

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE SYNCHRO PLUS 11.1. EN LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA EN LA AV. SAN MARTÍN DE PORRES Y AV. HÉROES DEL CENEPa DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

**TESIS**

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

**AUTOR:**

**FLORES LOZANO, Luis Antonio**

**ASESOR:**

**Ing. William Próspero Quiroz González**

**CAJAMARCA – PERÚ**

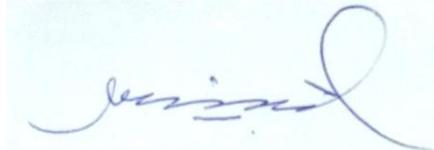
**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Luis Antonio Flores Lozano  
**DNI:** 44587545  
**Escuela Profesional:** Ingeniería Civil
- Asesor:** William Próspero Quiroz Gonzales  
**Facultad:** Ingeniería
- Grado académico o título profesional**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
- Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**  
"ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE SYNCHRO PLUS 11.1. EN LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA EN LA AV. SAN MARTÍN DE PORRES Y AV. HÉROES DEL CENEPa DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA"
- Fecha de evaluación:** 09/01/2024
- Software antiplagio:**       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 18 %
- Código Documento:** oid:3117:302530874
- Resultado de la Evaluación de Similitud:** 18%  
 APROBADO       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11/01/2024

	
Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258601 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 18/03/2024 09:52:33-0500	
<hr/> <p><b>FIRMA DEL ASESOR</b> William Próspero Quiroz Gonzales</p>	<hr/> <p><b>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</b></p>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

**Copyright © 2024**  
**By Luis Antonio Flores Lozano**  
**Todos los derechos reservados**

## **DEDICATORIA**

A Dios

Por darme la fuerza y voluntad para seguir adelante y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional

A mis padres

Por el apoyo incondicional, por motivarme a seguir adelante y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.

FLORES LOZANO, Luis Antonio

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios

Por guiarme en tomar buenas decisiones y cumplir esta meta

A mis familiares

Por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi asesor

Por orientarme y guiarme, compartir su tiempo y sus consejos, por ayudarme a realizar y culminar esta investigación

A la Universidad Nacional de Cajamarca

Por darme la oportunidad de estudiar una carrera profesional y por sus enseñanzas día a día en la facultad de ingeniería.

FLORES LOZANO, Luis Antonio

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.4 HIPÓTESIS.....	15
1.5 DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	15
1.5.1 Variable dependiente.....	15
1.5.2 Variables independientes.....	15
1.5.3 Operacionalización de variables.....	16
1.5.4 Matriz de consistencia.....	17
1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.7 ALCANCES.....	18
1.8 DELIMITACIÓN.....	18
1.9 OBJETIVOS.....	18
1.9.1 Objetivo general.....	18
1.9.2 Objetivos específicos.....	19
1.10 DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS.....	19
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACION:.....	20
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	21
2.1.3 Antecedentes locales.....	22
2.2 BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1 Infraestructura vial.....	24
2.2.2 Elementos del tránsito.....	25
2.2.3 Clasificación de las Vías Urbanas.....	27
2.2.4 Intersecciones Viales.....	28

2.2.5	Características del tránsito :.....	37
2.2.6	Capacidad vial en intersecciones semaforizadas. ....	40
2.2.7	Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas.....	42
2.2.8	Aforo de volumen :.....	65
2.2.9	Levantamiento topográfico.....	67
2.2.10	Programa synchro 11.1 :.....	70
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		82
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA. ....	82
3.1.1	Zona de estudio: .....	82
3.2	TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN.....	83
3.3	MATERIALES Y EQUIPO.....	84
3.4	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	84
3.4.1	Tipo de Investigación: .....	84
3.4.2	Nivel de Investigación:.....	84
3.4.3	Población de estudio:.....	84
3.4.4	Muestra:.....	84
3.4.5	Unidad de análisis: .....	84
3.4.6	Método de Investigación: .....	84
3.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....	85
3.6	PROCEDIMIENTO.....	86
3.6.1	Identificación de las intersecciones a estudiar.....	86
3.6.2	Recolección de datos. ....	87
3.6.3	Determinación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 .....	94
3.6.4	Simulación con el software Synchro 11.1 .....	108
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		110
4.1	Características geométricas de la intersección analizada.....	110
4.2	Análisis del volumen vehicular.....	110
4.3	Análisis de la capacidad Vehicular. ....	112
4.4	Análisis del nivel de servicio. ....	113
4.5	Contrastación de la hipótesis. ....	114
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....		115
5.1	CONCLUSIONES .....	115
5.2	RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		116

ANEXOS .....	118
ANEXO 1 .....	119
Panel Fotográfico .....	119
ANEXO 2 .....	124
Base de Datos de Levantamiento Topográfico .....	124
ANEXO 3 .....	127
Fichas para la Toma de Datos .....	127
Fichas Para el Aforo Vehicular .....	128
ANEXO 4 .....	132
Fichas de Aforo Vehicular .....	132
Fichas de Aforo Vehicular Diario Acceso A .....	133
Fichas de Aforo Vehicular Diario Acceso B .....	149
Fichas de Aforo Vehicular Diario Acceso C .....	165
Fichas de Aforo Vehicular Diario Acceso D .....	181
Resumen de Aforo Vehicular Semanal .....	197
Resumen de Aforo Vehicular del Día de Mayor Demanda .....	200
ANEXO 5 .....	202
PLANOS .....	202

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 operacionalización de variables.....	16
Tabla 2 Matriz de consistencia.....	17
Tabla 3 Automóviles directos equivalentes para vueltas a la izquierda EVI.....	35
Tabla 4 Automóviles directos equivalentes para vueltas a la derecha EVD.....	35
Tabla 5: Niveles de servicio para intersecciones según demora.....	49
Tabla 6: grupos de movimiento y grupos de carriles comunes.....	52
Tabla 7: Valores de factor de ajuste por ancho de carriles.....	55
Tabla 8: Equivalencia de vehículos.....	55
Tabla 9: Valores de factor de progresión.....	65
Tabla 10: Factor de utilización de carriles.....	76
Tabla 11: Niveles de Servicio criterio de Análisis ICU.....	78
Tabla 12: Coordenadas UTM de la intersección semaforizada, (DATUM WGS 84- ZONA 17SUR).....	82
Tabla 13: Coordenadas geográficas de la intersección semaforizada.....	83
Tabla 14: Características geométricas de las vías en estudio.....	88
Tabla 15: Total de vehículos en la hora punta.....	92
Tabla 16: Total de vehículos por flujo.....	93
Tabla 17: Total de vehículos.....	93
Tabla 18: Grupo de carril: A1+A2+A3.....	95
Tabla 19: Tipo de vehículo en el carril A.....	95
Tabla 20: Grupo de carril: B1+B2+B3.....	97
Tabla 21: Tipo de vehículo en el carril B.....	97
Tabla 22: Grupo de carril: C1+C2+C3.....	99
Tabla 23: Tipo de vehículo en el carril C.....	99
Tabla 24: Grupo de carril: D1+D2+D3.....	101
Tabla 25: Tipo de vehículo en el carril D.....	101
Tabla 26: Datos de los semáforos de la intersección.....	104
Tabla 27: Cálculo de la tasa de flujo.....	105
Tabla 28: Cálculo de la capacidad para cada grupo carril.....	105
Tabla 29: Cálculo de la relación volumen y capacidad.....	106

Tabla 30. Equivalencia de vehículos livianos de la intersección .....	108
Tabla 31: Cantidad vehículos por periodo en la hora pico. ....	111
Tabla 32: Capacidad vehicular por acceso. ....	113
Tabla 33: Demora y nivel de servicio de la intersección.....	114

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de fase en una intersección semaforizada.....	30
Figura 2: Tipos de movimientos en una intersección .....	32
Figura 3: Diagrama de fases en una intersección con semáforos .....	32
Figura 4: Esquema de intervalo de cambio de fase. ....	33
Figura 5: Modelo de flujo de saturación.....	36
Figura 6: Periodo de estudio y periodo de análisis .....	44
Figura 7: Intersección de movimientos de tráfico y numeración .....	46
Figura 8: Asignación de fases y tipos de movimiento.....	47
Figura 9: Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos.....	50
Figura 10: Diagrama para el cálculo de la demora. ....	60
Figura 11: Aforo manual .....	66
Figura 12: Esquema de un levantamiento topográfico usando GPS en modo RTK.....	69
Figura 13: Interfaz del programa synchro 11.1. ....	70
Figura 14: Cargar la imagen en synchro 11.1.....	71
Figura 15: Ingreso de datos en synchro 11.1.....	71
Figura 16: Ingreso de datos completos en synchro 11.1.....	72
Figura 17: Nodo de ajustes en synchro 11.1.....	73
Figura 18: Ajustes de Volumen en synchro 11.1 .....	73
Figura 19: Configuración de tiempos de los Semáforos en synchro 11.1 .....	74
Figura 20: Simulación con la herramienta Sim Traffic en synchro 11.1.....	75
Figura 21: Vehículos en cola en una intersección semaforizada.....	78
Figura 22: Ubicación geográfica de la intersección semaforizada en estudio.....	82
Figura 23: Visualización de los puntos estratégicos para el aforo. ....	83
Figura 24: Esquema metodológico .....	85
Figura 25: Flujo vehicular: Av. San Martín de Porres – Av. Héroes del Cenepa. ....	87
Figura 26: Imágenes del trabajo de levantamiento topográfico. ....	88
Figura 27: Características geométricas de la intersección semaforizada. ....	89
Figura 28: Diagrama de fases de los semáforos en la intersección. ....	90
Figura 29: Histograma de vehículos por día.....	91
Figura 30: Variación horaria de vehículos cada 15 minutos .....	92
Figura 31: Histograma de variación de vehículos durante la hora pico .....	94
Figura 32: Grupo de carril (A1+A2+A3) .....	95

Figura 33: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril A.....	96
Figura 34: Grupo de carril (B1+B2+B3) .....	97
Figura 35: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril B.....	98
Figura 36: Grupo de carril (C1+C2+C3) .....	99
Figura 37: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril C.....	100
Figura 38: Grupo de carril (D1+D2+D3) .....	101
Figura 39: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril D.....	102
Figura 40: Ingreso de datos al Software Synchro 11.1 de la intersección.....	109
Figura 41: Simulación del programa Synchro 11.1 de la intersección.....	109
Figura 42: Resumen de volumen de máxima demanda en la intersección.....	110
Figura 43: Hora de máxima demanda en la intersección.....	111
Figura 44: Volumen de vehículos mixtos en hora punta. ....	112
Figura 45: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa. ....	120
Figura 46: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa. ....	120
Figura 47: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa. ....	121
Figura 48: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa. ....	121
Figura 49: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada. ....	121
Figura 50: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada. ....	122
Figura 51: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada. ....	122
Figura 52: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada. ....	122
Figura 53: Toma de datos de la intersección semaforizada.....	123
Figura 54: Toma de datos de la intersección semaforizada.....	123

## **RESUMEN**

Las intersecciones semaforizadas son muy importantes en tránsito urbano, siendo la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa una de las intersecciones semaforizadas con mayor demanda vehicular debido al alto flujo de vehículos en la zona, especialmente durante horas pico se genera congestión vehicular y largas colas de espera, generando retrasos en el viaje de los conductores, causando malestar en conductores y peatones. La falta de mantenimiento y la inadecuada sincronización entre los semáforos de la intersección genera confusiones a los conductores y peatones, aumentando el riesgo de accidentes de tránsito, es por ello que en esta investigación se tiene como objetivo realizar el análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio en la intersección semaforizada en la av. San Martín de Porres y av. Héroes del Cenepa, para ello se recolecto los datos mediante aforo vehicular del 06 al 10 de marzo del año 2023 de lunes a viernes, durante trece horas y media, de 6:30 am – 8:00 pm en intervalos 15 minutos, de la intersección semaforizada de la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, siendo el día de mayor volumen vehicular el lunes y la hora de mayor volumen vehicular (11:30am – 12:30pm). Determinando el volumen horario de máxima demanda (VHMD) dando como resultado 1314 vehículos por hora y obteniendo el nivel de servicio “E” en la intersección semaforizada de la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa. Asimismo se determinó las características geométricas de la intersección semaforizada para ello se realizó el levantamiento topográfico con GPS Diferencial Trimble R8s, determinándose cuatro accesos; el acceso A tiene un ancho carril de 2.90m con una pendiente de 0.60 %, el acceso B tiene un ancho carril de 3.20m con una pendiente de 0.60%, el acceso C tiene un ancho carril de 3.05m con una pendiente de 5.50% y el acceso D tiene un ancho carril de 2.73m con una pendiente de 4.50%; posteriormente se logró determinar el tiempo de demora con el método HCM 2010 de la intersección semaforizada, dando como resultado 57.76 seg/Veh. Con el software Synchro 11.1 se realizó la simulación del flujo vehicular de la intersección semaforizada, logrando una simulación idéntica al flujo actual, y con tiempo de demora 55.00 segundos. Se determinó que el vehículo con mayor porcentaje son los mototaxis con un 30.8% del total de vehículos, originando más congestión vehicular.

**Palabras clave:** capacidad vehicular, nivel de servicio, intersección semaforizada, Synchro 11.1.

## **ABSTRACT**

Traffic light intersections are very important in urban traffic, with Avenida San Martín de Porres and Avenida Héroes del Cenepa being one of the traffic light intersections with the highest vehicular demand due to the high flow of vehicles in the area, especially during peak hours, traffic congestion is generated. and long waiting lines, generating delays in drivers' travel, causing discomfort to drivers and pedestrians. The lack of maintenance and inadequate synchronization between traffic lights at the intersection generates confusion for drivers and pedestrians, increasing the risk of traffic accidents, which is why this research aims to carry out the analysis and evaluation of vehicle capacity and level of service at the traffic signalized intersection on Av. San Martín de Porres and Av. Héroes del Cenepa, for this the data was collected through vehicle capacity from March 6 to 10, 2023 from Monday to Friday, for thirteen and a half hours, from 6:30 am - 8:00 pm at intervals of 15 minutes, from the traffic light intersection of Avenida San Martín de Porres and Avenida Héroes del Cenepa, with the day of highest vehicle volume being Monday and the hour of highest vehicle volume (11:30am – 12:30pm). Determining the hourly volume of maximum demand (VHMD) resulting in 1,314 vehicles per hour and obtaining service level “E” at the traffic light intersection of Avenida San Martín de Porres and Avenida Héroes del Cenepa. Likewise, the geometric characteristics of the signalized intersection will be considered. For this, the topographic survey was carried out with Trimble R8s Differential GPS, determining four accessories; Access A has a lane width of 2.90m with a slope of 0.60%, access B has a lane width of 3.20m with a slope of 0.60%, access C has a lane width of 3.05m with a slope of 5.50% and access D has a lane width of 2.73m with a slope of 4.50%; Subsequently, the delay time was determined with the HCM 2010 method of the traffic light intersection, resulting in 57.76 sec/Veh. With the Synchro 11.1 software, the simulation of the vehicular flow of the traffic light intersection was carried out, achieving a simulation identical to the current flow, and with a delay time of 55.00 seconds. It is estimated that the vehicle with the highest percentage is motorcycle taxis with 30.8% of the total vehicles, causing more vehicle congestion.

**Keywords:** vehicle capacity, level of service, signalized intersection, Synchro 11.1.

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 INTRODUCCIÓN.**

La congestión vehicular es uno de los grandes problemas urbanos que afectan a nuestro país, es por ello que vemos constantemente como en las ciudades más modernas y organizadas, la planificación vial es de suma importancia.

En nuestra ciudad de Cajamarca, debido al crecimiento exponencial del transporte vehicular, se observa el congestionamiento en muchas intersecciones y con ello niveles de servicio muy bajos. Es por eso, que con el fin de aportar en la mejora del flujo vehicular y teniendo presente que el dinamismo de una ciudad se ve reflejada en su sistema de transporte; se realiza el análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software SYNCHRO PLUS 11.1, para el análisis de las intersecciones semaforizadas.

El software synchro v 11.1 y la metodología HCM 2010 se aplicaron para determinar la capacidad, demora y nivel de servicio de la intersección semaforizada en la av. San Martín de Porres y av. Héros del Cenepa, realizado en marzo del año 2023. Conociendo el estado actual, se mencionan algunas que básicamente involucra mejoras en la operación de los sistemas de control de tránsito abarcando desde un nuevo diseño, coordinación y optimización de fases y ciclos de la red.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En los últimos años el transporte ha sido fundamental para el desarrollo económico de muchas ciudades, con ello la comercialización y el transporte vehicular se han incrementado, debido a este incremento ha surgido la necesidad de saber si la capacidad y calidad del servicio que aportan las vías son lo suficientemente capaces de soportar el flujo vehicular a la que están sometidas, cumpliendo los márgenes de seguridad actualmente establecidos.

La ciudad de Cajamarca no cuenta con una red vial que este a la medida de la demanda vehicular actual y no contar con un plan integral de tránsito, siendo la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héros del Cenepa una de las intersecciones semaforizadas con mayor demanda vehicular debido al alto flujo de vehículos en la zona, especialmente durante horas pico se genera congestión vehicular y largas colas de espera, generando retrasos en el viaje de los conductores, causando malestar en conductores y peatones.

La falta de mantenimiento y la inadecuada sincronización entre los semáforos de la intersección genera confusiones a los conductores y peatones, aumentando el riesgo de accidentes de tránsito.

Ante esta situación que se presenta, se ha visto la necesidad de evaluar el nivel de servicio de una de las intersecciones viales de gran importancia de nuestra ciudad, como es La Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, donde se ha visto muy afectada con el congestionamiento vehicular generando pérdidas de tiempo de los usuarios.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

De acuerdo a lo anterior la pregunta de la investigación a desarrollar es:

¿Cuál es la capacidad vehicular y nivel de servicio de la intersección semaforizada en La Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa?

### **1.4 HIPÓTESIS.**

La capacidad vehicular y nivel de servicio de la intersección semaforizada en La avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, pertenece al nivel D.

### **1.5 DEFINICIÓN DE VARIABLES.**

#### **1.5.1 Variable dependiente.**

- Capacidad vehicular.
- Nivel de servicio.

#### **1.5.2 Variables independientes.**

- Tráfico vehicular.
- Velocidad de desplazamiento
- Condiciones geométricas de la vía

### 1.5.3 Operacionalización de variables.

Tabla 1 operacionalización de variables

Hipótesis	Definición conceptual de variables/categorías	Variables/ categorías	Factores	Indicadores	Fuentes o instrumentos de recolección de datos
La capacidad vehicular y nivel de servicio de la intersección semaforizada en La avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, pertenece al nivel D.	La capacidad de una intersección se define como el máximo número de vehículos que pueden atravesarla en un determinado intervalo de tiempo en las condiciones geométricas, de tráfico y de regulación existentes. (Bañon Blázquez Luis y Beivá Garcia José F, 2000, p. 8-2).	Capacidad vehicular	Manual de diseño del MTC	Demoras de los niveles de servicio son A, B, C, D, E y F	Mediciones y cálculos
	El nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos, considerado como período de máxima demanda (Rafael Cal y Mayor R, 2007, p. 410).	Nivel de servicio		Intervalos de conteo	Mediciones y cálculos
	Flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de vehículos	Tráfico vehicular		Volumen (Veh/h/d), Velocidad (Km/hr)	Formatos de recolección de datos, mediciones y cálculos
Condiciones necesarias de la vía, para el buen desplazamiento de los vehículos	Características de la vía		Dimensiones geométricas de la vía, calzada	Formatos de recolección de datos, mediciones y cálculos	

Fuente: (elaboración propia)

### 1.5.4 Matriz de consistencia

Tabla 2 Matriz de consistencia.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES/ categorías	Dimensiones/ factores	Indicadores	Fuentes de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
¿Cuál es la capacidad vehicular y nivel de servicio en la intersección semaforizada en La Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa?	<p><b>objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio en la intersección semaforizada en la av. San Martín de Porres y av. Héroes del Cenepa</li> </ul>	La capacidad vehicular y nivel de servicio de la intersección semaforizada en La avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, pertenece al nivel D.	Capacidad vehicular	Manual de diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Demoras de los niveles de servicio son A, B, C, D, E y F	Mediciones y cálculos	Finalidad: Aplicada Estrategia o enfoque teórico metodológico: Cuantitativa Objetivos(alcances) descriptiva Fuentes de datos: Primaria y secundaria	Población: Constituida por la población es todas las intersecciones de la ciudad de Cajamarca.
	<p><b>objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el levantamiento topográfico</li> <li>Determinar los volúmenes horarios de máxima demanda, en la intersección semaforizada en la av. San Martín y av. Héroes del Cenepa.</li> <li>Determinar las características geométricas de la intersección semaforizada.</li> <li>Determinar el tiempo de demora en la intersección semaforizada.</li> <li>Simulación del flujo vehicular con el software Synchro traffic 11.1.</li> </ul>		Tráfico vehicular		Volumen (Veh/h/d), Velocidad (Km/hr)			Formatos de recolección de datos, mediciones y cálculos
			Características de la vía		Dimensiones geométricas de la vía, calzada			

Fuente: (elaboración propia)

## **1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

Debido a la falta de una correcta planificación del tráfico vehicular en la ciudad de Cajamarca, ha desatado un malestar en la ciudadanía al transitar en las horas de mayor circulación vehicular. Ante esta problemática se cree necesario realizar el presente estudio, ya que es de gran importancia, porque se obtendrá información significativa del tráfico vehicular de una intersección de la ciudad de Cajamarca.

Por lo mencionado se plantea la elaboración del estudio titulado “Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san Martín y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca”

Se obtendrán datos fidedignos que permitirán que el estudio sea utilizado posteriormente por la entidad municipal en la optimización de la problemática actual, y buscar solución al tráfico vehicular que afecta a conductores y peatones.

## **1.7 ALCANCES.**

El manual de capacidad de carreteras HCM (2010), establece que para vías que tienen semáforos, su nivel de servicio se determina únicamente en las intersecciones semaforizadas.

## **1.8 DELIMITACIÓN.**

Para efectos del presente estudio se centró únicamente en la intersección semaforizada en la avenida san Martín y avenida héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca.

## **1.9 OBJETIVOS.**

### **1.9.1 Objetivo general.**

- Realizar el análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio en la intersección semaforizada en la av. San Martín de Porres y av. Héroes del Cenepa.

### **1.9.2 Objetivos específicos.**

- Realizar el levantamiento topográfico
- Determinar los volúmenes horarios de máxima demanda, en la intersección semaforizada en la av. San Martín y av. Héroes del Cenepa.
- Determinar las características geométricas de la intersección semaforizada.
- Determinar el tiempo de demora en la intersección semaforizada.
- Simulación del flujo vehicular con el software Synchro traffic 11.1.

### **1.10 DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS.**

#### **Capítulo I: Introducción**

Este capítulo está centrado en el contexto y situación problemática, planteando hipótesis, justificando y describiendo la importancia, alcances y objetivos de la investigación.

#### **Capítulo II: Marco Teórico**

En este capítulo se describe el estado del arte de las investigaciones existentes sobre el tema tratado, como son los antecedentes internacionales y nacionales, además este capítulo se encuentra fundamentado por las bases teóricas y definición de términos básicos, con la finalidad de lograr una mejor comprensión de esta investigación.

#### **Capítulo III: Materiales y Métodos**

Este capítulo menciona la ubicación geográfica de la investigación, el tiempo en el cual se llevó a cabo, así mismo el procedimiento, el tratamiento, análisis, presentación de los datos y resultados.

#### **Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados**

Este capítulo se analiza y discute los resultados obtenidos a través de los parámetros de diseño y cálculo, los cuales servirán para definir el modelo planteado.

#### **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones**

Este capítulo final presenta las conclusiones de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación; además considera las recomendaciones para investigaciones futuras a desarrollar, relacionadas con el tema tratado.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACION:**

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

**Yaireth & Núñez (2021)**, En el presente documento realizaron un análisis de las variables a considerar en la red de intersecciones semaforizadas en la ciudad de santa marta. Donde se determinará un estudio de los métodos de diseño, operación y mejora de las redes semaforizadas, que permitan controlar el tráfico vehicular a través de los lineamientos técnicos y tecnológicos establecidos para obtener así mejores resultados al momento de su ejecución. Este mecanismo es un elemento fundamental del sistema de circulación que se encuentra en una ciudad y sus condiciones de operación son las que determinan la calidad de la seguridad vial, regulación del tráfico y el flujo de tránsito en una ciudad. Se hace énfasis en el caso de Santa Marta ya que se visualizan falencias en el funcionamiento y rendimiento de estos sistemas, a los que se le puede dar solución con la aplicación del orden técnico y tecnológico que abrirá paso al análisis del caso y la revisión de literatura.

