0.0				
Crosswalk Width(m)	4.8				
Two way Left Turn Lane					
Headway Factor	1.22	1.22	1.22	1.46	1.46
Turning Speed (k/h)		15	15	15	15
Number of Detectors	2			1	
Detector Template	Thru			Right	
Leading Detector (m)	10.0			2.0	
Trailing Detector (m)	0.0			0.0	
Detector 1 Position(m)	0.0			0.0	
Detector 1 Size(m)	0.6			2.0	
Detector 1 Type	Cl+Ex			Cl+Ex	
Detector 1 Channel					
Detector 1 Extend (s)	0.0			0.0	
Detector 1 Queue (s)	0.0			0.0	
Detector 1 Delay (s)	0.0			0.0	
Detector 2 Position(m)	9.4				
Detector 2 Size(m)	0.6				
Detector 2 Type	Cl+Ex				
Detector 2 Channel					
Detector 2 Extend (s)	0.0				
Turn Type	NA			custom	
Protected Phases	6!				
Permitted Phases				2!	
Detector Phase	6			2	



Lane Group	SBT	SBR	SBR2	NER	NER2
Switch Phase					
Minimum Initial (s)	4.0			4.0	
Minimum Split (s)	20.0			20.0	
Total Split (s)	20.0			20.0	
Total Split (%)	26.7%			26.7%	
Maximum Green (s)	16.5			16.5	
Yellow Time (s)	3.0			3.0	
All-Red Time (s)	0.5			0.5	
Lost Time Adjust (s)	-5.0			-4.0	
Total Lost Time (s)	-1.5			-0.5	
Lead/Lag					
Lead-Lag Optimize?					
Vehicle Extension (s)	3.0			3.0	
Recall Mode	Min			Min	
Walk Time (s)	5.0			5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0	
Act Effct Green (s)	21.5			20.5	
Actuated g/C Ratio	0.29			0.27	
v/c Ratio	1.68dl			0.34	
Control Delay	136.8			25.5	
Queue Delay	0.0			0.0	
Total Delay	136.8			25.5	
LOS	F			C	
Approach Delay	136.8				
Approach LOS	F				
Intersection Summary					

2022 ACCESOS ALTERNOS

Lanes, Volumes, Timings

3:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑			↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	0	2110	232	0	2029	248	191	446	126	151	473	247
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Fr't		0.985			0.984			0.975			0.958	
Fl't Protected								0.988			0.991	
Satd. Flow (prot)	0	2582	0	0	2574	0	0	2879	0	0	2825	0
Fl't Permitted								0.624			0.697	
Satd. Flow (perm)	0	2582	0	0	2574	0	0	1818	0	0	1987	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		85.1			116.0			104.5			74.3	
Travel Time (s)		6.1			8.4			7.5			5.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	3%	12%	1%	1%	12%	2%	3%	3%	3%	1%	5%	2%
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	1	1	4	0	0	0	1	0	5
Adj. Flow (vph)	0	2293	252	0	2205	270	208	485	137	164	514	268
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	2545	0	0	2475	0	0	830	0	0	946	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Number of Detectors		2			2		1	2		1	2	
Detector Template		Thru			Thru		Left	Thru		Left	Thru	
Leading Detector (m)		10.0			10.0		2.0	10.0		2.0	10.0	
Trailing Detector (m)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Position(m)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Size(m)		0.6			0.6		2.0	0.6		2.0	0.6	
Detector 1 Type		Cl+Ex			Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Queue (s)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Delay (s)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 2 Position(m)		9.4			9.4			9.4			9.4	
Detector 2 Size(m)		0.6			0.6			0.6			0.6	
Detector 2 Type		Cl+Ex			Cl+Ex			Cl+Ex			Cl+Ex	
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Turn Type		NA			NA		Perm	NA		Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2			6	
Permitted Phases							2			6		
Detector Phase		4			8		2	2		6	6	

Lanes, Volumes, Timings

6:

1/06/2017



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑			↑↑		
Volume (vph)	2177	210	0	2277	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2
Lane Util. Factor	0.95	0.95	1.00	0.95	1.00	1.00
Fr _t	0.987					
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	3125	0	0	3167	0	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	3125	0	0	3167	0	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	116.0			88.6	106.2	
Travel Time (s)	8.4			6.4	7.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	2366	228	0	2475	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	2594	0	0	2475	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	

Intersection Summary

Area Type: Other

Control Type: Unsignalized

Intersection Capacity Utilization 73.9% ICU Level of Service D

Analysis Period (min) 15

Lanes, Volumes, Timings

8:

1/06/2017



Lane Group	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑↑	↑↑			↑↑
Volume (vph)	0	210	553	0	0	705
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.88	0.95	1.00	1.00	0.95
Fr _t		0.850				
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	2523	3353	0	0	3353
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	2523	3353	0	0	3353
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	116.1		41.6			104.5
Travel Time (s)	8.4		3.0			7.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	228	601	0	0	766
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	228	601	0	0	766
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	0.0		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.14	1.14	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	30.6%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A

Lanes, Volumes, Timings

9:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations		↑↑	↑↑			
Volume (vph)	0	2342	2320	147	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr _t			0.991			
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	3167	3138	0	0	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	3167	3138	0	0	0
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		95.4	85.1		72.1	
Travel Time (s)		6.9	6.1		5.2	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	2546	2522	160	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	2546	2682	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Stop	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	76.0%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service D

Lanes, Volumes, Timings

11:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑		↑↑	↑↑	
Volume (vph)	0	147	0	694	871	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.88	1.00	0.95	0.95	1.00
Fr _t		0.850				
Flt Protected						
Satd. Flow (prot)	0	2523	0	3353	3353	0
Flt Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	2523	0	3353	3353	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	84.2			74.3	108.2	
Travel Time (s)	6.1			5.3	7.8	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	160	0	754	947	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	160	0	754	947	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.14	1.14	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	37.5%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A

2027

Lanes, Volumes, Timings

3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL
Lane Configurations		↔				↔				↔		
Volume (vph)	335	2902	317	235	35	2962	396	10	294	375	201	240
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frts		0.987				0.984				0.966		
Flt Protected		0.995				0.996				0.983		
Satd. Flow (prot)	0	2591	0	0	0	2582	0	0	0	2838	0	0
Flt Permitted		0.501				0.514				0.555		
Satd. Flow (perm)	0	1305	0	0	0	1333	0	0	0	1602	0	0
Right Turn on Red							No				No	
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50				50				50		
Link Distance (m)		82.0				107.0				101.4		
Travel Time (s)		5.9				7.7				7.3		
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Heavy Vehicles (%)	3%	12%	1%	1%	2%	12%	2%	3%	3%	3%	3%	1%
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	1
Adj. Flow (vph)	338	2931	320	237	35	2992	400	10	297	379	203	242
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	3589	0	0	0	3664	0	0	0	889	0	0
Enter Blocked Intersection	No											
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Left
Median Width(m)		0.0				0.0				0.0		
Link Offset(m)		0.0				0.0				0.0		
Crosswalk Width(m)		4.8				4.8				4.8		
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Turning Speed (k/h)	25		15	25	25		15	25	25		15	25
Number of Detectors	1	2		1	1	2		1	1	2		1
Detector Template	Left	Thru		Left	Left	Thru		Left	Left	Thru		Left
Leading Detector (m)	2.0	10.0		2.0	2.0	10.0		2.0	2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6		2.0	2.0	0.6		2.0	2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)		9.4				9.4				9.4		
Detector 2 Size(m)		0.6				0.6				0.6		
Detector 2 Type		Cl+Ex				Cl+Ex				Cl+Ex		
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)		0.0				0.0				0.0		
Turn Type	Perm	NA		Perm	Perm	NA		Perm	Perm	NA		Perm
Protected Phases		4				8				2!		
Permitted Phases	4			8	8			2!	2!			6
Detector Phase	4	4		8	8	8		2	2	2		6

Lanes, Volumes, Timings
 3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	SBT	SBR	SBR2	NER	NER2
Lane Configurations	↔			↔	
Volume (vph)	495	25	240	124	53
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	2.4	2.4
Lane Util. Factor	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr _t	0.960			0.865	
Fl _t Protected	0.988				
Satd. Flow (prot)	2795	0	0	1191	0
Fl _t Permitted	0.608				
Satd. Flow (perm)	1720	0	0	1191	0
Right Turn on Red			No		No
Satd. Flow (RTOR)					
Link Speed (k/h)	50				
Link Distance (m)	74.7				
Travel Time (s)	5.4				
Peak Hour Factor	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Heavy Vehicles (%)	5%	2%	7%	2%	2%
Bus Blockages (#/hr)	0	0	5	0	0
Adj. Flow (vph)	500	25	242	125	54
Shared Lane Traffic (%)					
Lane Group Flow (vph)	1009	0	0	179	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Right	Right	Right
Median Width(m)	0.0				
Link Offset(m)	0.0				
Crosswalk Width(m)	4.8				
Two way Left Turn Lane					
Headway Factor	1.22	1.22	1.22	1.46	1.46
Turning Speed (k/h)		15	15	15	15
Number of Detectors	2			1	
Detector Template	Thru			Right	
Leading Detector (m)	10.0			2.0	
Trailing Detector (m)	0.0			0.0	
Detector 1 Position(m)	0.0			0.0	
Detector 1 Size(m)	0.6			2.0	
Detector 1 Type	Cl+Ex			Cl+Ex	
Detector 1 Channel					
Detector 1 Extend (s)	0.0			0.0	
Detector 1 Queue (s)	0.0			0.0	
Detector 1 Delay (s)	0.0			0.0	
Detector 2 Position(m)	9.4				
Detector 2 Size(m)	0.6				
Detector 2 Type	Cl+Ex				
Detector 2 Channel					
Detector 2 Extend (s)	0.0				
Turn Type	NA			custom	
Protected Phases	6!				
Permitted Phases				2!	
Detector Phase	6			2	