**Rafael & Aguinaca (2020)**, Consideraron que el transporte es un sector estratégico para el desarrollo de la economía, por lo que es importante buscar facilidades de movilidad. Sin embargo, en la ciudad de Loja el crecimiento acelerado (9% anual) del parque automotor complica la movilidad, lo cual provoca incrementos significativos en los tiempos de traslado, gasto de combustible adicional y elevada contaminación ambiental por los gases emitidos por los vehículos.

Debido a esto, la presente investigación tiene como finalidad analizar el tránsito vehicular en las intersecciones viales del centro de la ciudad de Loja, determinando el nivel de servicio y sugerir una posible solución. Esto se llevó a cabo principalmente con la medición de los parámetros variables como son: condiciones geométricas, tránsito vehicular y tiempos del ciclo semaforicos, que constituyen el módulo de entrada, posteriormente haciendo uso de estos parámetros se analizó y calculo flujo de saturación, grupo de carriles, cálculo de las demoras para finalmente determinar el nivel de servicio. Los resultados obtenidos muestran niveles de servicio tipo “C” y “D” que significa demoras entre 20.1 a 35.0 segundos y 35.1 a 55 segundos respectivamente, en estos niveles la progresión del tránsito es regular, empiezan a malograrse notablemente algunos ciclos. Luego del análisis de tres sistemas de restricción vehicular, el más adecuado para una posible implementación es el sistema “Hoy no circula”, con el cual transito promedio

diario anual (TPDA) se reduce en un 20% y permite la reducción de 3 segundos en todo el día, lo cual facilita la movilidad y es amigable con el medio ambiente.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

**Dante & Mamani (2021)**, En esta investigación realizaron el estudio de cuatro intersecciones semaforizadas ubicadas en la Avenida Augusto B. Leguía en el Distrito de Tacna. La primera intersección es la Calle General Vizquerra que intercepta con la Av. Augusto B. Leguía, la segunda es la Av. Patricio Meléndez que intercepta con la Av. Augusto B. Leguía, la tercera es la Av. Arias y Aragüéz que intercepta con la Av. Augusto B. Leguía y la cuarta intersección es la Av. Hipólito Unanue que intercepta con la Av. Augusto B. Leguía, siendo tales vías arteriales de afluencia vehicular, generando un gran congestionamiento debido a la circulación de tantos vehículos ligeros como de carga pesada. Es por ello, que surge la necesidad de llevar a cabo un análisis del tráfico vehicular en su estado actual, con el fin de garantizar una fluidez vehicular y la operatividad de las vías durante su vida útil.

Se efectuó el conteo vehicular de cada intersección para la recolección de volúmenes vehiculares, a través de los tiempos pertenecientes a cada fase del semáforo. Los datos obtenidos fueron procesados a través de la metodología de análisis operacional, con el propósito de obtener la capacidad vial y los niveles de servicio actuales de las intersecciones de estudio. Luego de haberse completado el análisis, se obtuvieron los siguientes resultados, siendo en la primera intersección un nivel de servicio F, en la segunda intersección un nivel de servicio F, en la tercera intersección un nivel de servicio E y en la cuarta intersección un nivel de servicio F. Según los resultados obtenidos, se confirma el problema existente sobre el gran nivel de congestionamiento vehicular debido a la ineficacia de los tiempos semafóricos y geometría vial de las intersecciones de estudio.

Por lo tanto, se proponen tres alternativas de solución, siendo la primera la optimización mediante aumento de carriles, la segunda optimización mediante ciclos en los semáforos, la tercera el aumento de carriles y optimización de ciclos en semáforos, soluciones que se aplican de acuerdo a la problemática de cada intersección siendo detalladas posteriormente en el Capítulo IV.

**Chávez, (2018)**, realizó una investigación sobre análisis vial en las intersecciones de la av. Luzuriaga y san Martín con la av. Ryimondi - Huaraz aplicando el software Synchro 11.1, con el fin de mejorar el flujo vehicular; por lo que se plantean alternativas de solución con criterio de eficiencia funcional, es decir, procurando tener menos demoras y tener un flujo vehicular continuo.

Para lograr plantear las alternativas de solución se realizó un estudio de los factores que intervienen en el análisis vial como las condiciones geométricas, de tránsito y semaforicas que intervienen en el flujo, luego determinamos la situación actual de las intersecciones encontrando que funcionan cerca al 100% de su capacidad, por ello con ayuda del software Synchro 11.1 se realizó un nuevo diseño y optimización de las fases semaforicas y coordinación de las dos intersecciones analizadas encontrando una ola verde de flujo continuo en la red vial.

Las alternativas de solución planteadas, son de aplicación a corto plazo y están enfocados en la operación de los dispositivos de control de tránsito. En el caso de la alternativa N° 1, se planteó un diseño y optimización semaforica independiente que involucra el cálculo de las longitudes de luz verde, ámbar y rojo.

Los resultados obtenidos en esta alternativa mejoran el flujo vehicular, ya que se han calibrado y distribuido los tiempos en función al volumen vehicular real de cada sentido de flujo, En dicha alternativa bastaría para mejorar las demoras y niveles de servicio en dichas intersecciones.

Se concluyó que operan con niveles de servicio C. esto significa que opera aceptablemente y ocurre por dos razones, primero por una sincronía regular de semáforos y segundo por ciclos individuales largos, en el caso nuestro ocurre lo segundo esto puede traer a que los ciclos individuales empiezan a fallar y por ende el nivel de servicio sea más deficiente.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

**Llanos (2018)**, realizó la investigación que tiene por objetivo proporcionar el análisis del nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas de la avenida Hoyos Rubio con la avenida Vía de Evitamiento Norte y con el jirón Manuel Seoane. Para el desarrollo de la metodología se recabaron datos utilizando la herramienta de la videograbación del tránsito, la cual se efectuó para cada acceso de las intersecciones en estudio por el lapso de una semana, además de los levantamientos topográficos respectivos, obteniendo a

partir de estas las condiciones geométricas, semaforicas y del tráfico, fundamentales para la aplicación de la metodología HCM 2000 con la cual se determinó el nivel de servicio en función de la demora promedio por vehículo mediante hojas de cálculo. La demora de la primera intersección es de 353.7 segundos y de la segunda es de 191.7 segundos lo que nos indica que ambas intersecciones tienen un nivel de servicio F, este nivel es considerado inaceptable y muestra problemas en el tráfico vehicular, por lo que es imperante plantear posibles alternativas de solución, con las mejoras propuestas se disminuyeron estas demoras a 43.5 segundos y 40.4 segundos respectivamente en cada intersección optimizando su serviciabilidad a un nivel de servicio D.

**Romero (2018)**, desarrolló un proyecto de tesis titulado; análisis del nivel de servicio vehicular y modelamiento en el software synchro traffic 8.0. del jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca, donde tuvo como objetivo determinar el nivel de servicio vehicular en intersección semaforizada del jr. Silva Santisteban, para determinar las condiciones del tráfico, realizó el aforo vehicular de las intersecciones semaforizadas durante toda la semana, en el horario de 7:00 am - 8:00 pm. para cada intersección, determinando el volumen horario de máxima demanda del día más congestionado, de esta manera determino la capacidad y el nivel el nivel de servicio en cada intersección. Así mismo se determinó las características geométricas de las intersecciones, para lo cual realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio. Finalmente, se midió los tiempos de los semáforos. Con estos datos obtenidos procedió a calcular los tiempos de demora y el nivel de servicio vehicular de cada intersección semaforizada, así como lo establece la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010)

Determinó el nivel de servicio de las intersecciones: obteniendo un nivel C para el Jr. Silva Santisteban - Jr. Guillermo Urrelo, y Jr. Silva Santisteban - Jr. Romero y un nivel de servicio D para el Jr. Silva Santisteban - Av. Independencia

Cajamarca, Juan Manuel Sánchez Quintos (2017) realizó una investigación del análisis de la capacidad y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas de la Av. San Ignacio, de la ciudad de San Ignacio.

Se empleó las metodologías de análisis del HMC (Highway Capacity Manual), Manual de Capacidad de Carreteras 1985; 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.

Como resultado de los análisis de este estudio, se verificó que en la intersección 01 el mayor aforo vehicular se presentó durante el día lunes, con un volumen máximo de 576 vehículos durante los 15 minutos de hora punta., en la intersección 02 el mayor aforo vehicular se presentó durante el día viernes, con un volumen máximo de 505 vehículos durante los 15 minutos de hora punta, obteniendo índices de capacidad  $(I/c)=0,327$  para la intersección 01 y  $0,306$  para la intersección 02, en ambas menores a 1,00 lo cual indica que en ambas intersecciones presenta una buena capacidad en relación con los volúmenes de tránsito que se registran, así mismo la demora para la intersección 01 es 6,88 y 6,76 para la intersección 02, determinándose un nivel de servicio B, representando una calidad de flujo con demoras entre 5 a 15 segundos por vehículo. Por el cual se concluyó que por ahora no es necesario modificaciones de los anchos de carril de los accesos, o la modificación de los tiempos en verde de las fases semafóricas

## **2.2 BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1 Infraestructura vial.**

Cal y mayor (2007), menciona que la infraestructura vial es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos y peatones en forma confortable, segura y eficiente desde un lugar a otro en un sistema vial.

En el caso de la infraestructura vial, los análisis generalmente se basan en el periodo de máxima demanda, en el que se presenta los mayores volúmenes de tránsito durante el día. A este periodo normalmente corresponden los niveles de servicio más bajos, caracterizados por las más altas demoras en las intersecciones y, en general, por las condiciones más críticas de operación del día.

## **2.2.2 Elementos del tránsito<sup>1</sup>.**

Para un estudio del tránsito es indispensable estudiar a los tres elementos básicos del tránsito, que hacen que se produzca la congestión vehicular. Estos son:

- ✓ El usuario: peatón y conductor
- ✓ El vehículo.
- ✓ La vía.

### **2.2.2.1 El usuario:**

Es muy importante tener en cuenta el comportamiento del usuario para la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor.

El usuario está relacionado con los peatones y conductores, que son los elementos principales a ser estudiados para mantener el orden y seguridad de las calles y carreteras.

#### **2.2.2.1.1 El peatón:**

Peatón es considerado a toda la población en general, son todas aquellas personas desde un año hasta cien años de edad.

En la mayoría de los casos las calles y carreteras son compartidos por los peatones y vehículos, excepto en la Autopistas el tráfico de los peatones es prohibido. Los accidentes sufridos por peatones se deben a que no respetan las zonas destinadas a ellos, ya sea por falta de conocimiento u otro factor. Por lo tanto, se deberá estudiar al peatón no solamente por ser víctima, sino porque también es una de las causas, para la cual es necesario conocer las características del movimiento de los peatones y la influencia que tienen ciertas características como ser la edad, sexo, motivo de recorrido, etc.

#### **2.2.2.1.2 El conductor:**

El conductor constituye el elemento de tránsito más importante, ya que el movimiento y calidad de circulación de los vehículos dependerá fundamentalmente de ellos para adaptarse a las características de la carretera y de la circulación.

Para el estudio de los conductores es necesario conocer el comportamiento o factores que influyen en sus condiciones físicas y psíquicas, sus conocimientos, su estado de ánimo, etc.

---

<sup>1</sup> *apoyo Didáctico para la Enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico – 2006*

### **2.2.2.2 El vehículo:**

En ciertos países, la incorporación de mayor cantidad de vehículos no solo ha mejorado el transporte, ya que también ha elevado el nivel económico general del país, por lo que se puede afirmar que la relación de habitantes por vehículo es un indicador para apreciar el progreso de un determinado territorio.

Por lo tanto, es indispensable que cada país mejore las condiciones del transporte para su progreso y de esta manera poder transportar los bienes de consumo desde las fuentes de producción hasta los mercados y de allí comercializarlo a la población.

Actualmente, es inevitable que aumente el número de vehículos cada año, lo que es deseable y conveniente, logrando así reducir más la actual relación de habitantes por vehículo.

#### **2.2.2.2.1 Clasificación Vehicular <sup>2</sup>:**

Vehículo de proyecto es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiaran el proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, tal que estas puedan acomodar vehículos de este tipo. Los vehículos se clasifican en 2:

- ✓ Vehículos ligeros o livianos.
- ✓ Vehículos pesados (Camiones y autobuses).

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante la resolución directoral N°4848-2006-MTC/15 aprobó la directiva N°002-2006-MTC/15: “clasificación vehicular y estandarización de las características registrables vehiculares”

#### **2.2.2.3 La vía:**

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos.

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

El elevado nivel de vida de un país se relaciona con un excelente sistema vial o viceversa.

---

<sup>2</sup> Directiva N° 002-2006-MTC/15 Clasificación Vehicular y Estandarización De Características Registrables Vehiculares.

### **2.2.3 Clasificación de las Vías Urbanas**

El manual de diseño geométrico de vías urbanas – 2005. publicado por el instituto de construcción y gerencia indica que la reglamentación vigente ha establecido dimensiones para las secciones transversales a utilizar en determinados tipos de vías, las mismas que deben ser tomadas en cuenta en los proyectos de nuevas vías o de remodelación de vías existentes.

#### **2.2.3.1 Vías Expresas**

Estas vías establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, la sección típica de estas vías usualmente se plantea dotada de vías laterales del tipo local a efecto de dar servicio a las propiedades adyacentes con pistas para doble sentido de circulación.

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

#### **2.2.3.2 Vías Arteriales**

En los casos en los que el derecho de vía lo permite estas vías también se dotarán de vías laterales del tipo local a efecto de dar servicio a las propiedades adyacentes. En zonas multifamiliares y comerciales las vías arteriales se ampliarán lo necesario para tener una zona de estacionamiento y veredas, con accesos por las vías laterales de tipo local, de dimensiones recomendadas de 6.00 m. y 3.00 m. respectivamente.

#### **2.2.3.3 Vías Colectoras**

Estas vías dan servicio tanto al tránsito de paso como al de acceso a las propiedades adyacentes, pudiendo en algunos casos organizarse sobre carriles que brindan ambos servicios o desagregándolos si se considera adecuado por razones técnicas económicas.

En zonas multifamiliares y comerciales las vías colectoras será conveniente ampliar los anchos en lo que resulte necesario para tener una zona de estacionamiento y veredas de dimensiones recomendadas de 6.00 m. y 3.00 m. respectivamente.

#### **2.2.3.4 Vías Locales**

Las secciones transversales de las vías locales se determinarán en base a los módulos siguientes:

**Carriles:** 3.30, 3.00 y 2.75 m.

**Vereda:** 0.60 m.

Las vías locales de mayor jerarquía tendrán como mínimo dos carriles de 3.00 m. las veredas 2 módulos cada una y las bermas de estacionamiento un módulo de 2.20 m. cada una.

Las vías locales de menor jerarquía tendrán como mínimo dos carriles de 2.75 m.; las veredas 2 módulos cada una y bermas de estacionamiento un módulo de 1.80 m. cada una.

#### **2.2.4 Intersecciones Viales**

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel y en las que se incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles.

Las intersecciones son elementos de discontinuidad en cualquier red vial, por lo que representan situaciones críticas que hay que tratar específicamente, ya que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce no son usuales en la mayor parte de los recorridos. (Bañon Blázquez Luis & Beivá García José F., 2000)

##### **2.2.4.1 Intersecciones semaforizadas<sup>3</sup>:**

La intersección regulada por semáforos es una de las situaciones más complejas en el sistema circulatorio. El análisis de intersecciones reguladas por semáforos debe considerar una amplia variedad de condiciones prevalecientes, incluida la cantidad y la distribución del tráfico, características geométricas y los detalles de la señalización de la intersección. En las intersecciones reguladas por semáforos hay que añadir un elemento adicional dentro del concepto de capacidad: la distribución del tiempo.

Un semáforo esencialmente distribuye tiempo entre movimiento circulatorios conflictivos que pretenden utilizar el mismo espacio físico.

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

##### **2.2.4.2 Semáforos**

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante

---

<sup>3</sup> Highway Capacity Manual HCM, 2010

indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Los semáforos cumplen las siguientes funciones:

- Ordenan la circulación del tránsito y en algunos casos optimizan la capacidad de los grupos de carriles.
- Reducen los accidentes de tránsito.
- Interrumpen periódicamente los flujos de vehículos de una arteria para ceder el paso a peatones y vehículos de la arteria transversal.
- Representan un ahorro considerable con respecto a los agentes de tránsito

#### **2.2.4.3 Semáforos de tiempo fijo**

Los semáforos de tiempo fijo son aquellos que están programados para cambiar sus indicaciones en intervalos de tiempo fijos; se utilizan principalmente en flujos vehiculares estables y se adaptan especialmente cuando se desea sincronizar el funcionamiento de intersecciones adyacentes [2]. Entre las principales ventajas están:

- Facilitan la coordinación de semáforos adyacentes.
- No dependen de los detectores cuando hay una interrupción del tráfico.
- Son más económicos con respecto a la utilización de otras formas de control como por ejemplo los semáforos actuados por el tránsito.

#### **2.2.4.4 Distribución de los tiempos del semáforo**

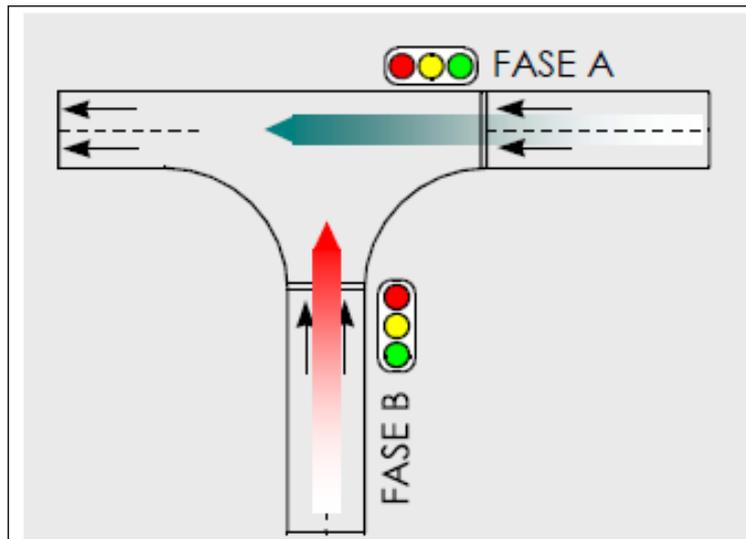
Los términos básicos empleados son:

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

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

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

Figura 1: Esquema de fase en una intersección semaforizada



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

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

**Tiempo de cambio.** Los intervalos “amarillo” más el “todo rojo” que tienen lugar entre las fases para permitir evacuar la intersección antes de que movimientos contrapuestos se pongan en marcha: se presenta con el símbolo Y y se mide en segundos.

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

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

**Tiempo de verde efectivo:** El tiempo durante una fase dada que es efectivamente disponible para los movimientos permitidos, generalmente se considera como el tiempo verde más el intervalo de cambio menos el tiempo perdido para la fase en cuestión; expresada en segundos.

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

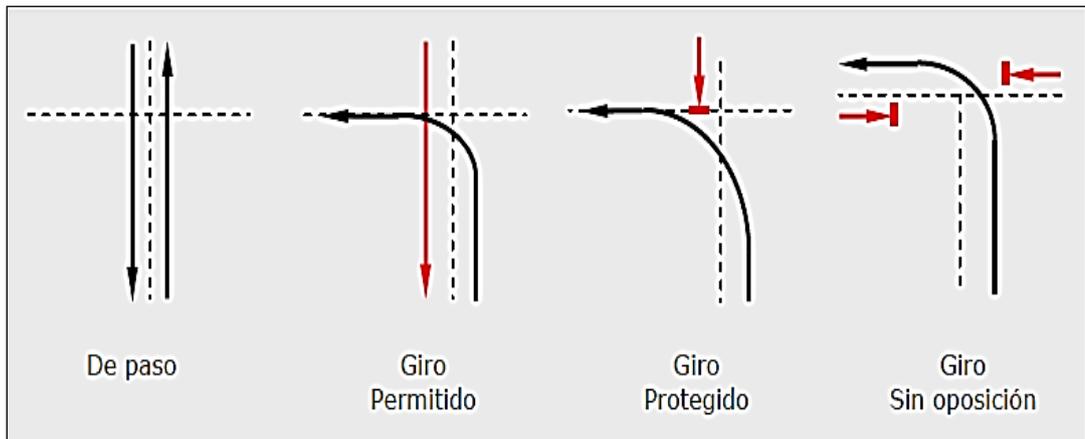
**Rojo efectivo:** El tiempo durante el cual no se permite la circulación a un movimiento dado o conjunto de movimientos; es la duración del ciclo menos el tiempo verde efectivo para una fase específica, expresado en segundos.

#### **2.2.4.5 Tipos de movimiento:**

En una intersección regulada por semáforos la asignación del tiempo de verde no es lo único que influye de manera significativa en su capacidad; también debe tenerse en cuenta la disposición de los movimientos de giro dentro de la secuencia de fases. Pueden distinguirse cuatro tipos de movimientos: de paso, giro permitido, giro protegido y giro sin oposición.

- ✓ **De paso:** El vehículo continúa en la dirección que llevaba antes de atravesar la intersección. De todos los movimientos, es el de menor requerimiento por parte del sistema.
- ✓ **Giro permitido:** El vehículo que lo efectúa debe atravesar bien una corriente peatonal, bien un flujo vehicular en sentido opuesto. Por ejemplo, un movimiento de giro a la izquierda que se realice al mismo tiempo que el movimiento de tráfico en sentido opuesto se considera permitido. Asimismo, un movimiento de giro a la derecha simultáneo con un cruce de peatones también lo será. Este tipo de movimientos exigen un mayor consumo del tiempo de verde.
- ✓ **Giro protegido:** En este tipo de movimientos, el vehículo no presenta oposición vehicular o peatonal a la hora de realizar la maniobra. Sería el caso de giros a la izquierda realizados en una fase exclusiva para ellos – una flecha verde adicional en el semáforo- o de giros a la derecha con prohibición de cruce para los peatones durante esa fase.
- ✓ **Giro sin oposición:** A diferencia del caso anterior, esta clase de movimientos no necesita una regulación de fase exclusiva, ya que la configuración de la intersección hace imposible que se den conflictos o interferencias con el tráfico de paso. Se dan sobre todo en calles de sentido único o en intersecciones en T que operen con dos fases separadas para cada dirección. (Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000).

Figura 2: Tipos de movimientos en una intersección

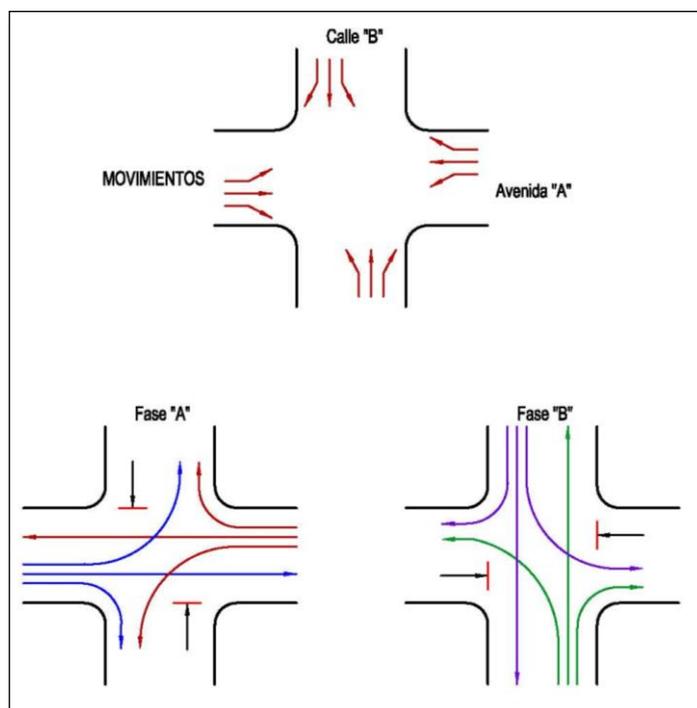


Fuente: (Bañon Blázquez Luis y Beivá Garcia José F., 2000)

#### 2.2.4.6 Cálculos de los tiempos del semáforo.

El objetivo de calcular los tiempos del semáforo es relacionar directamente las fases con los volúmenes de demanda vehicular, de manera que se optimice la eficiencia de la intersección, se garantice la seguridad y se reduzcan las demoras. Figura 3 muestra de forma esquemática los conceptos de longitud del ciclo, intervalos y fases.