Lanes, Volumes, Timings
 3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL2	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBT	NBR	SBL
Switch Phase												
Minimum Initial (s)	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0		4.0	4.0	4.0		4.0
Minimum Split (s)	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0		20.0	20.0	20.0		20.0
Total Split (s)	33.0	33.0		33.0	33.0	33.0		22.0	22.0	22.0		22.0
Total Split (%)	60.0%	60.0%		60.0%	60.0%	60.0%		40.0%	40.0%	40.0%		40.0%
Maximum Green (s)	29.5	29.5		29.5	29.5	29.5		18.5	18.5	18.5		18.5
Yellow Time (s)	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0
All-Red Time (s)	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5		0.5
Lost Time Adjust (s)		-5.0				-5.0				-5.0		
Total Lost Time (s)		-1.5				-1.5				-1.5		
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0		3.0
Recall Mode	C-Max	C-Max		C-Max	C-Max	C-Max		Min	Min	Min		Min
Walk Time (s)	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0		5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0		11.0	11.0	11.0		11.0	11.0	11.0		11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0		0	0	0		0	0	0		0
Act Effct Green (s)		34.5				34.5				23.5		
Actuated g/C Ratio		0.63				0.63				0.43		
v/c Ratio		4.38				4.38				2.69d		
Control Delay		1535.9				1536.1				166.0		
Queue Delay		0.0				0.0				0.0		
Total Delay		1535.9				1536.1				166.0		
LOS		F				F				F		
Approach Delay		1535.9				1536.1				166.0		
Approach LOS		F				F				F		

Intersection Summary

Area Type: CBD
 Cycle Length: 55
 Actuated Cycle Length: 55
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 4:EBTL and 8:WBTL, Start of Green
 Natural Cycle: 55
 Control Type: Actuated-Coordinated
 Maximum v/c Ratio: 4.38
 Intersection Signal Delay: 1231.5 Intersection LOS: F
 Intersection Capacity Utilization 331.1% ICU Level of Service H
 Analysis Period (min) 15
 dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.
 ! Phase conflict between lane groups.

Splits and Phases: 3: GRIFO & AV. HUANCVELICA & AV. MARIATEGUI





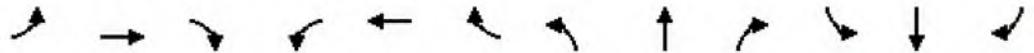
Lane Group	SBT	SBR	SBR2	NER	NER2
Switch Phase					
Minimum Initial (s)	4.0			4.0	
Minimum Split (s)	20.0			20.0	
Total Split (s)	22.0			22.0	
Total Split (%)	40.0%			40.0%	
Maximum Green (s)	18.5			18.5	
Yellow Time (s)	3.0			3.0	
All-Red Time (s)	0.5			0.5	
Lost Time Adjust (s)	-5.0			-4.0	
Total Lost Time (s)	-1.5			-0.5	
Lead/Lag					
Lead-Lag Optimize?					
Vehicle Extension (s)	3.0			3.0	
Recall Mode	Min			Min	
Walk Time (s)	5.0			5.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0	
Act Effct Green (s)	23.5			22.5	
Actuated g/C Ratio	0.43			0.41	
v/c Ratio	2.07dl			0.37	
Control Delay	196.8			14.1	
Queue Delay	0.0			0.0	
Total Delay	196.8			14.1	
LOS	F			B	
Approach Delay	196.8				
Approach LOS	F				
Intersection Summary					