Figura 3: Diagrama de fases en una intersección con semáforos



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

### 2.2.4.6.1 Intervalo de cambio de fase Y

La principal función del intervalo de cambio de fase es la de advertir a los conductores un cambio en la asignación del derecho de paso. Se calcula mediante la Ecuación (1)

$$Y = \left(t + \frac{v}{2a}\right) + \left(\frac{v+L}{2a}\right) \dots \text{Ecuación (1)}$$

donde:

$Y$  = Intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo (s)

$t$  = Tiempo de percepción-reacción del conductor ( $t=1.00$  s)

$v$  = Velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)

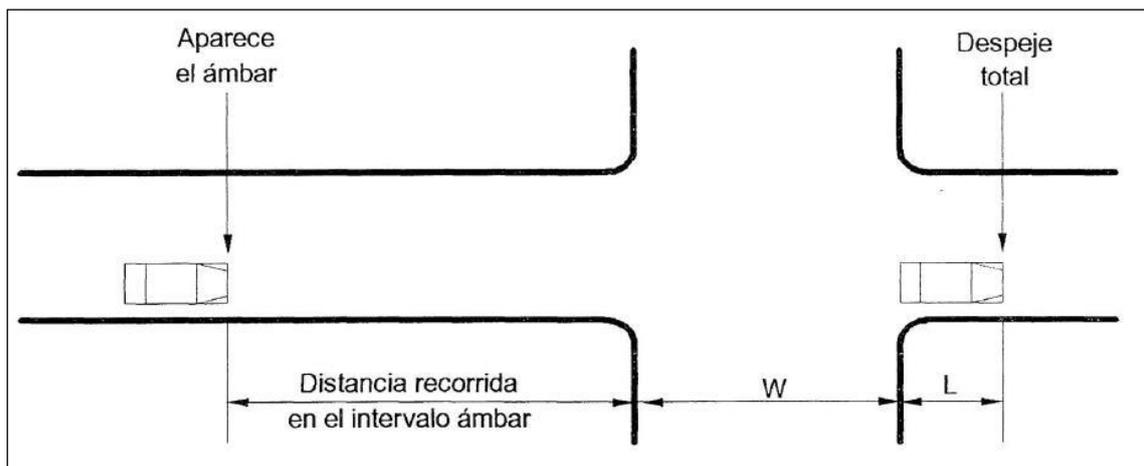
$a$  = Tasa de desaceleración ( $a= 3.05$  m/s<sup>2</sup>)

$W$  = Ancho de la intersección (m)

$L$  = Longitud del vehículo (vehículo tipo  $L=6.10$  m)

En la Ecuación (1),  $t+v/2a$ , es el intervalo de cambio amarillo donde,  $v/2a$  representa el tiempo necesario para recorrer la distancia de parada con una desaceleración  $a$  y una velocidad  $v$  como se muestra en la Figura 4; la segunda parte de la ecuación  $(W+L)/v$ , se asocia al todo rojo y es el tiempo necesario para cruzar la intersección.

Figura 4: Esquema de intervalo de cambio de fase.



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

### Longitud del ciclo $C_0$

Según F.V. Webster [7], la longitud del ciclo óptimo con el cual se obtiene la demora mínima de los vehículos, se calcula mediante la Ecuación (2)

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

donde:

$C_0$  = Tiempo ciclo óptimo (s)

$L$  = Tiempo total perdido por ciclo (s)

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

$\varphi$  = Número de fases

Valores aceptables del ciclo  $C$  están entre el 75 % y el 150 % del ciclo óptimo  $C_0$ , para el cual las demoras excederán entre el 10 % y el 20 % de la demora mínima.

#### 2.2.4.6.2 Vehículos equivalentes

En la mayoría de los casos el flujo que sale de una intersección está compuesto de vehículos livianos, pesados y autobuses que realizan giros a izquierda o a la derecha, para tener en cuenta este efecto es necesario introducir un factor de equivalencia  $f_{HV}$  que se calcula mediante la Ecuación (3)

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV}(E_T - 1)} \quad \dots \text{ Ecuación (3)}$$

en donde:

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

$P_{HV}$  = Porcentaje de vehículos pesados del grupo

$E_T$  = Número equivalente de vehículos livianos por cada vehículo pesado ( $E_T=2$  veh/pesado)

Por otra parte, es necesario incluir factores de vueltas a la derecha  $EVD$  y a la izquierda  $EVI$ ; ya que por el efecto de las maniobras los vehículos consumen mayor tiempo en comparación con los autos que avanzan de frente. En la Tabla 3 y Tabla 4 se muestran los factores de equivalencia para  $EVI$  y  $EVD$  respectivamente.

Tabla 3 Automóviles directos equivalentes para vueltas a la izquierda EVI.

Flujo opuesto (veh/h)	Número de carriles opuestos		
	1	2	3
0	1,10	1,10	1,10
200	2,50	2,00	1,80
400	5,00	3,00	2,50
600	10,00	5,00	4,00
800	13,00	8,00	6,00
1000	15,00	13,00	10,00
≥1200	15,00	15,00	15,00
Para giros protegidos a la izquierda EVI=1,05			

Tabla 4 Automóviles directos equivalentes para vueltas a la derecha EVD

Volumen peatonal en el cruce peatonal en conflicto (peatones/h)	Equivalente
Ninguno (0)	1,18
Bajo (50)	1,21
Moderado (200)	1,32
Alto (400)	1,52
Extremo (800)	2,14

Los volúmenes horarios de máxima demanda, VHMD, deben ser convertidos a flujos de automóviles directos equivalentes por hora,  $q_{ADE}$ , mediante la Ecuación (4)

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left( \frac{1}{f_{HV}} \right) (E_{LT} \text{ o } E_{RT}) \quad \dots \text{ Ecuación (4)}$$

con:

$q_{ADE}$  = Automóviles directos equivalentes por hora

$FHMD$  = Factor horario de máxima demanda

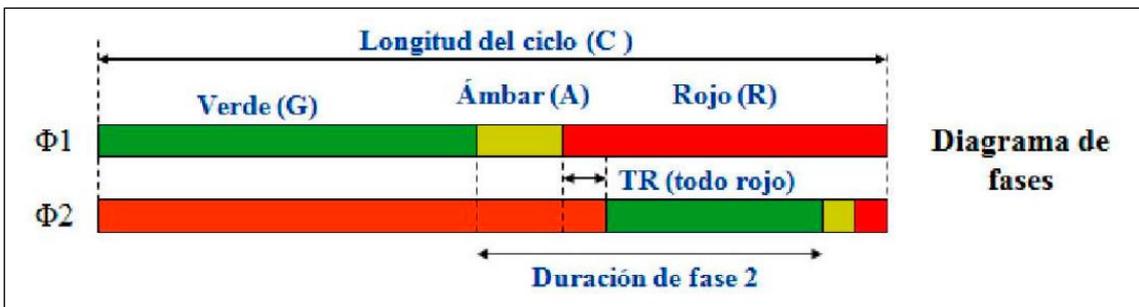
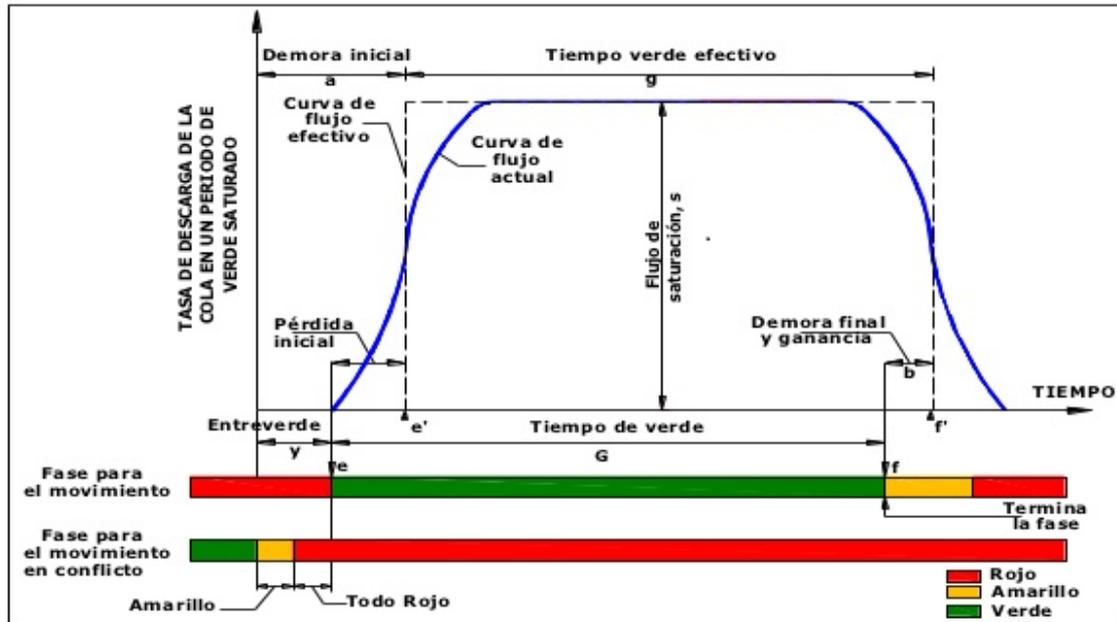
$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículos pesados

$E_{LT}$  o  $E_{RT}$  = Automóviles directos equivalentes para vueltas a la izquierda o derecha

### 2.2.4.6.3 Flujo de saturación y tiempo perdido

La tasa de flujo de saturación representa la tasa máxima de vehículos que cruzan la línea de parada en un ciclo promedio y está reflejada en el área bajo la curva sg. *Figura 5* muestra un modelo básico de flujo de saturación según el investigador R. Akcelik<sup>4</sup>:

Figura 5: Modelo de flujo de saturación



Fuente: (Rafael Cal y Mayor R, 2007, p. 355)

<sup>4</sup> flujo vehicular, (Akcelik, 2003).

**Tiempo perdido por ciclo, L:** El tiempo total perdido por ciclo se considera como la sumatoria de los intervalos de cambio de fase para cada una de las fases. Se calcula mediante la Ecuación (5)

$$L = \sum_{i=1}^{\varphi} A_i + TR_i \quad \dots \text{ Ecuación (5)}$$

donde:

$L$  = Tiempo total perdido por ciclo (s)

$A_i$  = Intervalo de amarillo (s)

$TR_i$  = Intervalo de todo rojo (s)

$\varphi$  = Número de fases

### **Asignación de tiempos verdes**

El tiempo verde efectivo total  $gT$ , por ciclo y para todos los accesos de la intersección se calcula con la Ecuación (6)

$$gT = C - L \quad \dots \text{ Ecuación (6)}$$

En donde:

$gT$  = Tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos (s)

$C$  = Longitud del ciclo (redondeando  $C_0$  a los 5 segundos más cercanos) (s)

$L$  = Tiempo total perdido por ciclo (s)

## **2.2.5 Características del tránsito <sup>5</sup>:**

### **2.2.5.1 Volumen del tránsito:**

El volumen de tránsito es definido como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente “vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”.

Un intervalo común de tiempo para el volumen es un día, descrito como vehículos por día. Los volúmenes diarios frecuentemente son usados como base para la planificación de las carreteras.

Para los análisis operacionales, se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día.

---

<sup>5</sup> Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Ingeniería de Tráfico - 2006.

La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada “**hora pico**”.

#### **2.2.5.1.1 Volumen de tránsito absoluto o totales**

Son volúmenes de tránsito que están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, este lapso puede ser un año, un mes, una semana, un día o una hora.

- **Tránsito anual (TA).** - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos. (T = 1 año).
- **Tránsito mensual (TM).** - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos. (T = 1 mes).
- **Tránsito semanal (TS).** - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos. (T = 1 semana).
- **Tránsito diario (TD).** - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas. (T = 1 día).
- **Tránsito horario (TH).** - Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos. (T = 1 hora).

#### **2.2.5.1.2 Volumen de tránsito promedio diario (TPD)**

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días. En función del número de días del periodo establecido, los volúmenes de tránsito promedio diarios se clasifican en:

- **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad \dots \text{ Ecuación (7)}$$

- **Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TA}{30} \quad \dots \text{ Ecuación (8)}$$

- **Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)**

$$TPDA = \frac{TA}{7} \quad \dots \text{ Ecuación (9)}$$

**2.2.5.1.3 Volumen de tránsito horario (VH)**

Su unidad de medida son los vehículos por hora, se clasifican de acuerdo a la hora seleccionada como se detalla a continuación:

**2.2.5.1.3.1 Volumen horario máximo anual (VHMA)**

Es el máximo volumen horario que pasa por un punto o sección transversal de una vía durante un año; es decir, 1 de 8760 horas en la que se registra el mayor volumen de tráfico.

**2.2.5.1.3.2 Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante 60 minutos consecutivos; representa el periodo de máxima demanda que se registra durante un día.

**2.2.5.1.3.3 Factor horario de máxima demanda (FHMD)**

La Ingeniería de Tránsito se concentra en el volumen de tráfico de hora punta haciendo la evaluación de la capacidad y otros parámetros, pues representa el período de tiempo más crítico. Por lo que, como usuario de la vía es lógico reconocer que viajar durante las horas punta de la mañana o la noche es cuando el volumen de tráfico está en su nivel más alto. El análisis del nivel de servicio se basa en las tasas máximas de flujo que ocurren dentro de la hora pico y ocurren usualmente durante una hora. La práctica común es usar una velocidad máxima de flujo de 15 minutos. Las tasas de flujo se expresan generalmente en vehículos por hora, no en vehículos por 15 minutos. La relación entre el caudal máximo de 15 minutos y el volumen horario completo está dada por el factor de hora de pico (PHF) como se muestra en la siguiente ecuación:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 * q_{15 \text{ máx}}} \quad \dots \text{ Ecuación (10)}$$

En donde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda

q<sub>15 máx</sub> = Volumen máximo durante 15 minutos de flujo (veh / 15 minutos)

El Caudal de diseño de la zona en evaluación es el volumen de hora pico dividido por el factor de hora pico. Una forma más sencilla de llegar al caudal de diseño es multiplicar el volumen máximo de quince minutos por 4.

Los factores típicos de las horas punta para las vías en análisis van entre 0,80 y 0,95.

Los factores más bajos son más típicos para las vías rurales o las condiciones fuera de horas punta. Factores más altos son típicos de las condiciones urbanas y suburbanas de las horas pico.

### **2.2.5.2 Velocidades:**

Desde la invención de los medios de transporte, la velocidad se ha convertido en el indicador principal para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. En un sistema vial la velocidad es considerada como un parámetro de cálculo para la mayoría de los elementos del proyecto.

Haciendo un análisis de la evolución de los vehículos actuales en lo que respecta a velocidades alcanzadas por los mismos, se hace necesario el estudio de la velocidad para mantener así un equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía en busca de mayor seguridad.

Se define la velocidad como el espacio recorrido en un determinado tiempo. Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

$$V = \frac{d}{t} \quad \dots \text{ Ecuación (11)}$$

Donde:

v = velocidad constante (km/h)

d = distancia recorrida (km)

t = tiempo de recorrido (h)

### **2.2.6 Capacidad vial en intersecciones semaforizadas.**

En el capítulo 18 del Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) plantea una metodología para calcular la capacidad y el nivel de servicio de intersecciones señalizadas con semáforos. Incluye un conjunto de medidas del rendimiento que detallan el funcionamiento de la intersección para diversos modos de viaje. A partir de estas medidas se identifican los problemas y se plantean estrategias para mejorarlos.

### 2.2.6.1 Concepto de capacidad vial

La capacidad de una intersección se define como el máximo número de vehículos que pueden atravesarla en un determinado intervalo de tiempo en las condiciones geométricas, de tráfico y de regulación existentes. Su valor viene condicionado por el acceso que antes se congestiona. (Bañón Blázquez Luis y Beivá García José F, 2000, p. 8-2).

la capacidad ( $q_m$ ) se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una carretera o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos (peatones) que razonablemente 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 éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable. Como se sabe, que el volumen en 15 minutos así obtenido es convertido a tasa de flujo horaria, entonces la capacidad de un sistema vial, es la tasa máxima horaria.

- A. Condiciones de tráfico.** Las condiciones de tráfico incluyen los volúmenes en cada aproximación, la distribución de vehículos por movimiento (izquierdo, de frente, derecha), la distribución del tipo de vehículos en cada movimiento, la localización y el uso de las paradas de ómnibus (transporte público) dentro del área de la intersección, flujo de peatones que cruzan y movimientos de estacionamiento dentro del área de la intersección.
- B. Condiciones de la vía(geométricas):** Las condiciones de la vía incluyen la geometría básica de la intersección, incluyendo el número y ancho de vías, pendientes y asignación del uso de la vía incluyendo vías de parqueo.
- C. Condiciones de semaforización:** Las condiciones de semaforización, 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.

La infraestructura vial, sea ésta una carretera o calle, puede ser de circulación continua o discontinua. Los sistemas viales de circulación continua no tienen elementos externos al flujo de tránsito, tales como los semáforos y señales de alto que produzcan interrupciones en el mismo. Los sistemas viales de circulación discontinua tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas del flujo de tránsito, independientemente de la

cantidad de vehículos, tales como los semáforos, las intersecciones de prioridad con señales de alto y ceda el paso, y otros tipos de regulación. (Rafael Cal y Mayor R, 2007, p. 355)

## **2.2.7 Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas<sup>6</sup>**

### **2.2.7.1 Generalidades de la metodología**

La metodología se aplica a las intersecciones de tres y cuatro tramos de dos calles o autopistas donde la señalización opera aisladamente de las intersecciones cercanas.

La influencia de una intersección señalizada corriente arriba en la operación de la intersección del sujeto se aborda mediante variables de entrada que describen la estructura del pelotón y la uniformidad de las llegadas de manera cíclica.

#### **2.2.7.1.1 Límites de análisis.**

Los límites del análisis de intersección no están definidos a una distancia fija para todas las intersecciones. Por el contrario, son dinámicos y se extienden hacia atrás desde la intersección una distancia suficiente para incluir el área de influencia operativa en cada tramo de intersección. Por estas razones, los límites del análisis deben establecerse para cada intersección de acuerdo con las condiciones durante el período de análisis. El área de influencia debe extenderse al menos 250 pies (76.2 m) hacia atrás desde la línea de parada en cada tramo de intersección.

#### **2.2.7.1.2 Nivel de análisis.**

El nivel de análisis describe el nivel de detalle utilizado cuando se aplica la metodología. Se

reconocen tres niveles:

- **Análisis operacional:** El análisis operativo es la aplicación más detallada y requiere la mayor cantidad de información sobre el tráfico, las condiciones geométricas y de señalización.
- **Análisis de diseño:** El análisis del diseño también requiere información detallada sobre las condiciones del tráfico y el nivel de servicio deseado, así como información sobre las condiciones geométricas o de señalización. El análisis de diseño busca determinar valores razonables para las condiciones no proporcionadas.

---

<sup>6</sup> Highway capacity manual 2010

- **Análisis de Planificación e ingeniería preliminar:** La planificación y el análisis de ingeniería preliminar requieren solo los tipos de información más fundamentales del analista. Los valores predeterminados se utilizan como sustitutos de otros datos de entrada.

#### **2.2.7.1.3 Periodo de estudio y periodo de análisis**

El período de estudio es el intervalo de tiempo representado por la evaluación del desempeño. Consiste en uno o más períodos de análisis consecutivos. Un período de análisis es el intervalo de tiempo evaluado por una sola aplicación de la metodología.

La metodología se basa en el supuesto de que las condiciones del tráfico son estables durante el período de análisis (es decir, el cambio sistemático en el tiempo es insignificante). Por esta razón, el período de análisis varía de 0.25 a 1 h. En general, el analista debe tener precaución con los períodos de análisis que exceden 1 h porque las condiciones del tráfico generalmente no son estables durante largos períodos de tiempo y porque el impacto adverso de los picos cortos en la demanda del tráfico puede no detectarse en la evaluación.

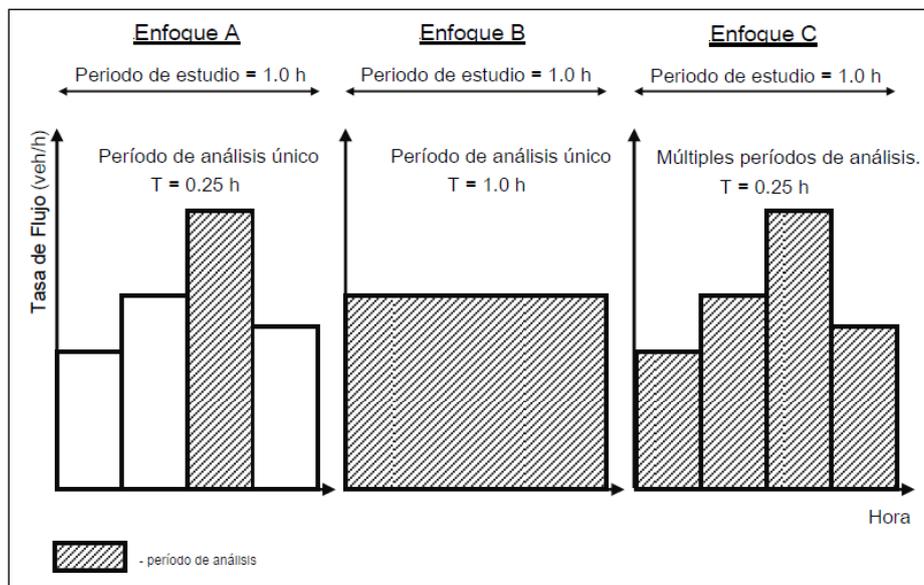
Si un período de análisis de interés tiene un volumen de demanda que excede la capacidad,

entonces el período de estudio debe incluir un período de análisis inicial sin cola inicial y un período de análisis final sin cola residual. Este enfoque proporciona una estimación más precisa del retraso asociado con la congestión.

Si se determina que la evaluación de múltiples períodos de análisis es importante, entonces las estimaciones de rendimiento para cada período deben informarse por separado. En esta situación, no se recomienda informar un rendimiento promedio para el período de estudio porque puede oscurecer los valores extremos y sugerir una operación aceptable cuando algunos períodos de análisis tienen una operación inaceptable.

Figura 6 muestra tres enfoques alternativos que un analista podría usar para una evaluación dada. Existen otras alternativas, y el período de estudio puede exceder 1 h. El enfoque A se ha utilizado tradicionalmente y a menos que se justifique lo contrario, es el recomendado para su uso.

Figura 6: Periodo de estudio y periodo de análisis



Fuente: (HCM, 2010, p. 18-2)

El enfoque A se basa en la evaluación del período pico de 15 minutos durante el período de estudio. El periodo de análisis  $T$  son 0.25 h. El flujo por hora equivalente en los vehículos por hora (veh / h) utilizados para el análisis se basan en un recuento de tráfico máximo de 15 minutos multiplicado por cuatro o en un volumen de demanda de 1 hora dividido por el factor de hora pico.

El enfoque B se basa en la evaluación de un período de análisis de 1 h que coincide con el período de estudio. El periodo de análisis  $T$  es 1.0 h. El flujo utilizado es equivalente al volumen de demanda de 1 h (es decir, no se utiliza el factor de hora pico). Este enfoque supone implícitamente que la tasa de llegada de vehículos es constante durante todo el período de estudio. Por lo tanto, es posible que no se identifiquen los efectos del pico dentro de la hora y el analista corre el riesgo de subestimar la demora en que realmente se incurrió.

El enfoque C utiliza un período de estudio de 1 h y lo divide en cuatro períodos de análisis de 0.25 h. Este enfoque explica la variación sistemática del caudal entre los períodos de análisis. También tiene en cuenta las colas que se transfieren al siguiente período de análisis y produce una representación más precisa de la demora.

#### **2.2.7.1.4 Medidas de desempeño**

El rendimiento de una intersección se describe mediante el uso de una o más medidas cuantitativas que caracterizan algún aspecto del servicio prestado a un grupo específico de usuarios de la carretera. Las medidas de rendimiento citadas en este capítulo incluyen la relación volumen / capacidad del automóvil, retraso del automóvil, relación de almacenamiento en

cola, retraso de peatones, área de circulación de peatones, puntaje de percepción de peatones, retraso de bicicletas y puntaje de percepción de bicicletas.

#### **2.2.7.1.5 Modos de viaje**

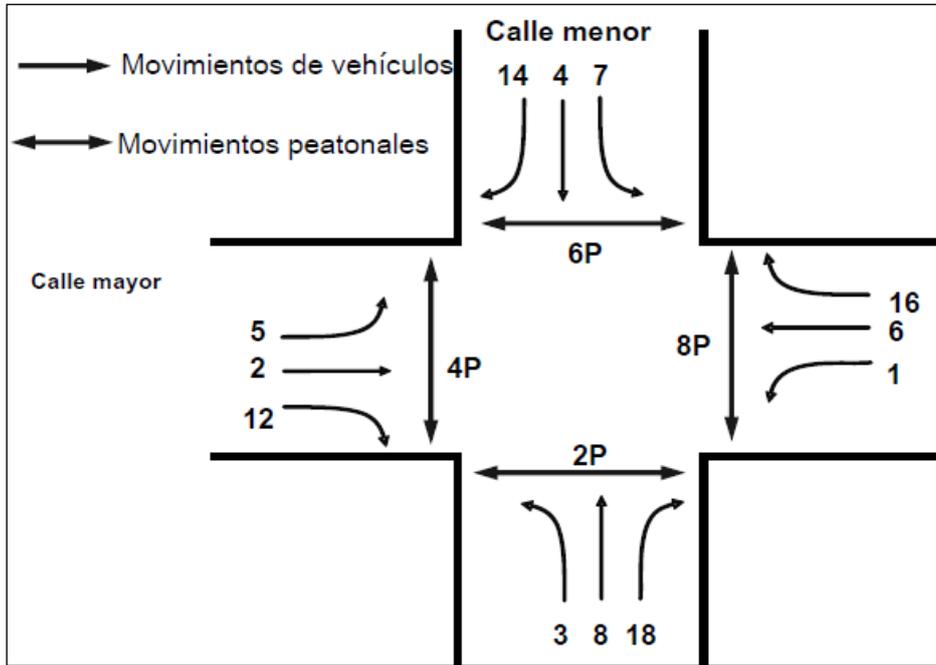
Para evaluar el desempeño de la intersección se utiliza la metodología del automóvil comúnmente conocida como el ‘‘Modo automóvil’’, la cual se refiere a los viajes de vehículos motorizados (automóviles, motocicletas, buses y camiones).

La frase modo automóvil, se refiere al viaje en todos los vehículos motorizados que pueden operar legalmente en la calle, con la excepción de los vehículos de tránsito locales que se detienen para recoger pasajeros en la intersección. A menos que se indique explícitamente lo contrario, la palabra vehículos se refiere a vehículos motorizados e incluye un flujo mixto de automóviles, motocicletas, camiones y autobuses.

#### **2.2.7.1.6 Movimiento y Numeración de Fases**

La Figura 7 ilustra los movimientos del tráfico de vehículos y peatones en una intersección de cuatro tramos. Se muestran tres movimientos de tránsito vehicular y un movimiento de tránsito peatonal para cada aproximación de intersección. A cada movimiento se le asigna un número único o una combinación de números y letras. La letra P denota un movimiento peatonal.

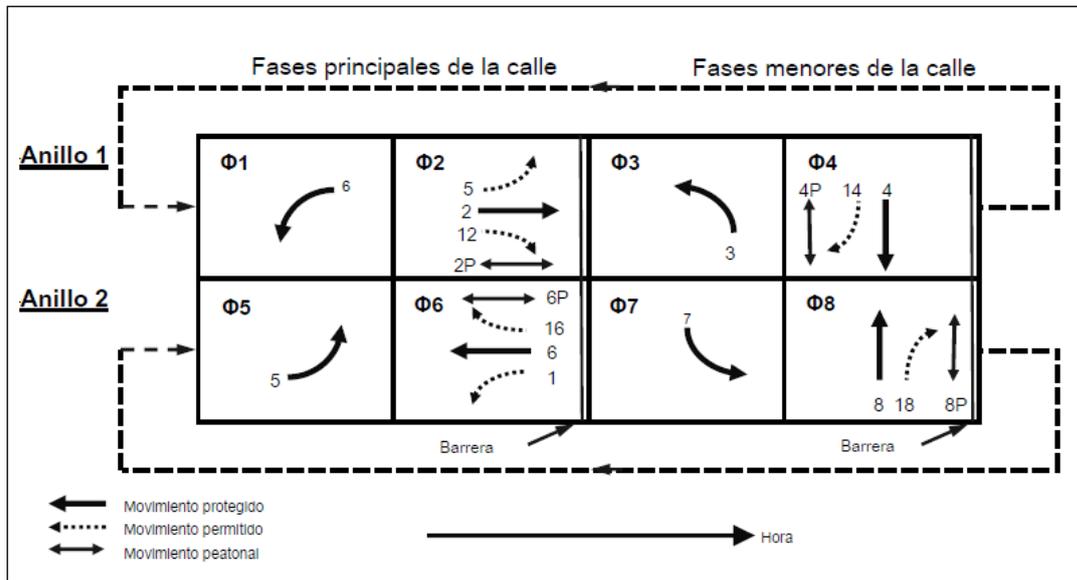
Figura 7: Intersección de movimientos de tráfico y numeración



Fuente: (HCM, 2010, p. 18-4)

Las fases semafóricas están distribuidas para uno o más movimientos que no entran en conflicto entre sí, están representadas por el símbolo  $\phi$  junto con un número que es el número de la fase. En la Figura 8 se observa las fases y los tipos que movimientos que pueden ser permitidos o protegidos. A los movimientos “protegidos” se les asigna una fase exclusiva ya que son prioritarios y están representados por una línea continua; los movimientos “permitidos” son aquellos que pueden ser completados sólo cuando los movimientos en conflicto ceden el paso, están representados por una línea discontinua.

Figura 8: Asignación de fases y tipos de movimiento



Fuente: (HCM, 2010, p. 18-5)

### 2.2.7.2 Concepto de nivel de servicio.<sup>7</sup>

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. (Rafael Cal y Mayor R, 2007, p. 355).

El nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad y de la frustración. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos, considerado como período de máxima demanda (Rafael Cal y Mayor R, 2007, p. 410).

### 2.2.7.3 Criterios de los niveles de servicio.

Los niveles de servicio pueden caracterizarse para toda la intersección semaforizada, el retraso cuantifica el aumento en el tiempo de viaje debido al control de la señal de tráfico.

<sup>7</sup> Rafael Cal y Mayor R, 2007

También es una medida sustitutiva de la incomodidad del conductor y el consumo de combustible. La relación volumen-capacidad cuantifica el grado en que la capacidad de una fase es utilizada por un grupo de carriles.

El Manual de Capacidad de carreteras (HCM 2010), ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según que las condiciones de operación sean de circulación continua o discontinua, como se verá a continuación.

**Nivel de servicio A:** describe operaciones con un retraso de control de 10 segundos por vehículo o menos y una relación volumen-capacidad no mayor a 1.0. Este nivel generalmente se asigna cuando la relación volumen-capacidad es baja y la progresión es excepcionalmente favorable o la duración del ciclo es muy corta. Si se debe a una progresión favorable, la mayoría de los vehículos llegan durante la indicación verde y viajan a través de la intersección sin detenerse.

**Nivel de servicio B:** describe operaciones con retraso de control entre 10 y 20 segundos por vehículo y una relación volumen-capacidad no mayor a 1.0. Este nivel generalmente se asigna cuando la relación volumen-capacidad es baja y la progresión es muy favorable o la duración del ciclo es corta. Se detienen más vehículos que con el nivel de servicio A.

**Nivel de servicio C:** describe operaciones con retraso de control entre 20 y 35 segundos por vehículo y una relación volumen-capacidad no mayor a 1.0. Este nivel generalmente se asigna cuando la progresión es favorable o la duración del ciclo es moderada. Las fallas individuales del ciclo (es decir, uno o más vehículos en cola no pueden salir como resultado de la capacidad insuficiente durante el ciclo) pueden comenzar a aparecer en este nivel. El número de vehículos que se detienen es significativo, aunque muchos vehículos todavía pasan por la intersección sin detenerse.

**Nivel de servicio D:** describe operaciones con retraso de control entre 35 y 55 segundos por vehículo y una relación volumen-capacidad no mayor a 1.0. Este nivel generalmente se asigna cuando la relación volumen-capacidad es alta y la progresión es ineficaz o la duración del ciclo es larga. Muchos vehículos se detienen y se notan fallas en los ciclos individuales.

**Nivel de servicio E:** describe operaciones con un retraso de control entre 55 y 80 segundos por vehículo y una relación volumen-capacidad no mayor a 1.0. Este nivel

generalmente se asigna cuando la relación volumen-capacidad es alta, la progresión es desfavorable y la duración del ciclo es larga. Las fallas individuales del ciclo son frecuentes.

**Nivel de servicio F:** describe operaciones con un retraso de control superior a 80 segundos por vehículo o una relación volumen-capacidad superior a 1,0. Este nivel generalmente se asigna cuando la relación volumen-capacidad es muy alta, la progresión es muy pobre y la duración del ciclo es larga. La mayoría de los ciclos no logran salir de la cola. (Highway Capacity Manual HCM, 2010, p. 18-6)

Tabla 5: Niveles de servicio para intersecciones según demora.

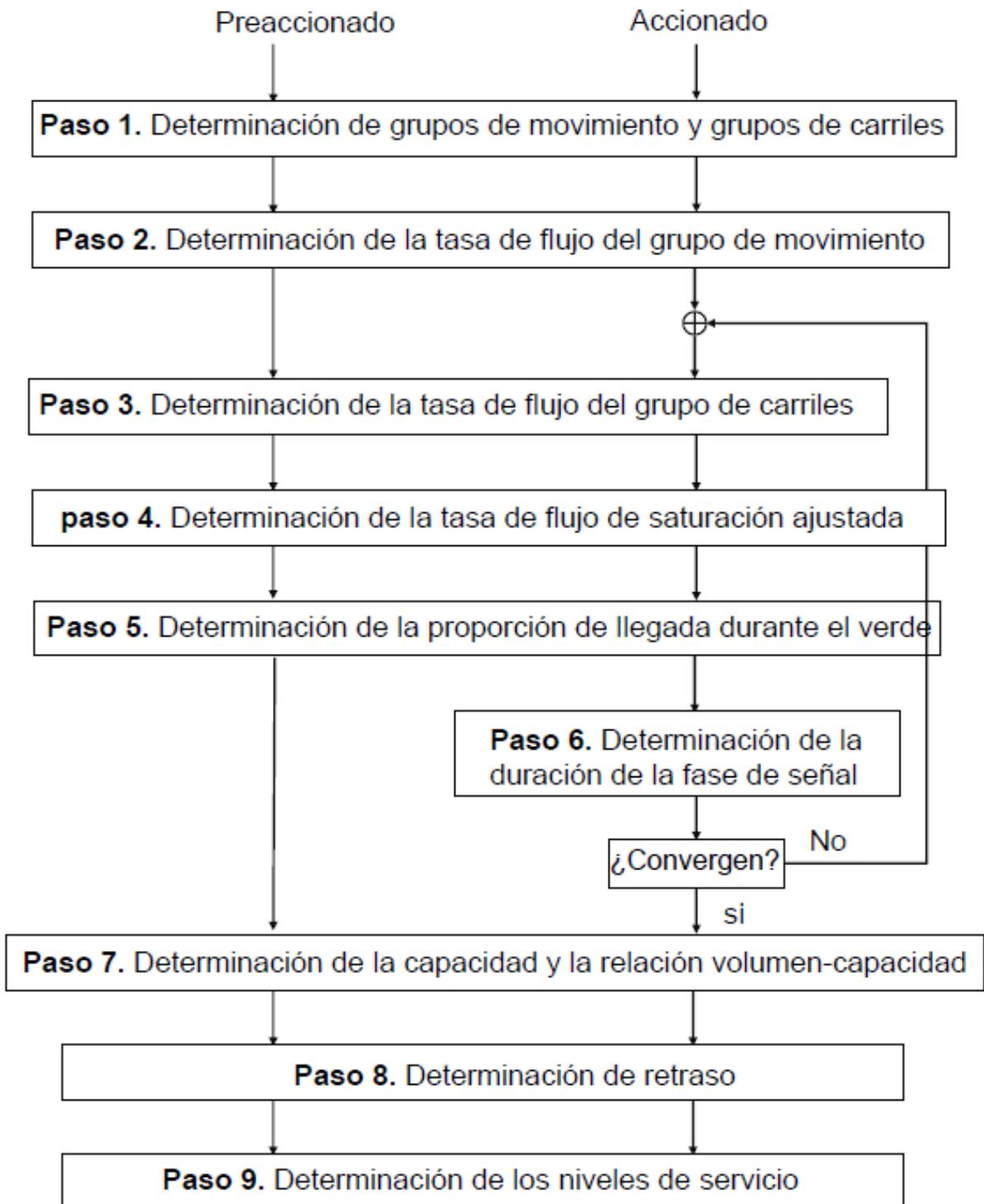
<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Demora por control (seg/veh)</b>
<b>A</b>	$\leq 10$
<b>B</b>	$> 10 - 20$
<b>C</b>	$> 20 - 35$
<b>D</b>	$> 35 - 55$
<b>E</b>	$> 55 - 80$
<b>F</b>	$> 80$ ó $>1$ de v/c

Fuente: (HCM, 2010, p. 18-6)

#### 2.2.7.4 Metodología del HCM 2010 para intersecciones semaforizadas

En esta sección se describe la metodología del highway capacity manual (HCM 2010), para intersecciones semaforizadas, identificando la secuencia de cálculos necesarios para estimar las medidas de rendimiento seleccionadas. Se muestra que el proceso de cálculo fluye de arriba a abajo en la exposición. La Figura 9 ilustra el marco de cálculo de la metodología del automóvil.

Figura 9: Esquema metodológico para el análisis de intersecciones con semáforos



Fuente: (HCM, 2010, p. 18-6)

#### **2.2.7.4.1 Paso 1: Determinación de los grupos de movimiento y grupos de carriles:**

La metodología para las intersecciones señalizadas utiliza el concepto de grupos de movimiento y grupos de carriles para describir y evaluar la operación de intersección. Estas dos designaciones de grupo son muy similares en significado. De hecho, sus diferencias surgen solo cuando un carril compartido está presente en un enfoque con dos o más carriles. Cada designación se define en los siguientes párrafos.

Las siguientes reglas se utilizan para determinar grupos de movimiento para un enfoque de intersección:

- Un movimiento de giro servido por uno o más carriles exclusivos y sin carriles compartidos debe designarse como un grupo de movimiento.
- Cualquier carril no asignado a un grupo por la regla anterior debe combinarse en un grupo de movimiento.

Estas reglas dan como resultado la designación de uno a tres grupos de movimiento para cada enfoque.

El concepto de grupos de carriles es útil cuando un carril compartido está presente en un enfoque que tiene dos o más carriles. Varios procedimientos en la metodología requieren alguna indicación de si el carril compartido sirve una combinación de vehículos o funciona como un carril de giro exclusivo. Este problema no se puede resolver hasta que se haya calculado la proporción de giros en el carril compartido. Si la proporción calculada de giros en el carril compartido es igual a 1.0 (es decir, 100%), se considera que el carril compartido funciona como un carril de giro exclusivo.

Las siguientes reglas se utilizan para determinar los grupos de carriles para un enfoque de intersección:

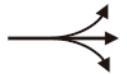
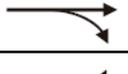
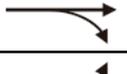
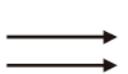
- Se debe designar un carril o carriles exclusivos para girar a la izquierda como un grupo de carriles separado. Lo mismo se aplica a un carril exclusivo para girar a la derecha.
- Cualquier carril compartido debe designarse como un grupo de carriles separado.
- Todos los carriles que no sean carriles de giro exclusivos o carriles compartidos deben combinarse en un grupo de carriles.

Estas reglas dan como resultado la designación de una o más de las siguientes posibilidades de grupo de carriles para un enfoque de intersección:

- Carril exclusivo para girar a la izquierda (o carriles),
- Carril exclusivo de atravesamiento (o carriles),
- Carril exclusivo para girar a la derecha (o carriles),
- Carril compartido a la izquierda y a través del carril,
- Carril compartido de giro a la izquierda y giro a la derecha,
- Carril compartido a la derecha y a través del carril, y
- Carril compartido a la izquierda, a través y giro a la derecha.

La metodología puede aplicarse a cualquier combinación lógica de estos grupos de carriles. En la Tabla 6 muestra algunos grupos de movimiento y grupos de carriles comunes.

Tabla 6: grupos de movimiento y grupos de carriles comunes.

Nº de carriles	Movimientos por carriles	Grupos de movimiento (MG)	Grupos de carriles (LG)
1	izq., defr. y der. 	MG 1: 	LG 1: 
2	excl. izquierda  defr. y derecha 	MG 1:  MG 2: 	LG 1:  LG 2: 
2	izq. y defr.  defr. y derecha 	MG 1: 	LG 1:  LG 2: 
3	excl. izquierda  excl. izquierda  defrente:  defrente:  defr. y derecha 	MG 1:  MG 2: 	LG 1:  LG 2:  LG 3: 

Fuente: (HCM, 2010, p. 18-6)

#### **2.2.7.4.2 Paso 2: Determinación de la tasa de flujo del grupo de movimiento:**

En este paso se determina la intensidad para cada grupo de movimientos. Si un movimiento de turno es servido por uno o más carriles exclusivos y no hay carriles compartidos, entonces la velocidad de flujo de ese movimiento se asigna a un grupo de movimiento. Cualquier flujo de enfoque que aún no se haya asignado a un grupo de movimiento (después de la aplicación de la guía en la oración anterior) se asigna a un grupo de movimiento.

El flujo de giro a la derecha en rojo se resta del caudal del giro a la derecha, independientemente de si el giro a la derecha se produce desde un carril compartido o exclusivo. En una intersección existente, el número de giro a la derecha en rojo debe determinarse por observación de campo.

#### **2.2.7.4.3 Paso 3: Determinación de la tasa de flujo del grupo de carriles:**

En este paso se determina la intensidad por grupo de carriles. Si no hay carriles compartidos en el enfoque de intersección o el enfoque solo tiene un carril, existe una correspondencia uno a uno entre los grupos de carriles y los grupos de movimiento. En esta situación, la velocidad de flujo del grupo de carriles es igual a la velocidad de flujo del grupo de movimiento.

Si hay uno o más carriles compartidos en la aproximación y dos o más carriles, la tasa de flujo del grupo de carriles se calcula mediante el procedimiento descrito en el Capítulo 31. Este procedimiento se basa en un deseo asumido por los conductores de elegir el carril que minimiza su tiempo de servicio en la intersección, donde se utiliza la relación de flujo de volumen a saturación del carril para estimar las diferencias relativas en este tiempo entre los carriles.

#### **2.2.7.4.4 Paso 4: Determinación del flujo de saturación ajustada:**

La tasa de flujo de saturación ajustada para cada carril de cada grupo de carriles se calcula en este paso. La tasa de flujo de saturación base proporcionada como una variable de entrada se utiliza en este cálculo.

La tasa de flujo de saturación calculado se refiere a la saturación velocidad de flujo “ajustada”, ya que refleja la aplicación de diversos factores que ajustan la velocidad de flujo de saturación base a las condiciones específicas presentes en la intersección analizada

La Ecuación (12) se usa para calcular el de flujo de saturación ajustada por carril para el grupo de carriles:

$$S = S_0 * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb} \quad \dots \text{ Ecuación (12)}$$

En donde:

$S$  = Flujo de saturación real del grupo de carriles (Veh/hora de verde).

$S_0$  = Flujo de saturación básico por carril

$f_W$  = Factor de ajuste por ancho de carriles.

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículos pesados.

$f_g$  = Factor de ajuste por pendiente de acceso.

$f_p$  = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección.

$f_a$  = Factor de ajuste por el tipo de área.

$f_{LU}$  = Factor de ajuste por utilización de carriles.

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

$f_{RT}$  = Factor de ajuste por vueltas a la derecha.

$f_{Lpb}$  = Factor de ajuste de peatones que giran a la izquierda.

$f_{Rpb}$  = Factor de ajuste de peatones que giran a la derecha.

Para un mejor entendimiento se procederá a exponer cada uno de los factores que afectan el flujo de saturación y que se visualizan en la ecuación.

#### **2.2.7.4.4.1 Flujo de saturación básico por carril ( $S_0$ ):**

La Tasa de flujo de Saturación representa el máximo caudal de caudal de una vía de circulación, medida en la línea de parada durante la indicación verde. La tasa de flujo de saturación de base representa la saturación del caudal para un carril de tráfico que es de 3.66 m de ancho y no tiene vehículos pesados, grado plano, no hay estacionamiento, no hay autobuses que paran en la intersección, incluso la utilización de carril, y no hay giro de vehículos. Normalmente, una tasa base es seleccionado para representar a todas las intersecciones señalizadas en la jurisdicción (o de área), dentro del cual se encuentra la intersección.

el HCM 2010 recomienda el valor de 1900 vehículos livianos por hora por carril (Veh/hora/carril).

#### 2.2.7.4.4.2 Factor de ajuste por ancho de carriles (*fw*):

Es el factor que considera el impacto negativo de carriles angostos. Los valores asumen diversos valores de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 7: Valores de factor de ajuste por ancho de carriles.

Ancho de Carril (m)	Factor de Ajuste ( <i>fw</i> )
< 3.0	0.96
≥ 3.0 -4.0	1
> 4.00	1.04

Fuente: Highway Capacity Manual 2010.

#### 2.2.7.4.4.3 Factor de ajuste por vehículos pesados (*fHV*):

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

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

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_{HV} * (E_T - 1)} \quad \dots \text{Ecuación (13)}$$

En donde:

*PHV* = Porcentaje (%) de vehículos pesados en el grupo de movimiento correspondiente

*ET* = Número de automóviles equivalentes a un camión.

Para obtener los valores equivalentes de los vehículos se consideran los factores de conversión a coche patrón (UCP). Estos factores se van usar para uniformar los tamaños de los vehículos a un solo tipo de vehículo patrón.

Tabla 8: Equivalencia de vehículos

Tipo de vehículo	Factor UCP
Auto	1
Vehículo menor	0.4
Mototaxi	0.75
Camioneta rural (combi)	1.3
Microbús	2
Ómnibus	3.5
Camión	3

fuelle: Huamán, Copes y Villanueva (UPC)

#### 2.2.7.4.4.4 Factor de ajuste por pendiente de acceso ( $f_g$ ):

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

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200} \quad \dots \text{ Ecuación (14)}$$

En donde:

$P_g$  = Porcentaje de pendiente del acceso.

Consideraciones:

-  $6 \leq \% G \leq +10$  Negativa en cuesta abajo (descensos)

#### 2.2.7.4.4.5 Factor de ajuste por estacionamiento adyacente ( $f_p$ ):

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

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 * N_m}{3600}}{N} \geq 0.050 \quad \dots \text{ Ecuación (15)}$$

En donde:

$N$  = Número de carriles por grupo

$N_m$  = Número de buses que paran por hora

Consideraciones:  $0 \leq N_b \leq 250$ ; Además el  $f_{bb} \geq 0.050$

La tasa de maniobra de estacionamiento corresponde a las áreas de estacionamiento directamente adyacente al grupo de carriles y dentro de 76.2 m antes de la línea de parada. Un límite práctico de 180 maniobras/h debe ser mantenido con la ecuación. Un valor mínimo de  $f_p$  de esta ecuación es de 0,050. Cada maniobra (dentro o fuera) se asume para bloquear el tráfico en el carril adyacente a la maniobra de estacionamiento para un promedio de 18 s.

El factor sólo se aplica al grupo de carriles que es adyacente al estacionamiento. En una calle de un solo sentido con un solo carril de grupo de carriles, el número de maniobras utilizadas es el total de ambos lados de la pista. En una calle de un solo sentido con dos o más grupo de carriles, el factor se calcula por separado para cada grupo de carriles y se basa en el número de maniobras adyacente al grupo de carriles. Las Condiciones de estacionamiento con cero maniobras tienen un impacto diferente que el de una situación de no estacionamiento.