2027 ACCESOS ALTERNOS

Lanes, Volumes, Timings

3:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑			↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	0	3361	370	0	3232	396	304	710	201	240	473	393
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Fr't		0.985			0.984			0.975			0.947	
Flt Protected								0.988			0.989	
Satd. Flow (prot)	0	2582	0	0	2574	0	0	2879	0	0	2797	0
Flt Permitted								0.541			0.544	
Satd. Flow (perm)	0	2582	0	0	2574	0	0	1576	0	0	1539	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)												
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		85.1			116.0			104.5			74.3	
Travel Time (s)		6.1			8.4			7.5			5.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	3%	12%	1%	1%	12%	2%	3%	3%	3%	1%	5%	2%
Bus Blockages (#/hr)	4	0	1	1	1	4	0	0	0	1	0	5
Adj. Flow (vph)	0	3653	402	0	3513	430	330	772	218	261	514	427
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	4055	0	0	3943	0	0	1320	0	0	1202	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Number of Detectors		2			2		1	2		1	2	
Detector Template		Thru			Thru		Left	Thru		Left	Thru	
Leading Detector (m)		10.0			10.0		2.0	10.0		2.0	10.0	
Trailing Detector (m)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Position(m)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Size(m)		0.6			0.6		2.0	0.6		2.0	0.6	
Detector 1 Type		Cl+Ex			Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex		Cl+Ex	Cl+Ex	
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Queue (s)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 1 Delay (s)		0.0			0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Detector 2 Position(m)		9.4			9.4			9.4			9.4	
Detector 2 Size(m)		0.6			0.6			0.6			0.6	
Detector 2 Type		Cl+Ex			Cl+Ex			Cl+Ex			Cl+Ex	
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Turn Type		NA			NA		Perm	NA		Perm	NA	
Protected Phases		4			8			2			6	
Permitted Phases							2			6		
Detector Phase		4			8		2	2		6	6	

Lanes, Volumes, Timings

6:

1/06/2017



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations	↑↑			↑↑		
Volume (vph)	3467	335	0	3628	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2
Lane Util. Factor	0.95	0.95	1.00	0.95	1.00	1.00
Fr _t	0.987					
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	3125	0	0	3167	0	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	3125	0	0	3167	0	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	116.0			88.6	106.2	
Travel Time (s)	8.4			6.4	7.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	3768	364	0	3943	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	4132	0	0	3943	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
Turning Speed (k/h)	15		25	25		15
Sign Control	Free			Free	Stop	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	115.8%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service H

Lanes, Volumes, Timings

8:

1/06/2017



Lane Group	WBL	WBR	NBT	NBR	SBL	SBT
Lane Configurations		↑↑	↑↑			↑↑
Volume (vph)	0	335	880	0	0	1125
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.88	0.95	1.00	1.00	0.95
Fr _t		0.850				
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	2523	3353	0	0	3353
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	2523	3353	0	0	3353
Link Speed (k/h)	50		50			50
Link Distance (m)	116.1		41.6			104.5
Travel Time (s)	8.4		3.0			7.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	364	957	0	0	1223
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	364	957	0	0	1223
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	0.0		0.0			0.0
Link Offset(m)	0.0		0.0			0.0
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8			4.8
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.14	1.14	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25	15		15	25	
Sign Control	Stop		Free			Free

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	44.7%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A

Lanes, Volumes, Timings

9:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations		↑↑	↑↑			
Volume (vph)	0	3731	3694	235	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2
Lane Util. Factor	1.00	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00
Fr _t			0.991			
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	3167	3138	0	0	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	3167	3138	0	0	0
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		95.4	85.1		72.1	
Travel Time (s)		6.9	6.1		5.2	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	4055	4015	255	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	4055	4270	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.14
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Stop	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	119.0%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service H

Lanes, Volumes, Timings

11:

1/06/2017



Lane Group	EBL	EBR	NBL	NBT	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑		↑↑	↑↑	
Volume (vph)	0	235	0	1106	871	0
Ideal Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	3.2	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6
Lane Util. Factor	1.00	0.88	1.00	0.95	0.95	1.00
Fr _t		0.850				
Fl _t Protected						
Satd. Flow (prot)	0	2523	0	3353	3353	0
Fl _t Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	2523	0	3353	3353	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	84.2			74.3	108.2	
Travel Time (s)	6.1			5.3	7.8	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	255	0	1202	947	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	255	0	1202	947	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.14	1.14	1.07	1.07	1.07	1.07
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Stop			Free	Free	

Intersection Summary

Area Type:	Other
Control Type:	Unsignalized
Intersection Capacity Utilization	40.8%
Analysis Period (min)	15
	ICU Level of Service A