#### **2.2.7.4.4.6 Factor de ajuste por bloqueo de buses ( $f_{bb}$ ):**

El factor de ajuste por bloqueo de buses, explica el efecto de las paradas de autobuses locales que se detienen para recoger o dejar pasajeros 80 metros por detrás de la línea de parada y se calcula mediante la Ecuación (16)

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4 * N_b}{3600}}{N} \geq 0.050 \quad \dots \text{ Ecuación (16)}$$

donde:

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses

$N_b$  = Número de buses que paran en el grupo de carriles por hora

$N$  = Número de carriles del grupo

#### **2.2.7.4.4.7 Factor de ajuste por el tipo de área ( $f_a$ ):**

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

En caso no tengamos condiciones por tipo de área que afecten el tránsito se deberá considerar el valor de 1.0 ( $f_a=1.00$ ).

#### **2.2.7.4.4.8 Factor de ajuste por utilización de carriles ( $f_{LU}$ ):**

Factor de ajuste por la utilización del carril cuenta para la desigualdad en la distribución del tráfico entre los carriles de circulación en aquellos grupos con más de un carril exclusivo. Este factor proporciona un ajuste a la tasa de flujo de saturación base para la cuenta de uso desigual de los carriles. Esto no se utiliza a menos que un grupo de movimiento tenga más de un carril exclusivo. Se calcula con la Ecuación (17):

$$f_{LU} = \frac{v_g}{N_e v_{gl}} \quad \dots \text{ Ecuación (17)}$$

Donde:

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

**$v_g$ :** Tasa de flujo de demanda para el grupo de movimiento (veh/h),

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

**$v_{g1}$ :** Número de carriles exclusivos en grupo de movimiento (LN).

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

En algunas intersecciones, los conductores pueden elegir uno por encima de otro carril en anticipación del giro en una intersección posterior. Cuando este tipo de "pre posicionamiento" ocurre, una evaluación más precisa será obtenida cuando la actual tasa de flujo para cada carril enfocado es medida en el campo y siempre como una aportación a la metodología.

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

#### **2.2.7.4.4.9 Factor de ajuste por vueltas a la izquierda ( $f_{LT}$ ):**

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

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L} \quad \dots \text{ Ecuación (18)}$$

En donde:

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

Para vías con carril exclusivo o compartido:

EL = 1.05 teniendo como factor el valor de 0.95. Si se tiene presencia de doble carril usar 0.92. Para una calle de intersección en T, usar 0.85 para un carril y 0.75 para dos carriles ( $EL = 1.0 - 0.05PLT$ ).

#### **2.2.7.4.4.10 Factor de ajuste por vueltas a la derecha ( $f_{RT}$ ):**

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

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R} \quad \dots \text{ Ecuación (19)}$$

En donde:

ER= Número equivalente de vehículos que giran a la derecha por un carril exclusivo Para vías con carril exclusivo o compartido:  $f_R = 1.18$  teniendo como factor el valor de 0.85.

Si tenemos presencia de carriles dobles el factor a usar es de 0.75.

#### **2.2.7.4.4.11 Factor Ajuste para peatones y bicicletas ( $f_{Lpb}$ , $f_{Rpb}$ ):**

El procedimiento para determinar el factor de ajuste de giro a la izquierda de bicicletas y peatones  $f_{Lpb}$  y el factor de ajuste de giro a la derecha de bicicletas y peatones  $f_{Rpb}$  se basa en el concepto de ocupación de la zona de conflicto, el cual tiene en cuenta el conflicto entre el giro de vehículos, peatones y bicicletas. La ocupación correspondiente de la Zona de Conflicto toma en cuenta si el flujo vehicular oponente, también está en conflicto con el

movimiento de giro a la izquierda. El porcentaje de tiempo en verde en el cual la zona de conflicto es ocupada se determina en función de la ocupación correspondiente y el número de carriles receptores del giro de vehículos.

#### **2.2.7.4.5 Paso 5: Determinación de la proporción de llegada durante el verde:**

El retraso de control y el tamaño de la cola en una intersección señalizada dependen en gran medida de la proporción de vehículos que llegan durante las indicaciones de señal verde y rojo.

El retraso y el tamaño de la cola son menores cuando llega una mayor proporción de vehículos durante la indicación verde. La Ecuación (20) se usa para calcular esta proporción para cada grupo de carriles.

$$P = R_p \left( \frac{g}{C} \right) \quad \dots \text{ Ecuación (20)}$$

Todas las variables son como se definieron previamente. Esta ecuación requiere el conocimiento del tiempo verde efectivo ( $g$ ) y duración del ciclo ( $C$ ). Estos valores son conocidos para la operación programada previamente en aforos.

#### **2.2.7.4.6 Paso 6: Determinación de la duración de la fase de señal:**

La duración de una fase semafórica depende del tipo de control utilizado en la intersección analizada. Si la intersección tiene un control programado previamente, la duración de la fase es una entrada y este paso se omite.

Es útil en este punto definir los diversos términos que definen la duración de la fase. Algunos términos son específicos de la operación accionada; sin embargo, la mayoría de las construcciones son igualmente aplicables a la operación preaccionado. La duración de una fase activada se compone de cinco períodos de tiempo. El primer período representa el tiempo perdido mientras la cola reacciona a la indicación de señal que cambia a verde. El segundo intervalo representa el tiempo requerido para despejar la cola de vehículos. El tercer período representa el tiempo que la indicación verde se extiende al llegar vehículos al azar. Finaliza cuando hay una brecha en el tráfico (es decir, una brecha) o el verde se extiende hasta el límite máximo (es decir, una máxima). El cuarto período representa el intervalo de cambio amarillo, y el quinto período representa el intervalo de autorización rojo. La duración de una

fase activada se define en la Ecuación (21).

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_c \quad \dots \text{ Ecuación (21)}$$

Donde:

$D_p$ : Duración de la fase (s).

$l_1$ : Tiempo perdido por la puesta en marcha (s).

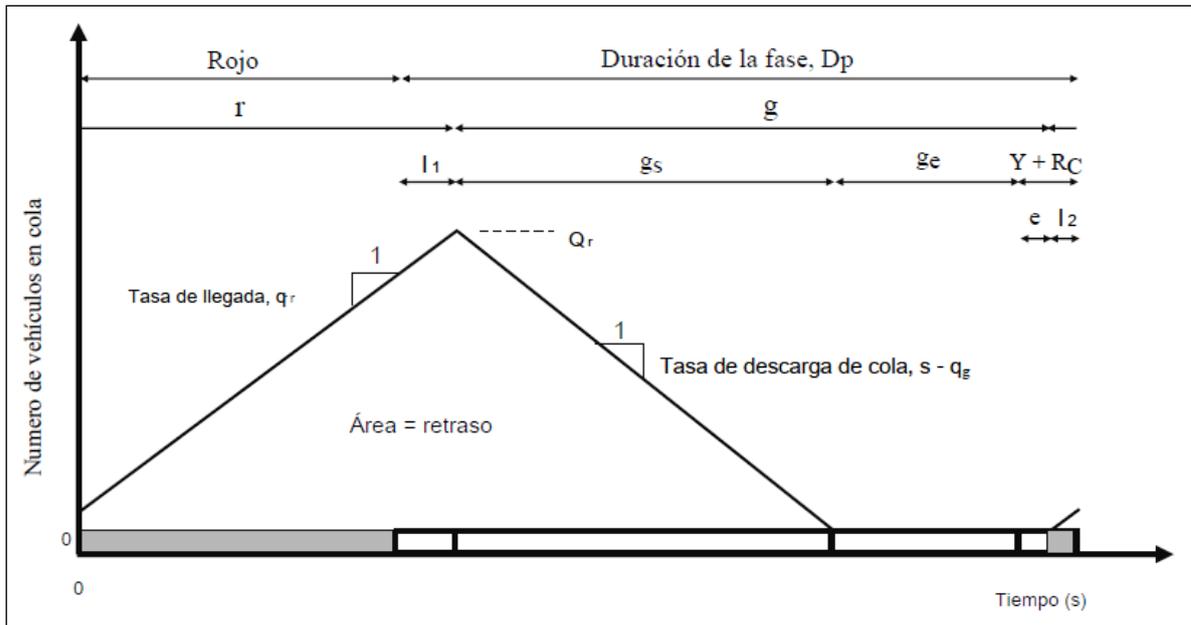
$g_s$ : Tiempo de servicio de la cola (s).

$g_e$ : Extension del verde (s).

$Y$ : Intervalo del cambio a amarillo (s).

$R_c$ : Intervalo del despeje en rojo (s).

Figura 10: Diagrama para el cálculo de la demora.



Fuente: (HCM, 2010, p. 18-40)

El Figura 10 muestra la relación entre la duración de la fase y el tamaño de la cola para el ciclo de señal promedio del semáforo. Durante el intervalo rojo, los vehículos llegan a una velocidad de “ $q_r$ ” y formar una cola. La cola alcanza su tamaño máximo “ $l_1$ ” segundos después de que finalice el intervalo rojo.

En este momento, la cola comienza a descargarse a una velocidad igual al flujo de saturación  $s$  menos la tasa de llegada durante la fase de verde “ $q_g$ ”. La cola se despeja “ $g_s$ ” segundos después de que comienza a descargarse por primera vez. A partir de entonces, se detectan llegadas aleatorias de vehículos y se extiende el intervalo verde. Finalmente, se produce una brecha en el tráfico (o se alcanza el límite verde máximo) y finaliza el intervalo verde. El final del intervalo verde coincide con el final del tiempo de extensión “ $g_e$ ”.

El tiempo verde efectivo para la fase se calcula con la siguiente Ecuación (22):

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e + e \quad \dots \text{ Ecuación (22)}$$

Donde:

$L_2$ : Tiempo perdido de despeje =  $Y + R_C - e$ (s)

$e$ : Extensión del verde efectivo = 2.0 (s)

Las demás variables han sido definidas previamente.

#### 2.2.7.4.7 Paso 7: Determinación de la capacidad y la relación volumen - capacidad:

la capacidad de un grupo de carriles dado que sirve a un movimiento de tráfico y para el cual no hay movimientos de giro a la izquierda permitidos. Se define en la siguiente ecuación.

$$c = S \times \frac{g}{C} \quad \dots \text{ Ecuación (23)}$$

dónde “C” es la capacidad (veh / h) y las otras variables son como se definieron previamente. Esta ecuación no puede usarse para calcular la capacidad de un grupo de carriles compartidos o un grupo de carriles con operación de giro a la izquierda permitida porque estos grupos de carriles tienen otros factores que afectan su capacidad.

La relación volumen-capacidad para un grupo de carriles se define como la relación del volumen del grupo de carriles y su capacidad. Se calcula utilizando la Ecuación (24).

$$X = \frac{v_p}{c} \quad \dots \text{ Ecuación (24)}$$

Donde:

X: Razón de volumen y capacidad.

V<sub>p</sub>: Demanda de tasa de flujo (veh/h),

c: Capacidad (veh/h).

##### 2.2.7.4.7.1 Razón volumen-capacidad de una intersección crítica

Otro concepto utilizado para analizar las intersecciones señalizadas es la relación volumen- capacidad crítica. “X<sub>C</sub>”. Esta relación se calcula utilizando la Ecuación (25).

$$V_p = \frac{VHMD}{FHMD * F_{HV}} \quad \dots \text{ Ecuación (25)}$$

En donde:

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

FHMD = Factor de hora de máxima demanda

f<sub>HV</sub> = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

#### 2.2.7.4.8 Paso 8: Determinación de retraso:

El retraso calculado en este paso representa el retraso de control promedio experimentado por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier retraso incurrido por estos vehículos que todavía están en la cola después de que finaliza el período de análisis. El retraso de control para un grupo de carriles dado se calcula utilizando la Ecuación (26) y Ecuación (27).

$$d_i = d_1 + d_2 + d_3 \quad \dots \text{ Ecuación (26)}$$

$$d_i = d_1 * PF + d_3 \quad \dots \text{ Ecuación (27)}$$

En donde:

$d_i$  = Demora media por acceso (Segundo/vehículos)

$d_1$  = Demora uniforme (Segundo/vehículos)

$d_2$  = Demora incremental (Segundo/vehículos)

$d_3$  = Demora inicial (Segundo/vehículos)

PF = Factor de ajuste de progresión

La siguiente Ecuación (28) representa una forma para calcular la demora cuando las llegadas son asumidas aleatoriamente a lo largo de todo el ciclo. También asume un período verde efectivo durante el ciclo y una tasa de flujo de saturación durante este período. Esto se basa en el primer término de la ecuación de demora presentada en otro lugar.

Por lo que, se tiene que la demora uniforme por acceso se expresa por la siguiente ecuación:

$$d_1 = \frac{0.5 * C * (1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) \frac{g}{C})} \quad \dots \text{ Ecuación (28)}$$

Para el cálculo de la demora de la intersección se utiliza Ecuación (29).

$$d_1 = \frac{\sum(d_i * V_p)}{\sum V_p} \quad \dots \text{ Ecuación (29)}$$

Donde:

$d_p$  = Demora por acceso

$d_p$  = Tasa de flujo por acceso.

La Ecuación (30) y Ecuación (31) representa la demora incremental que fue derivada mediante el uso de una hipótesis de una cola no inicial debido a la demanda insatisfecha en el anterior período de análisis, y esto se da siempre y cuando exista paraderos de vehículos de transporte público, como combis y micros.

$$d_2 = 900T((X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{8 * K * I * X_i}{C * T}}) \dots \text{Ecuación (30)}$$

$$X_i = \frac{v}{C_i} \dots \text{Ecuación (31)}$$

Consideraciones de la ecuación:

- Ecuación es permitida para valores de  $X < 1.0$
- Ecuación no es admitida siempre y cuando los valores de  $X > 1/ \text{FHMD}$

En donde:

$X_i$  = Relación volumen a capacidad o grado de saturación del acceso

$C$  = Capacidad del grupo de carril (veh/h)

$T$  = Duración del periodo de análisis (h)

$L$  = Factor de ajuste de medida

$K$  = Factor de la demora incremental

La Ecuación (32) representa una forma de calcular el retraso cuando se supone que las llegadas son aleatorias durante todo el ciclo. También supone un período verde efectivo durante el ciclo y una tasa de flujo de saturación durante este período.

$$d_3 = 1800 * Q_b * \frac{(1 + u) * t}{C * T} \dots \text{Ecuación (32)}$$

En donde:

$Q_b$  = Cola inicial al inicio del periodo  $T$  (Veh)

$C$  = capacidad del grupo de carril ajustada (Veh/h)

$T$  = Duración del periodo de análisis (h)

$t$  = Duración de la demanda insatisfecha en  $T$  (h)

$u$  = Parámetro de demora.

Tener en cuenta las siguientes consideraciones para la duración de la demanda insatisfecha en T (t):

$$t = 0 \text{ si } Q_b = 0; \text{ sino } t = \min \{T, Q_b / c * [1 - \min (1, x)]\}$$

En donde:

x = Relación volumen a capacidad

$$u = 0 \text{ si } t < T, \text{ sino } U = 1 - (Ct / Q_b [1 - \min (1, x)])$$

Sin embargo, si para determinar la demora final se utiliza la Ecuación (27); es necesario saber el valor del factor de progresión PF, el cual considera si el grupo de carriles se encuentra o no coordinado. El valor de PF es obtenido del siguiente cuadro.

Tabla 9: Valores de factor de progresión

Tipo de llegada	Factor de ajuste de la progresión PF en función a la relación de verde					
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Descoordinado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Coordinado	0.92	0.86	0.78	0.67	0.5	0.22

Fuente: Highway Capacity Manual 2010

#### 2.2.7.4.9 Paso 9: Determinación de los niveles de servicio:

Como se mencionó anteriormente el nivel de servicio está directamente relacionado con las demoras por vehículo; una vez obtenidas las demoras para cada grupo de carriles, para cada acceso y para la intersección, se determina el nivel de servicio con la Tabla 5

#### 2.2.8 Aforo de volumen <sup>8</sup>:

Los aforos de volumen realizados en un punto o sección de una vía nos permiten obtener datos relacionados con el movimiento de automóviles respecto al tiempo y espacio, las características de los aforos dependen del tipo de análisis solicitado en una vía. Los aforos de volumen sirven para efectuar:

- Estudios prioritarios de conservación (mantenimiento)
- Estudios prioritarios de construcción
- Estudios prioritarios de señalización
- Estudios de accidentes en la zona

<sup>8</sup> apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico

### 2.2.8.1 Métodos de aforo

#### 2.2.8.1.1 Método manual

Este método de aforo consiste en el llenado de planillas elaboradas de acuerdo al tipo de datos a recabar en la vía, a cargo de una o varias personas. Los tipos de datos pueden ser:

- Composición vehicular
- Flujo direccional y por carriles
- Volúmenes totales

Figura 11: *Aforo manual*



Fuente: (Elaboración Propia)

#### 2.2.8.1.2 Método mecánico

Se realiza mediante dispositivos mecánicos instalados en la vía, estos dispositivos son:

- **Detectores neumáticos:** consiste en un tubo neumático colocado en forma transversal sobre la calzada que registra mediante impulsos causados por las ruedas de los vehículos el conteo de los ejes del mismo.
- **Contacto eléctrico:** consiste en una placa de acero recubierta por una capa de hule que contiene una tira de acero flexible, que al accionar de las ruedas del vehículo cierra circuito y procede al conteo respectivo, con este dispositivo se pueden realizar conteos por carril y sentido.

- **Fotoeléctrico:** consiste en una fuente emisora de luz colocada a un lado de la vía, realiza el conteo de vehículos cuando estos interfieren con la luz del dispositivo.
- **Radar:** lanza ondas que al ser interceptadas por un vehículo en movimiento cambian de frecuencia, realizando así el conteo.
- **Fotografías:** se toman fotografías del tramo y después se procede al conteo de vehículos.

## **2.2.9 Levantamiento topográfico**

### **2.2.9.1 GPS Diferencial**

El GPS Diferencial introduce una mayor exactitud en el sistema. Este tipo de receptor, además de recibir y procesar la información de los satélites, recibe y procesa, simultáneamente, otra información adicional procedente de una estación terrestre situada en un lugar cercano y reconocido por el receptor.

Esta información complementaria permite corregir con las inexactitudes que se puedan introducir en las señales que el receptor recibe de los satélites. En este caso, la estación terrestre transmite al receptor GPS los ajustes que es necesario realizar en todo momento, éste los contrasta con su propia información y realiza las correcciones mostrando en su pantalla los datos correctos con gran exactitud.

El margen de error de un receptor GPS normal puede estar entre los 60 y los 100 metros de diferencia con la posición que muestra en su pantalla. Para un desplazamiento normal por tierra 100 metros de diferencia no debe ocasionar ningún problema, pero para realizar la maniobra de aterrizaje de un avión, sobre todo si las condiciones de visibilidad son bajas, puede llegar a convertirse en un desastre. Sin embargo, el GPS Diferencial reduce el margen de error a menos de un metro de diferencia con la posición indicada.

El único inconveniente del GPS Diferencial es que la señal que emite la estación terrestre cubre solamente un radio aproximado de unos 200 kilómetros. No obstante, ese rango es más que suficiente para realizar una maniobra de aproximación y aterrizaje de un avión a un aeropuerto.

### 2.2.9.2 Descripción del receptor GPS

Los equipos que se utilizan en las aplicaciones topográficas y geodésicas constan de los siguientes elementos:

- **Antena GPS:** Recibe y amplifica la señal recibida de los satélites.
- **Receptor GPS:** Ordenador que decodifica la señal recibida por la antena y registra las observaciones
- **Terminal:** Es una interface de usuario que permite conocer el estado de la recepción, proceso de cálculo, y llevar a cabo la edición de los datos del receptor.

La antena es el elemento al cual viene siempre referido nuestro posicionamiento, está conectada a través de un preamplificador al receptor, directamente o mediante cable. La misión de la antena es la de convertir la energía electromagnética que recibe en corriente eléctrica que a su vez pasa al receptor.

El receptor GPS consta de una serie de elementos que se encargan de la recepción de las radiofrecuencias enviadas por los satélites. Además, suelen poseer diferentes canales para seguir simultáneamente a varios satélites, un procesador interno con su correspondiente soporte lógico, una unidad de memoria para el almacenamiento de la información, teclado de control, pantalla de comunicación con el usuario, diferentes conectores para funciones varias y una fuente de alimentación interna o externa.

Por último, también se emplean trípodes, cables especiales, equipos de control meteorológico y diverso material auxiliar.

Una vez estacionados en el punto requerido y con el equipo completo en funcionamiento, el receptor puede ofrecer al operador, a través de la pantalla y con ayuda del teclado, una gran cantidad de información sobre la observación que estamos realizando:

- Satélites en seguimiento.
- Acimut de cada satélite en seguimiento.
- Elevación de cada satélite en seguimiento.
- Nuestra posición aproximada actual (longitud, latitud y altitud).
- Dirección y velocidad del movimiento, para navegación.
- Bondad de la geometría de observación.
- Bondad de la medida que puede hacerse sobre cada satélite.
- Edad o antigüedad de la información ofrecida.

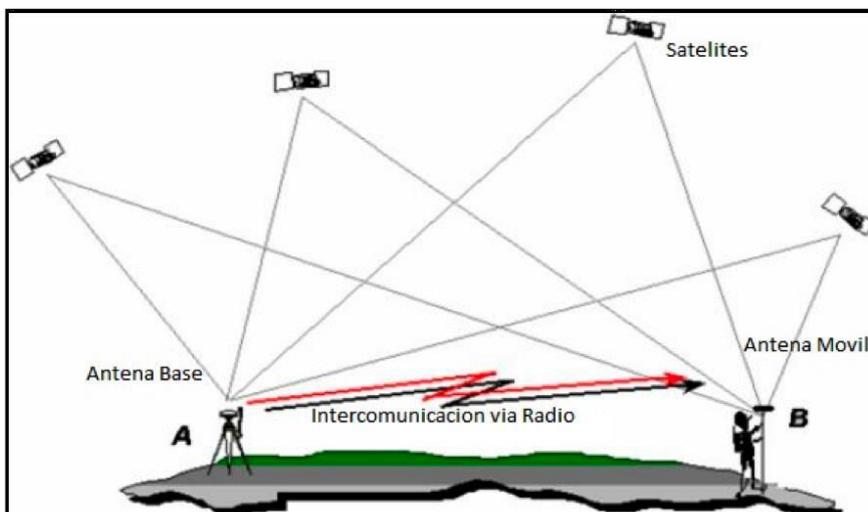
- Progreso de la observación: satélites que se pierden y captan, y número de observaciones realizadas a cada uno.
- Nombre y número de la sesión que damos a la estación de observación, así como la identificación del operador y notas varias.
- Registros meteorológicos y datos locales introducidos.
- Estado de la fuente de alimentación.

### 2.2.9.3 Método de medición con GPS RTK.

Este método conocido como RTK en inglés (Real Time Kinematic) y en español (Cinemático en tiempo real) es una técnica utilizada para ir a varios puntos y realizar ocupaciones estáticas en cada uno de ellos.

Consiste en la obtención de coordenadas en tiempo real con precisión centimétrica ( $1 \text{ ó } 2 \text{ cm} + 1 \text{ ppm}$ ). Es un método diferencial o relativo. El receptor fijo o referencia estará en modo estático en un punto de coordenadas conocidas, mientras el receptor móvil o “Rover”, es el receptor en movimiento del cual se determinarán las coordenadas en tiempo real (teniendo la opción de hacerlo en el sistema de referencia local). Precisa de transmisión por algún sistema de telecomunicaciones (vía radio-modem, GSM, GPRS, por satélite u otros) entre REFERENCIA y ROVER. Esta sería una restricción en la utilización de este método (dependencia del alcance de la transmisión). Sus aplicaciones son muchas en el mundo de la topografía, y van desde levantamientos, hasta replanteos en tiempo real, fundamentalmente.

Figura 12: Esquema de un levantamiento topográfico usando GPS en modo RTK.



Fuente: (Gonzales Alcaraz Pablo., 2020)

### 2.2.10 Programa synchro 11.1 <sup>9</sup>:

El programa Synchro 11.1 es un software desarrollado por la universidad Trafficware la cual se viene especializando en la industria del tráfico. El programa nos permite modelar, optimizar, gestionar y simular los tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales a un nivel macroscópico mediante animaciones.

Synchro Plus es un paquete de software que incluye:

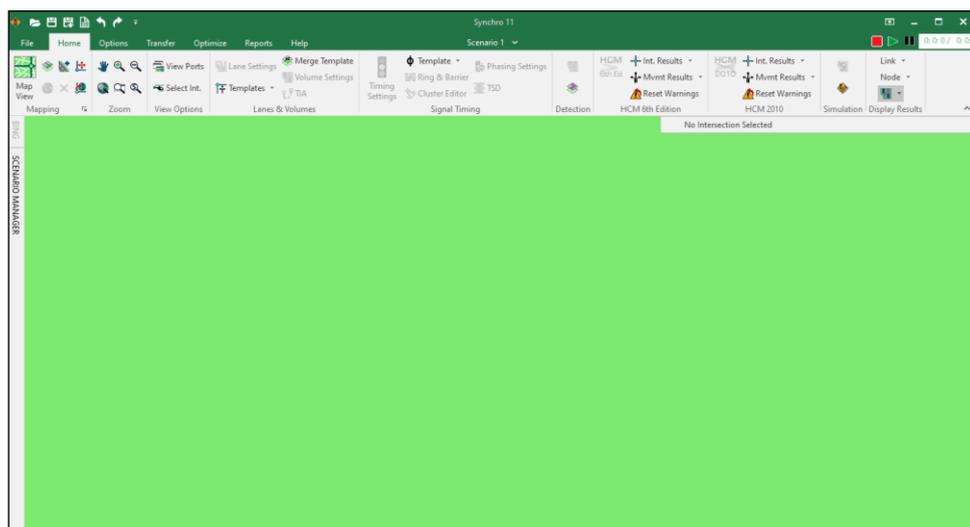
- Synchro, un análisis macroscópico y programa de optimización;
- SimTraffic, un potente y fácil de usar aplicación de software de simulación de tráfico;
- 3D Viewer, una vista tridimensional de simulaciones SimTraffic;
- SimTraffic, una aplicación que interactúa con una interfaz de controlador del dispositivo conectado a un controlador para simular el funcionamiento del controlador con simulado tráfico.

A continuación, se detallará brevemente el funcionamiento de software Synchro 11.1 para el cálculo de los Niveles de servicio.

#### 2.2.10.1 Interfaz del software 11.1.

En la Figura 13 se muestra el área de dibujo y los botones de información de mapa. El propósito del área de dibujo del MAPA visión es crear la red de enlaces y nodos.

Figura 13: Interfaz del programa synchro 11.1.



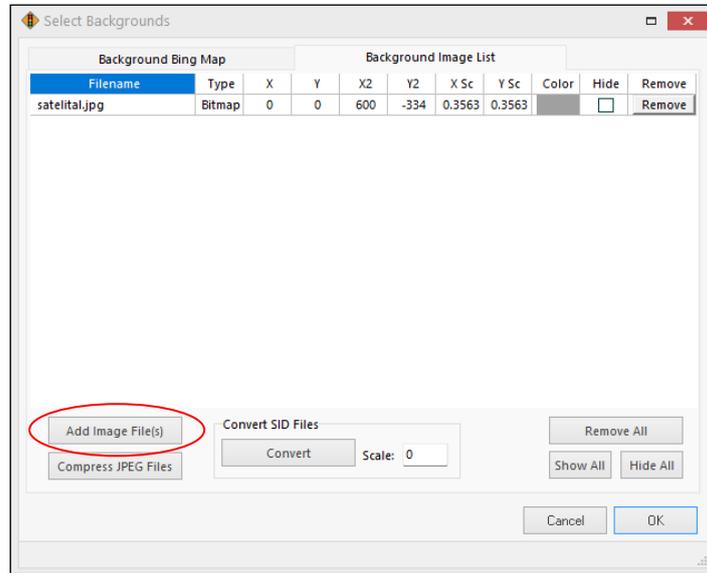
Fuente: (Elaboración Propia)

<sup>9</sup> synchro studio 11 guía del usuario- 2020

### 2.2.10.2 Establecer imagen de fondo.

Synchro importa varias imágenes al mismo tiempo para que el mapa de fondo. soporta archivos: DXF, archivos de vectores CAD.

Figura 14: Cargar la imagen en synchro 11.1.

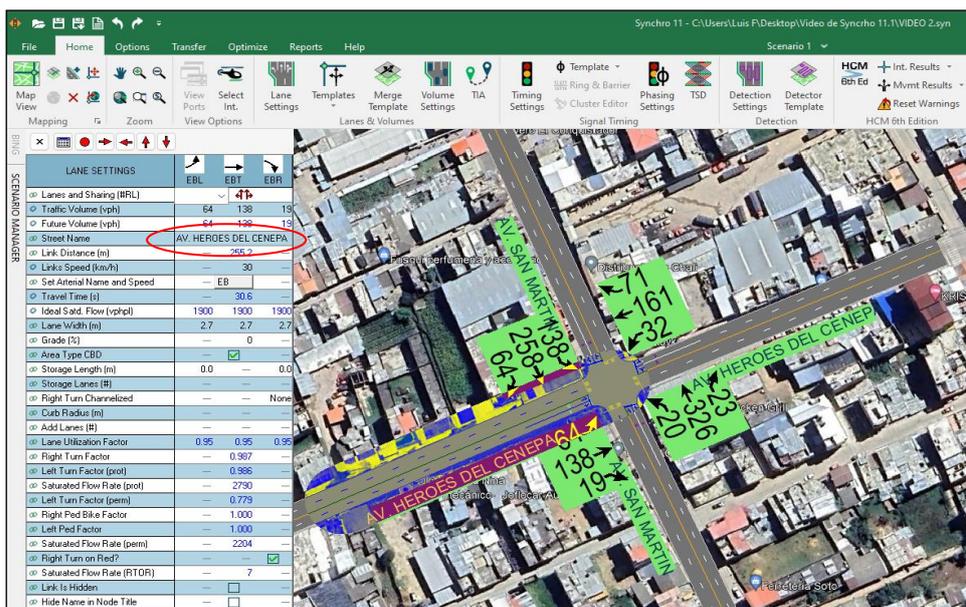


Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.3 Configuración de entrada de datos.

Los datos se ingresan con los botones de ajuste de entrada de datos.

Figura 15: Ingreso de datos en synchro 11.1.



Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.4 Entrada de datos completo.

En la entrada de la vista de todos los datos, se seleccione una intersección de la vista y luego el botón de entrada de datos deseado a lo largo de la parte superior de Synchro.

Figura 16: Ingreso de datos completos en synchro 11.1

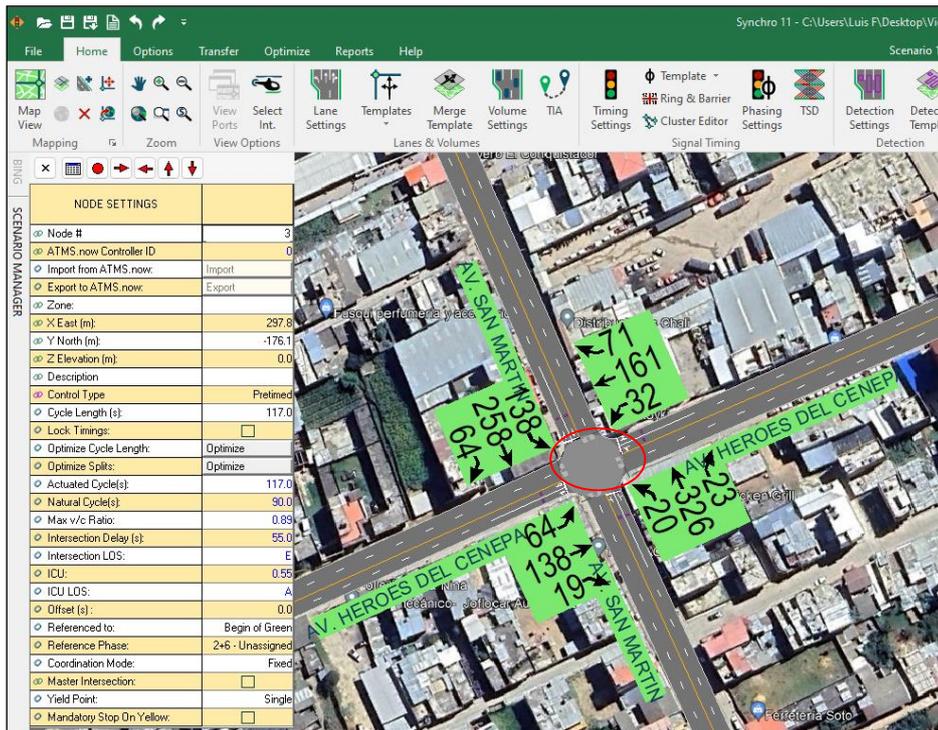
SCENARIO MANAGER	LANE SETTINGS											
	EBL	EBT	EBR	WBL	wBT	wBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↔			↔			↔			↔		
Traffic Volume (vph)	64	138	19	32	161	71	20	326	23	138	258	64
Future Volume (vph)	64	138	19	32	161	71	20	326	23	138	258	64
Street Name	AV. HEROES DEL CENEPA			AV. HEROES DEL CENEPA			AV. SAN MARTIN			AV. SAN MARTIN		
Link Distance (m)	255.2			152.8			146.3			171.4		
Links Speed (km/h)	30			30			30			30		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	30.6			18.3			17.6			20.6		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.7	2.7	2.7	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	3.2	3.2	3.2
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	<input checked="" type="checkbox"/>											
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0
Storage Lanes (#)	—			—			—			—		
Right Turn Channelized	None			None			None			None		
Curb Radius (m)	—			—			—			—		
Add Lanes (#)	—			—			—			—		
Lane Utilization 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
Right Turn Factor	0.987			0.960			0.991			0.979		
Left Turn Factor (prot)	0.986			0.994			0.997			0.985		
Saturated Flow Rate (prot)	2790			2871			2902			2935		
Left Turn Factor (perm)	0.779			0.585			0.655			0.719		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	2204			1689			1907			2142		
Right Turn on Red?	<input checked="" type="checkbox"/>											
Saturated Flow Rate (RTOR)	7			41			6			15		
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>											
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>											

Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.5 Configuración de nodo.

Para activar el nodo se selecciona la intersección. La Figura 17 ilustra el nodo de ajustes.

Figura 17: Nodo de ajustes en synchro 11.1



Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.6 Ajuste de Volumen.

Los volúmenes de tráfico entran para cada movimiento en vehículos por hora.

Figura 18: Ajustes de Volumen en synchro 11.1

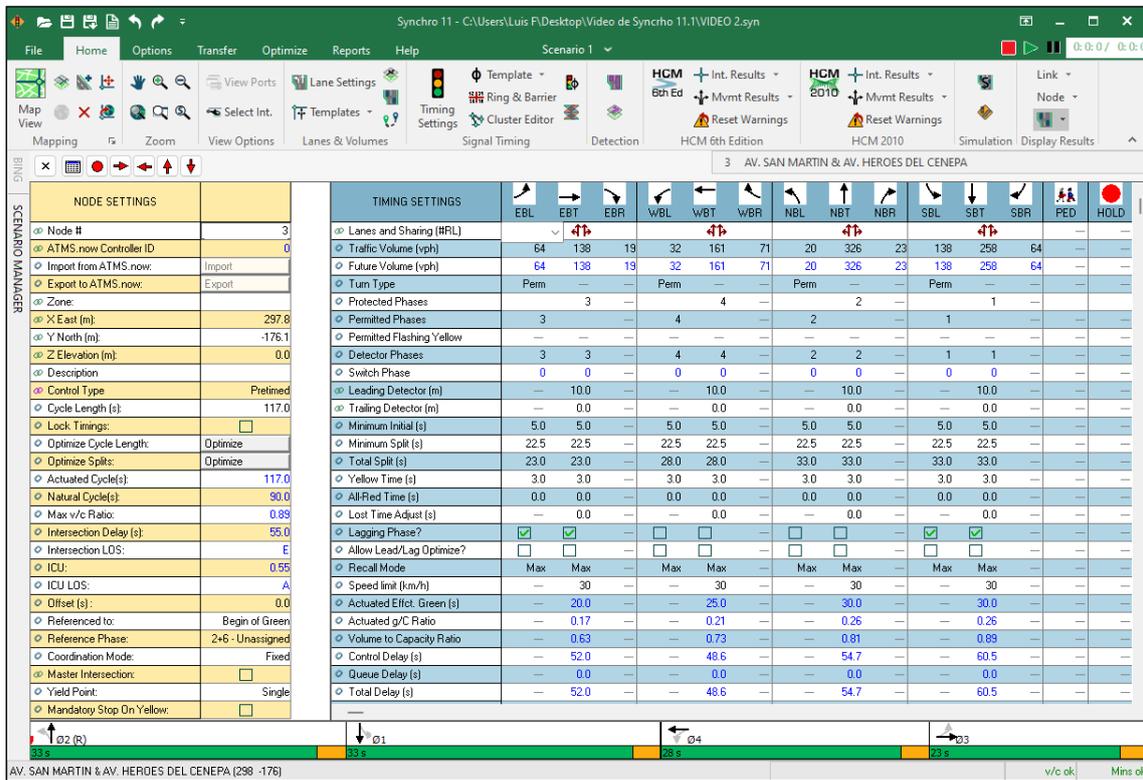
VOLUME SETTINGS	EBL			WBL			NBL			SBL		
	EBT	EBR	WBT	WBR	NBT	NBR	SBT	SBR				
Lanes and Sharing (#RL)	↕			↕			↕			↕		
Traffic Volume (vph)	64	138	19	32	161	71	20	326	23	138	258	64
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	64	138	19	32	161	71	20	326	23	138	258	64
Future Volume (vph)	64	138	19	32	161	71	20	326	23	138	258	64
Conflicting Peds. (#/hr)	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
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
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
Adjusted Flow (vph)	70	150	21	35	175	77	22	354	25	150	280	70
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic from mid-block (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Link OD Volumes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lane Group Flow (vph)	0	241	0	0	287	0	0	401	0	0	500	0

Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.7 Configuración de Tiempos de los Semáforos.

Los ajustes del tiempo se muestran con información sobre el tiempo y la eliminación gradual.

Figura 19: Configuración de tiempos de los Semáforos en synchro 11.1

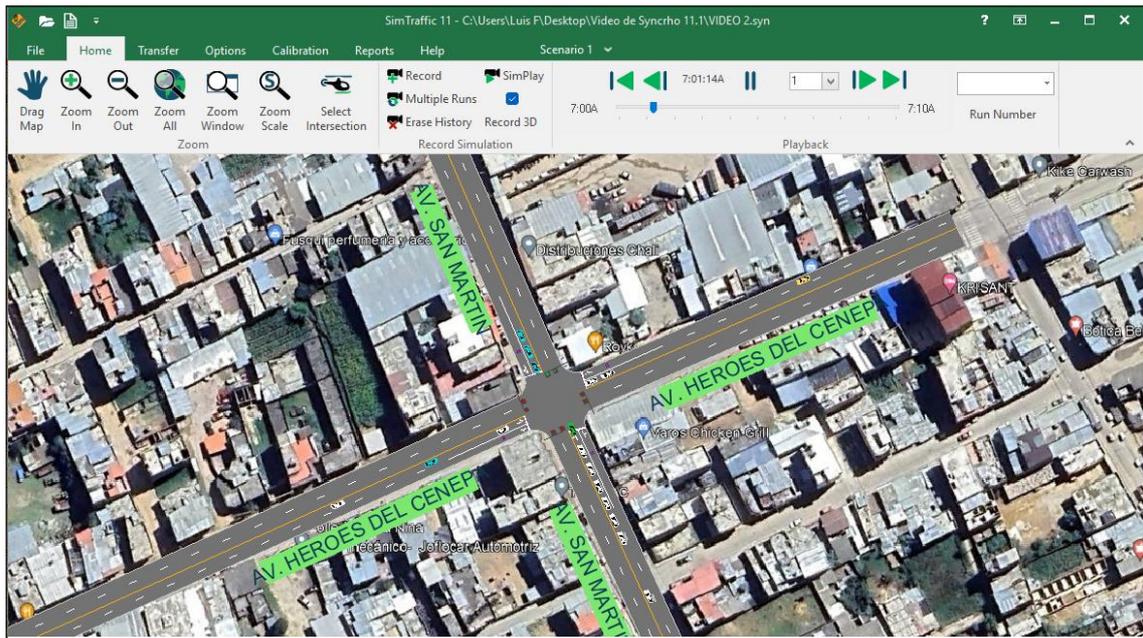


Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.8 Simulación con Sim Traffic 11.1.

Con la herramienta Sim Traffic se realiza la simulación.

Figura 20: Simulación con la herramienta Sim Traffic en synchro 11.1



Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.2.10.9 Ajuste de la Demanda.

Synchro divide los volúmenes de tráfico en vehículos por hora entre el Factor de Hora Pico (FHP) para determinar la tasa de flujo en 15 minutos más cargado durante el periodo de análisis de una hora, tal cual es indicado por el HCM.

### 2.2.10.10 Ajuste de la Oferta.

Para la estimación de la oferta en intersecciones semaforizadas, conforme a lo indicado en el manual de usuario del programa Synchro 11.1, el flujo de saturación se calcula a través de la fórmula del HCM 2010 la cual se representa en la Ecuación (33)

$$S = S_0 N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} \quad \dots \text{ Ecuación (33)}$$

Las definiciones de todos los valores de la Ecuación (33), es igual a los valores que se presentan en la Ecuación (12), la única variación es el valor de  $N$  que significa el número de carriles por grupo. Esta diferencia del programa Synchro con la metodología HCM 2010 podría traer variaciones en los resultados del flujo saturación al comparar las respuestas.

Otra de las diferencias encontradas en el ajuste de la oferta en intersecciones semaforizadas es el criterio utilizado por el Synchro para el cálculo del factor utilización de carril (fLU) con respecto a la metodología HCM 2010. Para el cálculo de este factor este programa utiliza los valores indicados en la Tabla 10 según el movimiento del grupo de carriles. Un valor igual a uno (1) indica uniformidad en la distribución del flujo vehicular en todos los carriles. Valores menores a uno indican que todos los carriles no funcionan a plena capacidad, lo cual afecta directamente en el cálculo del flujo de saturación del acceso. (Trafficware, 2020).

Para el cálculo de los factores de ajuste en intersecciones semaforizadas por giro a la izquierda (fLT) y giro a la derecha (fRT), Synchro utiliza la metodología HCM 2010. Esta diferencia en la aplicación de criterios para el cálculo de factores de reducción por giro entre el programa Synchro y el HCM 2010 podría traer incompatibilidades al comparar los resultados del flujo de saturación.

Tabla 10: Factor de utilización de carriles

<b>Movimiento de Grupo de Carriles</b>	<b>Número de Carriles</b>	<b>Factor de Utilización de carriles</b>
Directo o Compartido	1	1
Directo o Compartido	2	0.95
Directo o Compartido	3	0.91
Directo o Compartido	4+	0.86
Izquierda	1	1
Izquierda	2	0.97
Izquierda	3+	0.94
Derecha	1	1
Derecha	2	0.88
Derecha	3	0.76

Fuente: Trafficware (2020)

Para factores de ajuste a la derecha (fRT), Synchro utiliza las siguientes ecuaciones:

Para carriles exclusivos:

$$S = fRT = 0.85 \quad \dots \text{ Ecuación (34)}$$

Para carriles compartidos:

$$f_{RT}=1-0.15P_{RT} \quad \dots \text{ Ecuación (35)}$$

Para accesos con un solo carril compartido:

$$f_{RT}=1-0.135P_{RT} \quad \dots \text{ Ecuación (36)}$$

Donde:

$P_{RT}$  = Proporción de vehículos que giran a la derecha en el grupo de carriles

Para factores de ajuste a la izquierda ( $f_{LT}$ ), Synchro utiliza las siguientes ecuaciones:

Para carriles exclusivos:

$$f_{LT}=0.95 \quad \dots \text{ Ecuación (37)}$$

Para carriles compartidos:

$$f_{LT}= 1/ (1+0.05 P_{LT}) \quad \dots \text{ Ecuación (38)}$$

Donde:

$P_{LT}$  = Proporción de vehículos que giran a la Izquierda en el grupo de carriles.

En cuanto a la estimación de la demanda para intersecciones no semaforizadas administradas por señales de pare y rotondas, según el manual de usuario el Synchro utiliza las mismas formulas del HCM 2010. Esto nos indica que este programa está diseñado para analizar la operación en intersecciones semaforizadas con su propia metodología. Si se analiza otro tipo de intersección, Synchro calcula los niveles de servicio utilizando la metodología establecida por el HCM sin cuestionarla.

#### **2.2.10.11 Cálculo de la capacidad.**

Para el cálculo de la relación volumen-capacidad (v/c), Synchro incorpora todos los ajustes y estimaciones del HCM 2010 y HCM 2000, pero adicionalmente provee un método alternativo denominado ICU que significa utilización de la capacidad de la intersección.

Para Synchro el ICU da una idea de cómo está funcionando una intersección y cuánta capacidad adicional está disponible para manejar las fluctuaciones e incidentes del tráfico. ICU no es un valor que se pueda medir con tiempo, pero da una buena lectura de las condiciones que se pueden esperar en la intersección. (Trafficware, 2014)

ICU utiliza rangos desde la letra A hasta letra H para medir los niveles de servicio, esto con el objetivo de diferenciar aún más las condiciones de operación del sistema analizado. En la Tabla 11, se muestran los valores utilizados para medir los niveles de servicio ICU. Los valores menores al 100% indican que la intersección tiene aún una capacidad adicional mientras que valores mayores indican que la intersección está por encima de la capacidad.

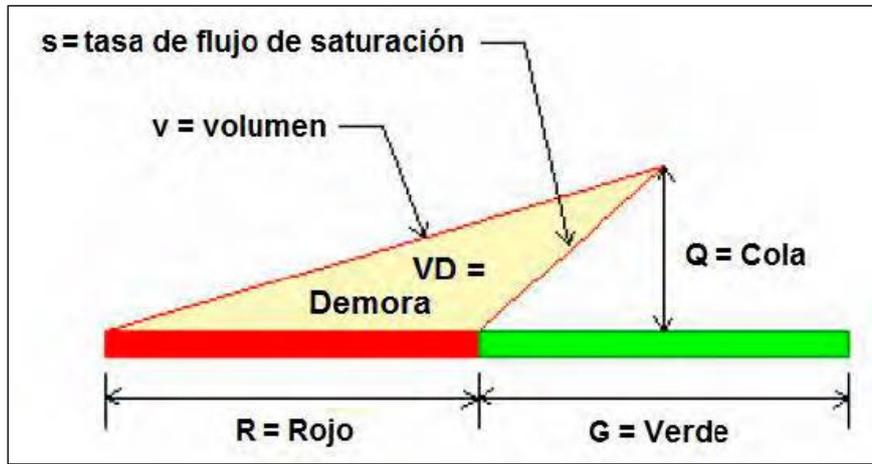
Tabla 11: Niveles de Servicio criterio de Análisis ICU.

ICU	Nivel de Servicio
0 a 55%	A
> 55% a 64%	B
> 64% a 73%	C
> 73% a 82%	D
> 82% a 91%	E
> 91 a 100%	F
> 100% a 109%	G
> 109%	H

Fuente: Trafficware (2020)

**Demoras.** Para el cálculo de la demora en intersecciones semaforizadas Synchro utiliza el método de la demora percentil. Este método está diseñado para modelar intersecciones administradas por semáforos coordinados y actuados. La Figura 21, explica el método de demora percentil en donde el área del triángulo representa la demora promedio para un grupo de carriles en una intersección semaforizada y la altura representa la máxima extensión de la cola (Trafficware, 2020).

Figura 21: Vehículos en cola en una intersección semaforizada



Fuente: Trafficware (2020)

De esta forma el Synchro utiliza este criterio para deducir la fórmula de la demora uniforme ( $dp$ ), la cual se presenta en la Ecuación (39).

$$dp = 0.5 C [1 - (g/C)]^2 [1 - X(gC)] \quad \dots \text{Ecuación (39)}$$

Donde:

$dp$  = Demora uniforme por vehículo, para el escenario percentil “p” (s/veh.)

$X$  = Grado de Saturación (Ecuación 2.24)

$C$  = Longitud del Ciclo semafórico (s)

$g$  = Tiempo de verde efectivo (s)

#### 2.2.10.12 Definición de términos básicos <sup>10</sup>

**Avenida:** Calle ancha de doble sentido con calzadas separadas por una berma central. Las vías arteriales y colectoras reciben el nombre de avenidas.

**Aforo:** Se denomina aforo al proceso de medir la cantidad de vehículos y/o peatones que pasan por un tramo en una carretera en una unidad de tiempo.

**Calle:** en el sentido más genérico es una vía pública en la zona urbana, con ingreso y salida, destinada al tránsito de peatones y/o vehículos.

**Calzada:** es la parte de la sección de la vía, destinada a la circulación exclusiva del vehículo, también conocido como superficie de rodadura.

<sup>10</sup> manual de diseño geométrico de vías urbanas - 2005 ICG

**Capacidad vial:** Es el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la vía y el tránsito. Asumiendo que no hay influencia del tránsito más adelante, dentro del punto en análisis.

**Conductor:** es la persona que tiene a su cargo el movimiento y dirección de un vehículo, con o sin motor, generalmente se le llama chofer.

**Congestionamiento:** Período de tiempo en el cual los vehículos deben parar al no poder circular, debido al demasiado tránsito vehicular, siendo cero la velocidad y el volumen.

**Densidad:** La densidad es el número de vehículos que ocupa cierta longitud dada de una carretera o carril y generalmente se expresa como vehículos por kilómetro (veh/km).

**Flujo ininterrumpido:** Circulación de vehículos en las carreteras donde no existen intersecciones con semáforos o con señales de alto.

**Flujo interrumpido:** Circulación de vehículos en las carreteras donde existen intersecciones como semáforos o señales de alto y es utilizado para el tránsito urbano.

**Flujo libre:** Son las condiciones que se dan cuando la densidad y el volumen son bajas y la velocidad alta.

**Periodo pico:** Período de tiempo en la cual el tránsito llega a su volumen más alto. Puede ser en períodos de una hora en cuyo caso se denomina hora pico.

**Nivel de servicio:** Un nivel de Servicio (LOS) es una designación que describe un rango operativo sobre un tipo particular de una carretera.

**Tránsito:** Es el flujo vehicular sobre una vía pública.

**TPDA:** Tránsito Promedio Diario Anual. Es el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.

**Vehículo:** artefacto que sirve para transportar personas o cargas, impulsado por su propio motor, tracción o fuerza humana

**Velocidad:** La velocidad es definida como una razón de movimiento, en distancia por unidad de tiempo, generalmente como kilómetros por hora (km/h).

**Velocidad de recorrido:** Es aquella medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje de los vehículos pasando por una sección de la carretera en una longitud conocida.

**Velocidad promedio de viaje:** Es una medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje en una longitud dada de una vía. Se calcula como la longitud del segmento dividido entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento, incluyendo todos los tiempos de demora por paradas.

**Velocidad espacial:** Es definida como la velocidad promedio de todos los vehículos, ocupando una sección dada de la carretera sobre un período específico de tiempo.

**Volumen Horario:** Se define como la cantidad de vehículos que circulan en un tramo durante una hora, si no se tiene el dato de la hora se hace el cálculo según el período que se tenga calculado.

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

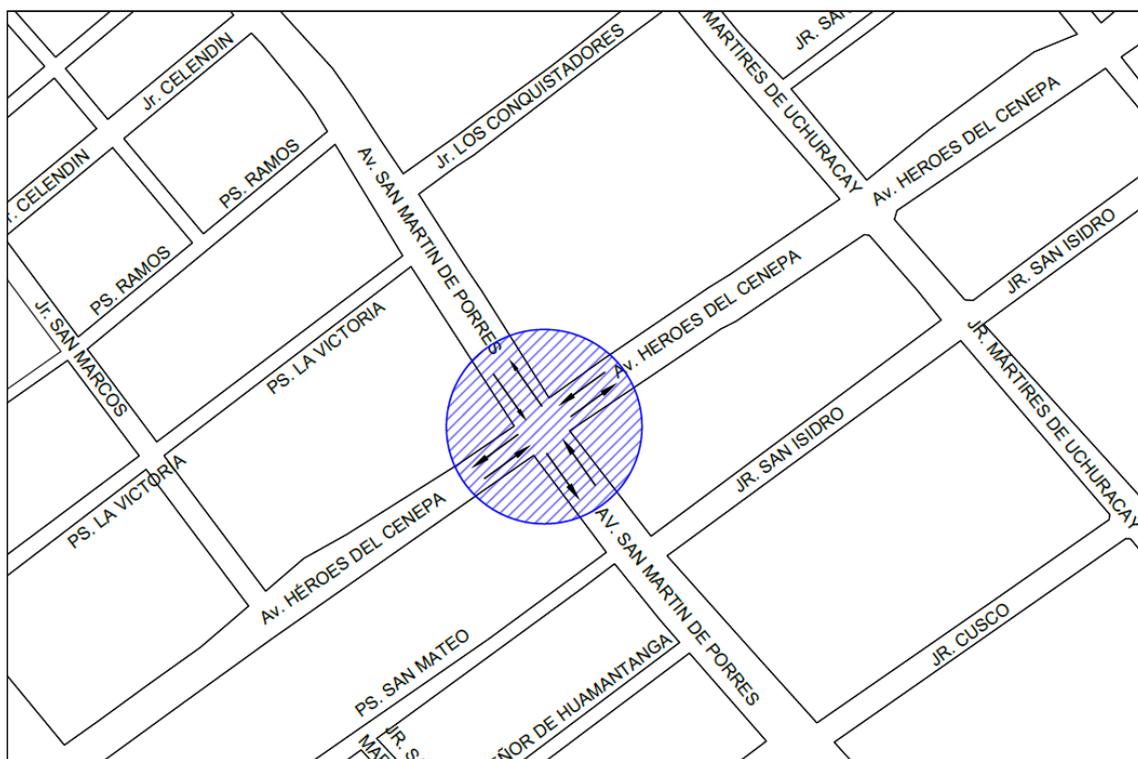
### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La investigación se realizó en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, en la intersección semaforizada de la avenida San Martín y avenida Héroes del Cenepa.

#### 3.1.1 Zona de estudio:

La zona de estudio para el análisis es la avenida San Martín y avenida Héroes del Cenepa. El análisis se realizará aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro 11.1.

Figura 22: Ubicación geográfica de la intersección semaforizada en estudio



Fuente: Plano catastral de Cajamarca 2016

Tabla 12: Coordenadas UTM de la intersección semaforizada, (DATUM WGS 84-ZONA 17SUR)

INTERSECCIÓN	SEMÁFOROS	COORDENADAS UTM WGS 84-ZONA 17SUR		
		ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)
Avenida San Martín y Héroes del Cenepa	S-01	776612.82	9205875.61	2725.11
	S-02	776634.24	9205844.34	2724.50
	S-03	776608.70	9205850.62	2725.10
	S-04	776638.52	9205871.79	2724.44

Tabla 13: Coordenadas geográficas de la intersección semaforizada.

INTERSECCIÓN	SEMÁFOROS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
		LATITUD	LONGITUD	COTA (m)
Avenida San Martín y Héroes del Cenepa	S-01	7°10'38.94"S	78°29'43.56"O	2725.11
	S-02	7°10'39.95"S	78°29'42.84"O	2724.50
	S-03	7°10'39.76"S	78°29'43.69"O	2725.10
	S-04	7°10'39.07"S	78°29'42.71"O	2724.44

### 3.2 TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en el año 2023, la toma de datos se llevó a cabo del 06 al 10 de marzo del año 2023 de lunes a viernes, entre las 6:30 am – 8:00 pm en intervalos de 15 minutos, en cuatro puntos estratégicos de la intersección semaforizada, seguidamente se realizó el levantamiento topográfico.

En la Figura 23 Muestra la ubicación de los cuatro puntos estratégicos para el aforo vehicular.

Figura 23: Visualización de los puntos estratégicos para el aforo.



Fuente: (Elaboración Propia)

### **3.3 MATERIALES Y EQUIPO**

- **Materiales:** Material de escritorio, ficha de aforo vehicular.
- **Equipo:** Computadora, wincha, cámara fotográfica, GPS Diferencial Trimble R8s.
- **Programas:** Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD 2023, synchro traffic 11.1.

### **3.4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:**

#### **3.4.1 Tipo de Investigación:**

La investigación que se realizó es de tipo Cuantitativa. Ya que se recogió datos de campo y se procesó en hojas de cálculo para determinar la capacidad vial y nivel de servicio.

#### **3.4.2 Nivel de Investigación:**

El nivel de Investigación que se realizó fue Descriptivo, ya que se describió situaciones y eventos. También se especificó las características y la geometría de la vía, como anchos de carril, pendientes, características de funcionamiento, capacidad vial y nivel de servicio.

#### **3.4.3 Población de estudio:**

- Para la presente investigación la población es todas las intersecciones de la ciudad de Cajamarca.

#### **3.4.4 Muestra:**

- Se ha considerado la intersección semaforizada en La Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroe del Cenepa, de la ciudad de Cajamarca.

#### **3.4.5 Unidad de análisis:**

- La unidad de análisis es la capacidad y el nivel de servicio.

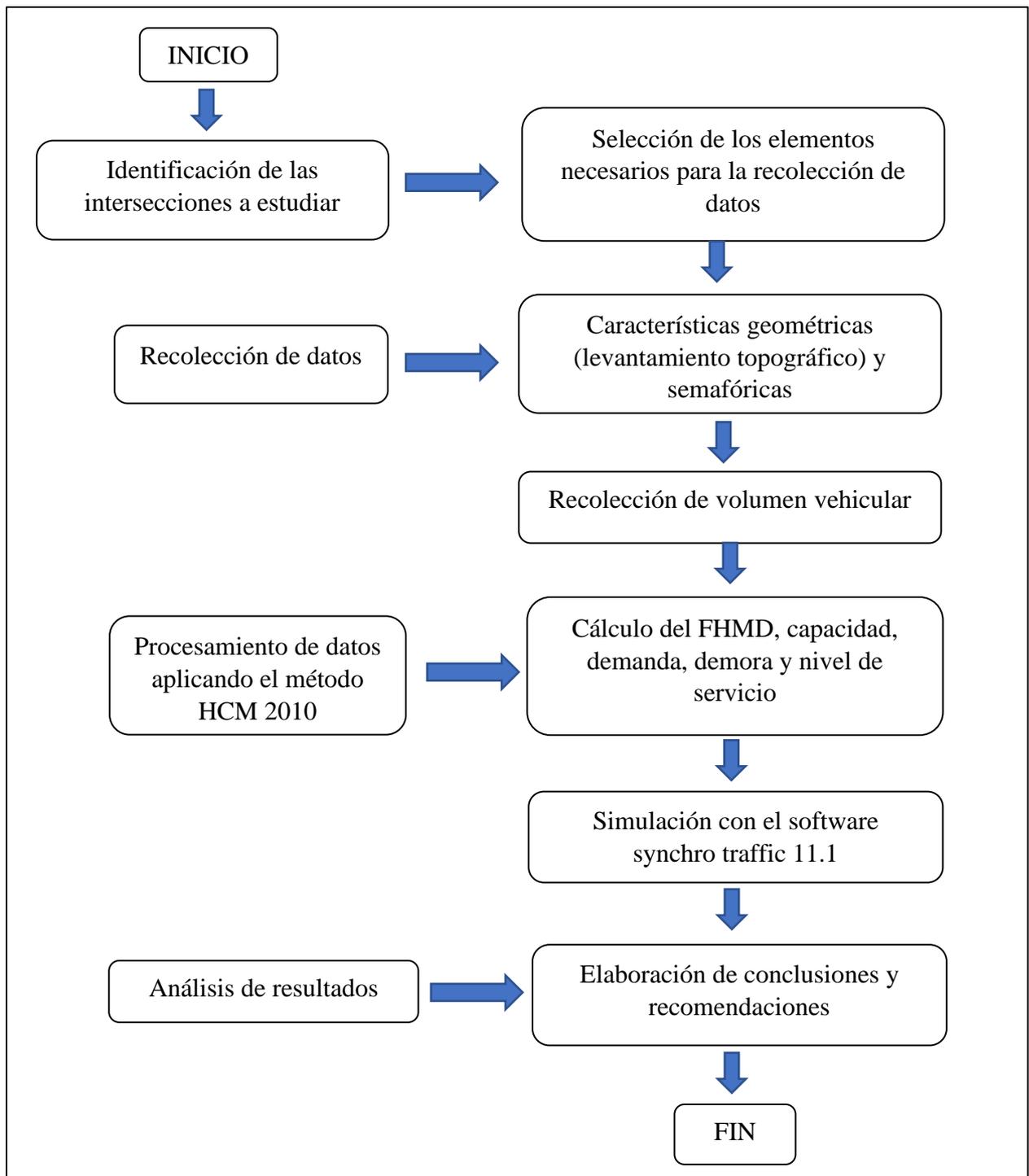
#### **3.4.6 Método de Investigación:**

En la investigación se empleó el método hipotético - deductivo, ya que se observó el fenómeno a estudiar en la intersección seleccionada y se creó una hipótesis, la cual fue verificada y comprobada en el transcurso de la investigación.

### 3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para elaborar la presente tesis es necesario la recolección de datos, para lo cual se planteó un esquema de trabajo dividida en cuatro etapas, las mismas que están en secuencia, desde la recolección de datos hasta el resultado final. así como se detalla en la Figura 24

Figura 24: Esquema metodológico



Fuente: (Elaboración Propia)

### **3.6 PROCEDIMIENTO.**

Para poder aplicar la metodología del HCM 2010, es importante para investigación la recolección de datos. El cual se detalla a continuación.

La investigación se realizó en el año 2023, la toma de datos se llevó a cabo del 06 al 10 de marzo del año 2023 de lunes a viernes, entre las 6:30 am – 8:00 pm en intervalos 15 minutos, en cuatro puntos estratégicos de la intersección semaforizada.

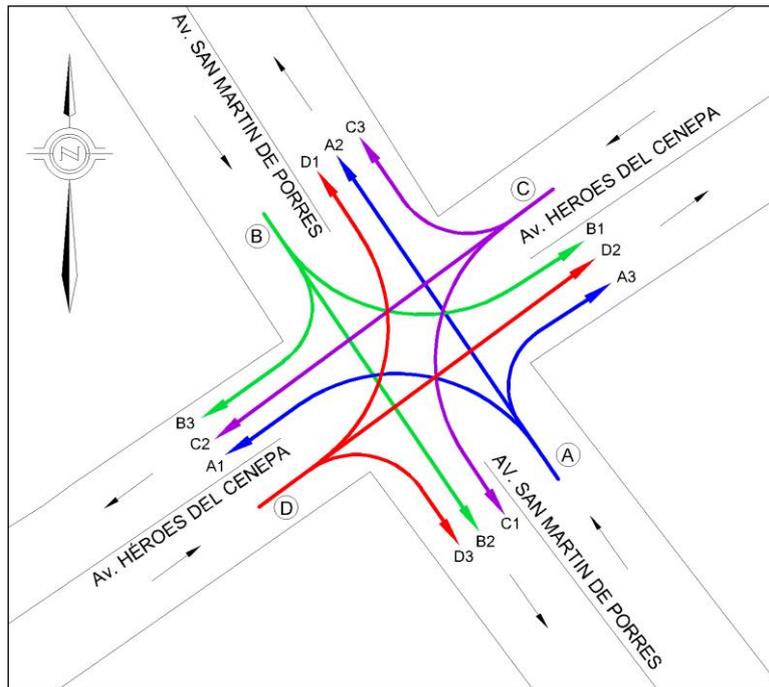
- La toma de datos se llevó a cabo del 06 al 10 de marzo del año 2023 de lunes a viernes, durante trece horas y media, de 6:30 am – 8:00 pm en intervalos 15 minutos, en puntos estratégicos de la intersección semaforizada, el aforo vehicular se realizó manualmente mediante el uso de formatos de campo.
- La toma de datos del ciclo del semáforo, se realizó empleando un cronometro de mano, para la estimación de los tiempos reales de la longitud del ciclo, tiempos de verde y demás intervalos del semáforo.
- Para la recolección de datos de las condiciones geométricas de la intersección se realizó el levantamiento topográfico

#### **3.6.1 Identificación de las intersecciones a estudiar**

En la intersección ubicada en la Av. San Martín de Porres y Av. Héroes del Cenepa se identificó el flujo vehicular de circulación, utilizando la metodología del HCM 2010, y codificación de los grupos de carril, para facilitar el análisis de datos.

En la Figura 25, se indica los flujos vehiculares, los mismos que están agrupado por colores para su análisis.

Figura 25: Flujo vehicular: Av. San Martín de Porres – Av. Héroes del Cenepa.



Fuente: (Elaboración Propia)

Para realizar el procesamiento de datos y determinar la capacidad vehicular y nivel de servicio, el manual de capacidad de carreteras 2010 establece lo siguiente:

- Establecer el aforo vehicular.
- Establecer el Ciclo semafórico.
- Establecer las características geométricas.

### 3.6.2 Recolección de datos.

#### 3.6.2.1 Características geométricas de la intersección semaforizada.

Para poder recolectar los datos y determinar las características geométricas de la intersección, es necesario el levantamiento topográfico de la intersección, en la Figura 26 se muestra las imágenes del levantamiento topográfico, estos datos son necesarios para determinar el nivel de servicio de dicha intersección, así como para la simulación con el software synchro traffic. en la Tabla 14 se muestra las pendientes y ancho de carril de cada vía, número de carriles y sentido.

Figura 26: Imágenes del trabajo de levantamiento topográfico.

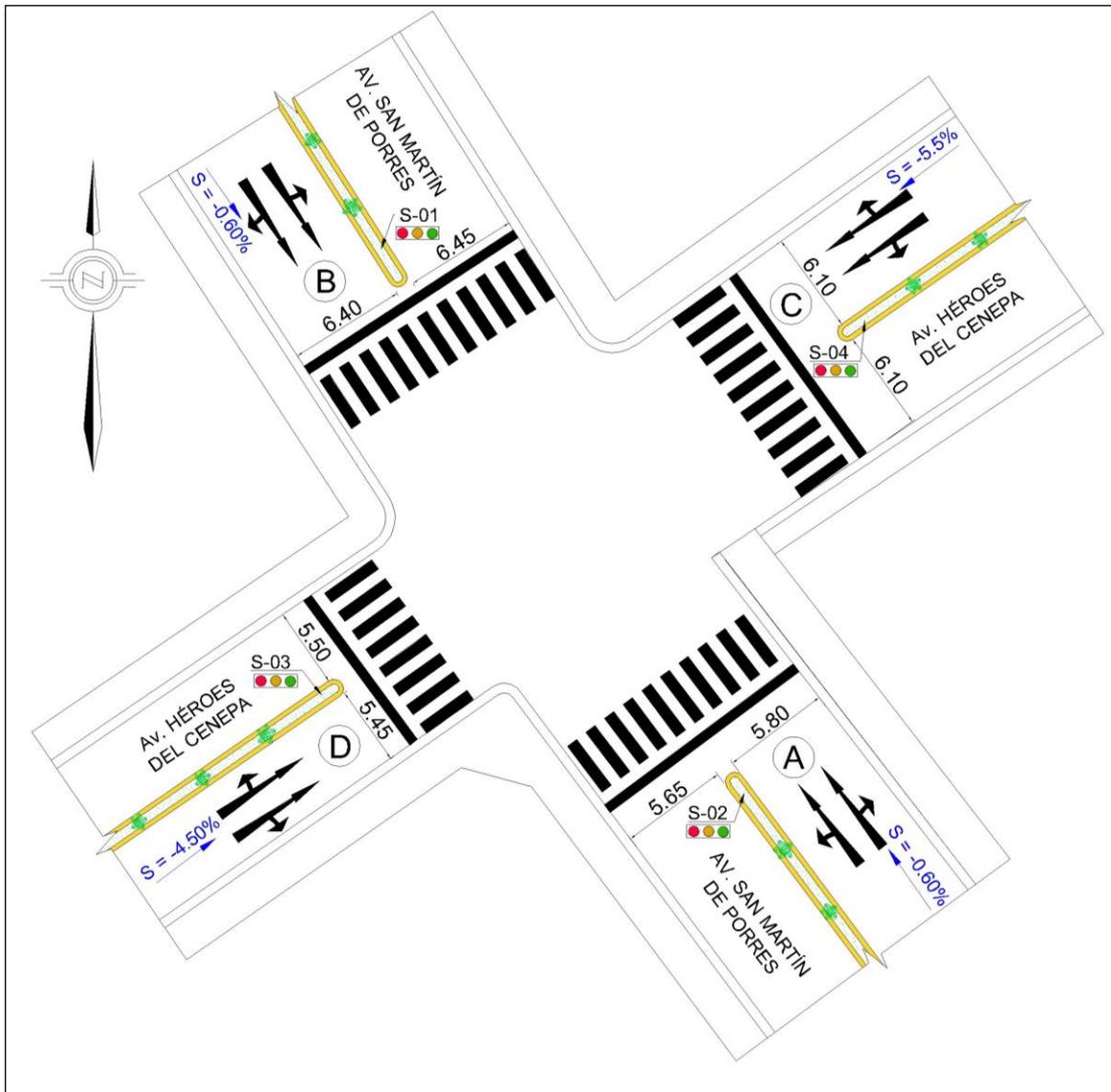


Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 14: Características geométricas de las vías en estudio

<b>TESIS:</b>	“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL HCM 2010 Y SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE SYNCHRO PLUS 11.1. EN LA INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA EN LA AV. SAN MARTÍN DE PORRES Y AV. HÉROES DEL CENEPa DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”					
<b>TESISTA:</b>	Bach. Luis Antonio Flores Lozano					
<b>INTERSECCIÓN</b>	<b>VÍA</b>	<b>ACCESO</b>	<b>PENDIENTE</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>Nº CARRILES</b>	<b>ANCHO DE CARRIL</b>
1	Av. San Martín de Porres	A	-0.60%	SO - NE	2	2.90 m
	Av. San Martín de Porres	B	-0.60%	NE - SO	2	3.20 m
	Av. Héroes del Cenepa	C	+5.50%	NO - SE	2	3.05 m
	Av. Héroes del Cenepa	D	-4.50%	SE - NO	2	2.73 m

Figura 27: Características geométricas de la intersección semaforizada.

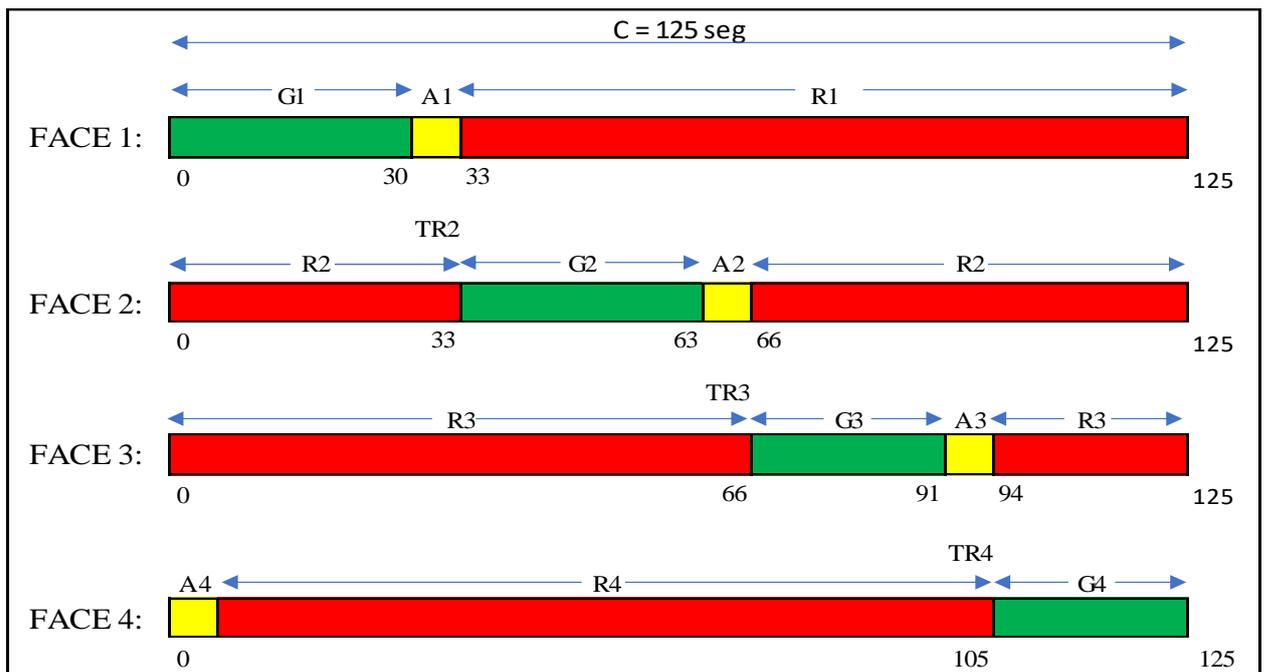


Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.2.2 Tiempo del semáforo.

Para determinar el ciclo de los semáforos de las cuatro fases de la intersección en la Av. San Martín de Porres y Av. Héroes del Cenepa, y sus tiempos respectivos se utilizó un cronometro el cual nos ayudara a determinar los tiempos de demora.

Figura 28: Diagrama de fases de los semáforos en la intersección.



Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.2.3 Volumen vehicular.

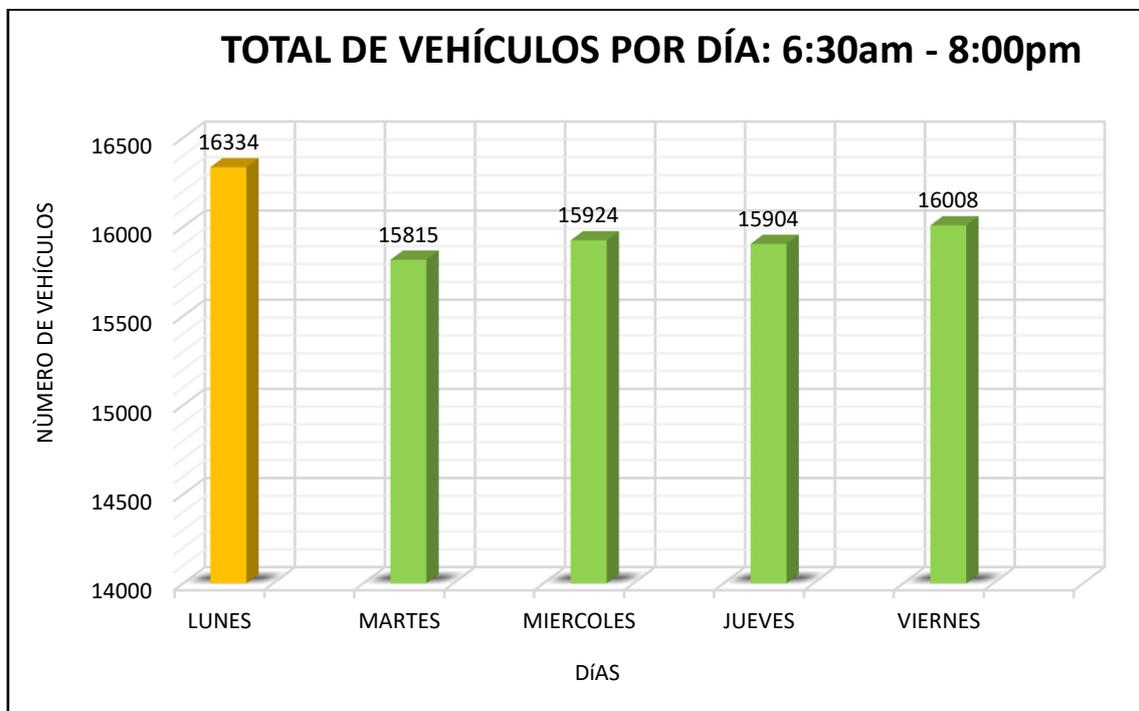
El volumen vehicular se determina para poder realizar un análisis de la capacidad y nivel de servicio en la intersección de estudio. Se realizó un aforo manual de los distintos tipos de vehículos. Para lo cual se ubicó un punto de aforo donde se realizó el conteo en intervalos de 15 minutos entre las 6:30 am y 8:00 pm. Donde se detalla en el anexo 03

### 3.6.2.3.1 Variación diaria de vehículos.

La Figura 29 muestra el total de vehículos observados en los cinco días de aforo en el horario de 6:30 am – 8:00 pm, obteniendo el día lunes un mayor aforo vehicular con 16334. Así también muestra que el miércoles es el día con menor congestión vehicular, sin embargo, no mucha la diferencia.

El lunes es el día que tiene mayor cantidad de vehículos, es por ello que de este día se obtendrá el volumen horario de máxima demanda (VHMD). Así como se detalla en el anexo 3

Figura 29: Histograma de vehículos por día.

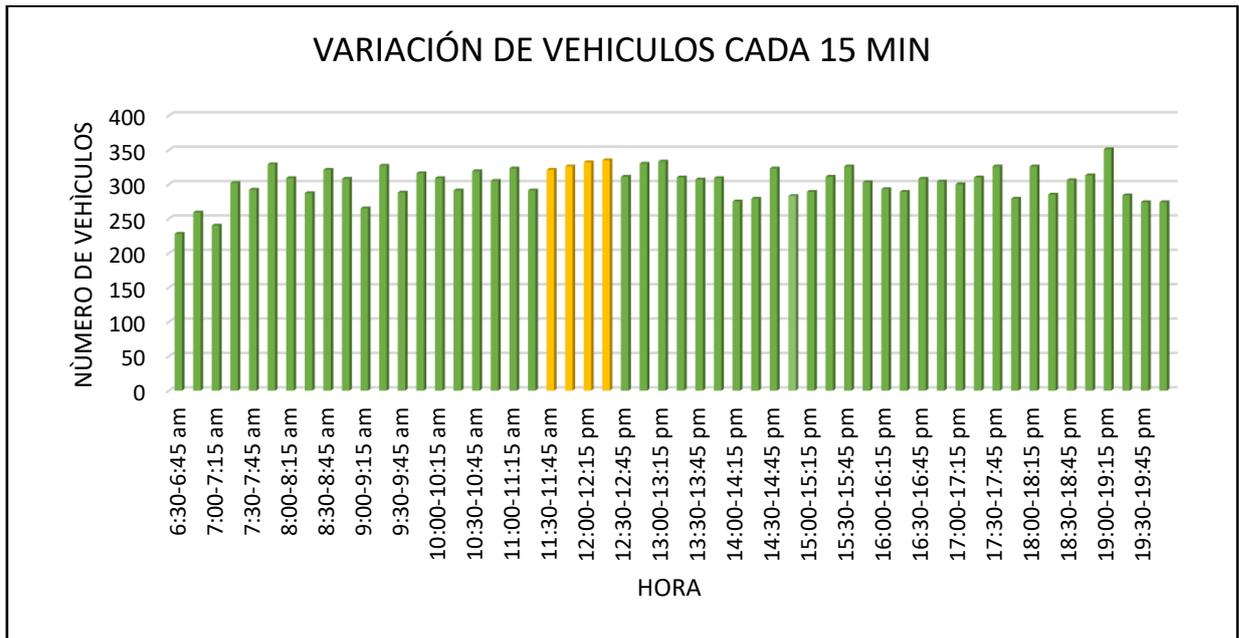


Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.2.3.2 Volumen total de vehículos en la hora de máxima demanda.

Es importante conocer el volumen horario de máxima demanda (VHMD), en la Figura 30 se muestra los vehículos que transitan durante el día de 6:30 am hasta las 8:00 pm, en intervalos de 15min, así como se muestra en el anexo3

Figura 30: Variación horaria de vehículos cada 15 minutos



Fuente: (Elaboración Propia)

En la Figura 30 muestra la hora de máxima demanda está entre las 11:30 am hasta las 12:30 pm, la Tabla 15 muestra el total de vehículos en la hora punta en intervalos de 15 minutos que pasan por cada carril, así como la suma de vehículos agrupados según su flujo; alcanzando un VHMD de 1314 vehículos.

Tabla 15: Total de vehículos en la hora punta

HORAS DE CONTROL	TOTAL	TOTAL A1+A2+A3	TOTAL B1+B2+B3	TOTAL C1+C2+C3	TOTAL D1+D2+D3
11:30 - 11:45	321	97	109	68	47
11:45 - 12:00	326	93	112	52	69
12:00 - 12:15	332	89	110	80	53
12:15 - 12:30	335	90	129	64	52
<b>VHMD</b>	<b>1314</b>	<b>369</b>	<b>460</b>	<b>264</b>	<b>221</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 16: Total de vehículos por flujo

<b>FLUJO</b>	<b>VHMD</b>
A1	20 veh
A2	326 veh
A3	23 veh
B1	138 veh
B2	258 veh
B3	64 veh
C1	32 veh
C2	161 veh
C3	71 veh
D1	64 veh
D2	138 veh
D3	19 veh
<b>VHMD</b>	<b>1314 veh</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

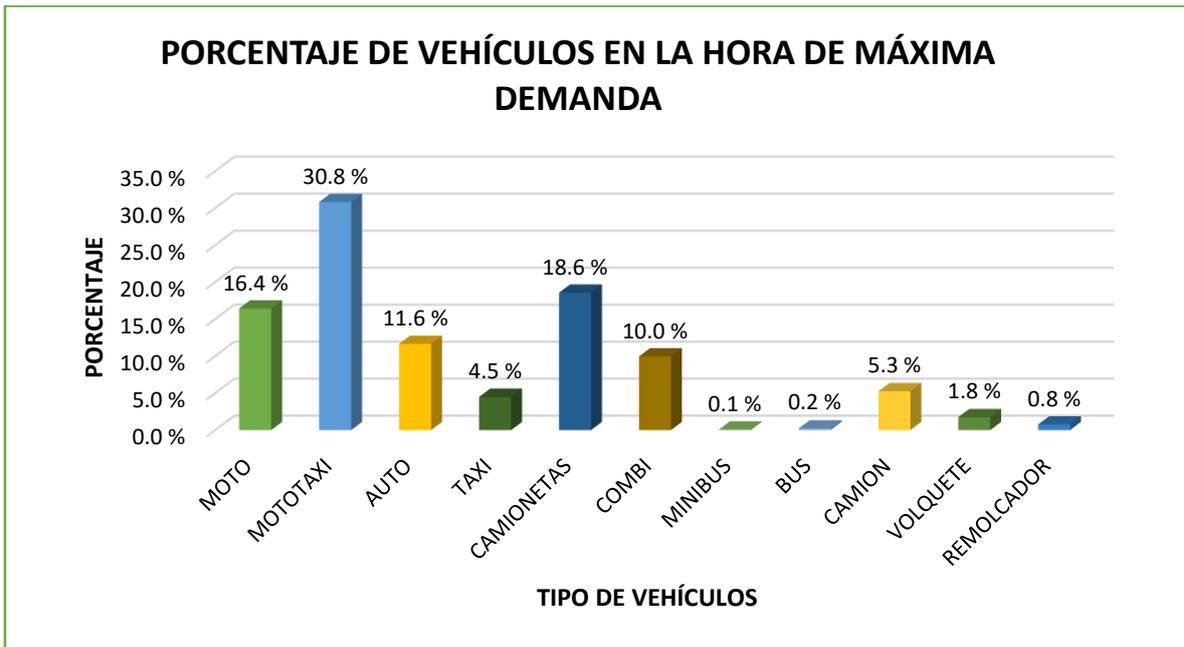
En Tabla 16 indica el volumen total de vehículos en la hora punta agrupado por flujo, sumados se obtiene el total de vehículos en la hora punta. Así mismo la Tabla 17 indica el volumen de vehículos según el tipo.

Tabla 17: Total de vehículos

<b>TOT. VEH MIX</b>	<b>1314 veh</b>
MOTO	216 veh
MOTOTAXI	405 veh
AUTO	153 veh
TAXI	59 veh
CAMIONETAS	244 veh
COMBI	131 veh
MINIBUS	1 veh
BUS	3 veh
CAMION	69 veh
VOLQUETE	23 veh
REMOLCADOR	10 veh

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura 31: Histograma de variación de vehículos durante la hora pico



Fuente: (Elaboración Propia)

La Figura 31 muestra los porcentajes de los vehículos según el tipo en la hora de máxima demanda, indicando que los mototaxis son los vehículos que predominan con el 30.8% del total en intersección.

### 3.6.2.3.3 Factor horario de máxima demanda de la intersección.

Para determinar el factor horario de máxima demanda de la intersección, reemplazamos los datos utilizando la Ecuación (10).

$$FHMD = \frac{1314}{4 * 335}$$

$$FHMD = 0.9806$$

### 3.6.3 Determinación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010

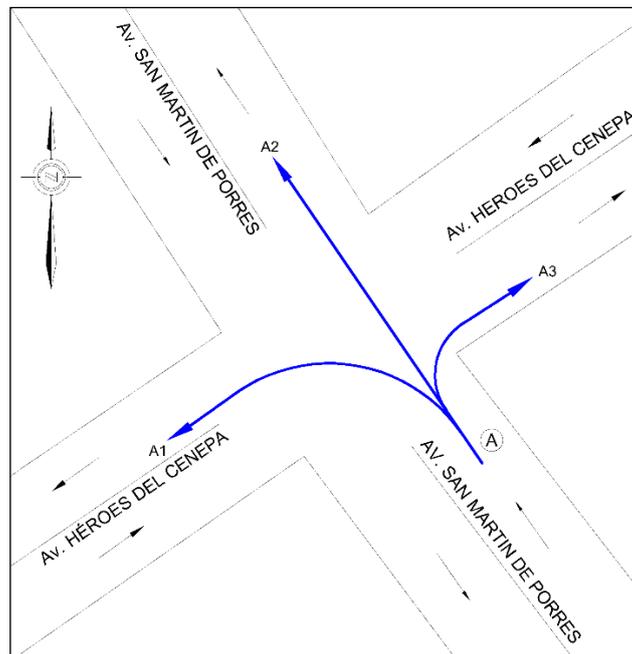
Para determinar la capacidad vehicular y el nivel de servicio en la intersección se realizó de acuerdo como indica el HCM 2010, se siguen los siguientes pasos.

#### 3.6.3.1 Determinación de FHMD de cada grupo de carril.

Se utilizará la agrupación por carriles en la intersección semaforizada para determinar el FHMD.

## Grupo carril A.

Figura 32: Grupo de carril (A1+A2+A3)



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 18: Grupo de carril: A1+A2+A3

A1	20	IZQUIERDA
A2	326	FRENTE
A3	23	DERECHA

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 19: Tipo de vehículo en el carril A

GRUPO DE CARRIL A1+A2+A3		PORCENTAJE
TOT. VEH MIX	369	100 %
MOTO	66	17.9 %
MOTOTAXI	135	36.6 %
AUTO	26	7.0 %
TAXI	21	5.7 %
CAMIONETAS	51	13.8 %
COMBI	51	13.8 %
MINIBUS	0	0.0 %
BUS	0	0.0 %
CAMION	16	4.3 %
VOLQUETE	1	0.3 %
REMOLCADOR	2	0.5 %

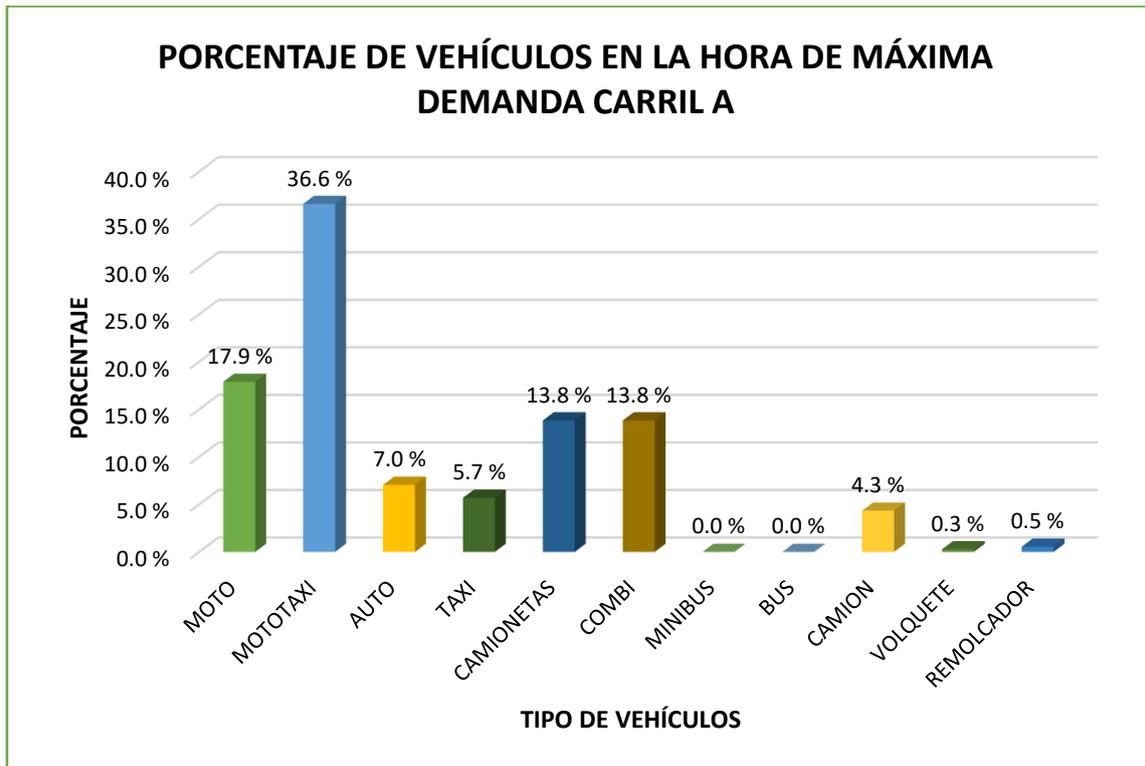
Fuente: (Elaboración Propia)

Para determinar el **factor horario de máxima demanda** de la intersección, reemplazamos los datos utilizando la Ecuación (10).

$$FHMD = \frac{369}{4 * 97}$$

$$FHMD = 0.9510$$

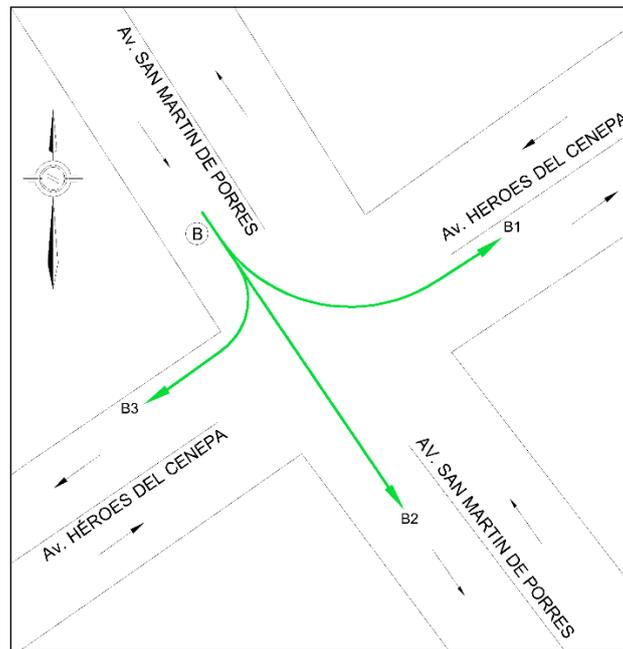
Figura 33: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril A.



Fuente: (Elaboración Propia)

## Grupo carril B.

Figura 34: Grupo de carril (B1+B2+B3)



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 20: Grupo de carril: B1+B2+B3

B1	138	IZQUIERDA
B2	258	FRENTE
B3	64	DERECHA

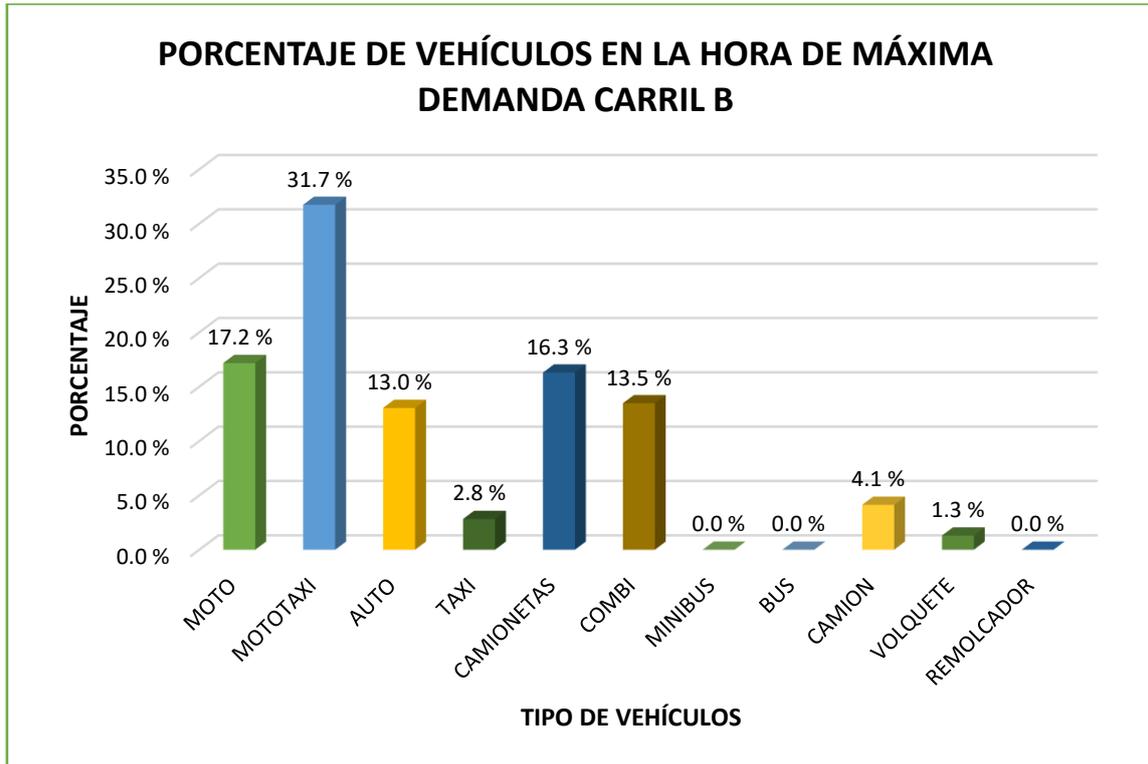
Tabla 21: Tipo de vehículo en el carril B

GRUPO DE CARRIL B1+B2+B3		PORCENTAJE
TOT. VEH MIX	460	100 %
MOTO	79	17.2 %
MOTOTAXI	146	31.7 %
AUTO	60	13.0 %
TAXI	13	2.8 %
CAMIONETAS	75	16.3 %
COMBI	62	13.5 %
MINIBUS	0	0.0 %
BUS	0	0.0 %
CAMION	19	4.1 %
VOLQUETE	6	1.3 %
REMOLCADOR	0	0.0 %

Para determinar el **factor horario de máxima demanda** de la intersección, reemplazamos los datos utilizando la Ecuación (10).

$$FHMD = \frac{460}{4 * 129}$$
$$FHMD = 0.8915$$

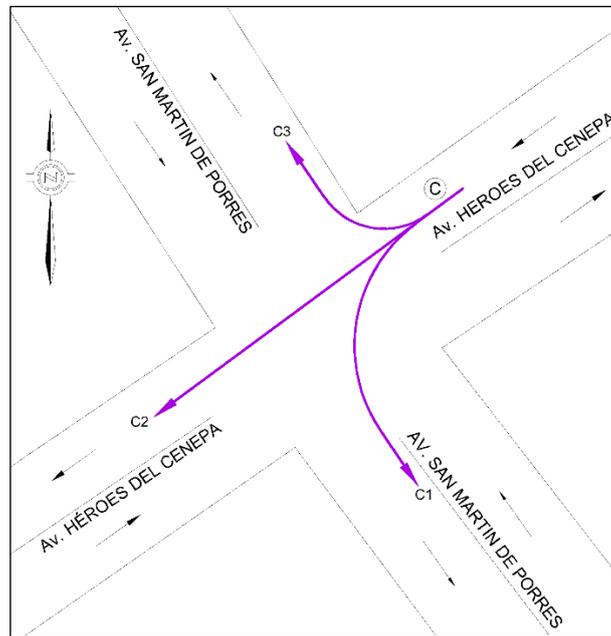
Figura 35: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril B.



Fuente: (Elaboración Propia)

## Grupo carril C.

Figura 36: Grupo de carril (C1+C2+C3)



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 22: Grupo de carril: C1+C2+C3

C1	32	IZQUIERDA
C2	161	FRENTE
C3	71	DERECHA

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 23: Tipo de vehículo en el carril C

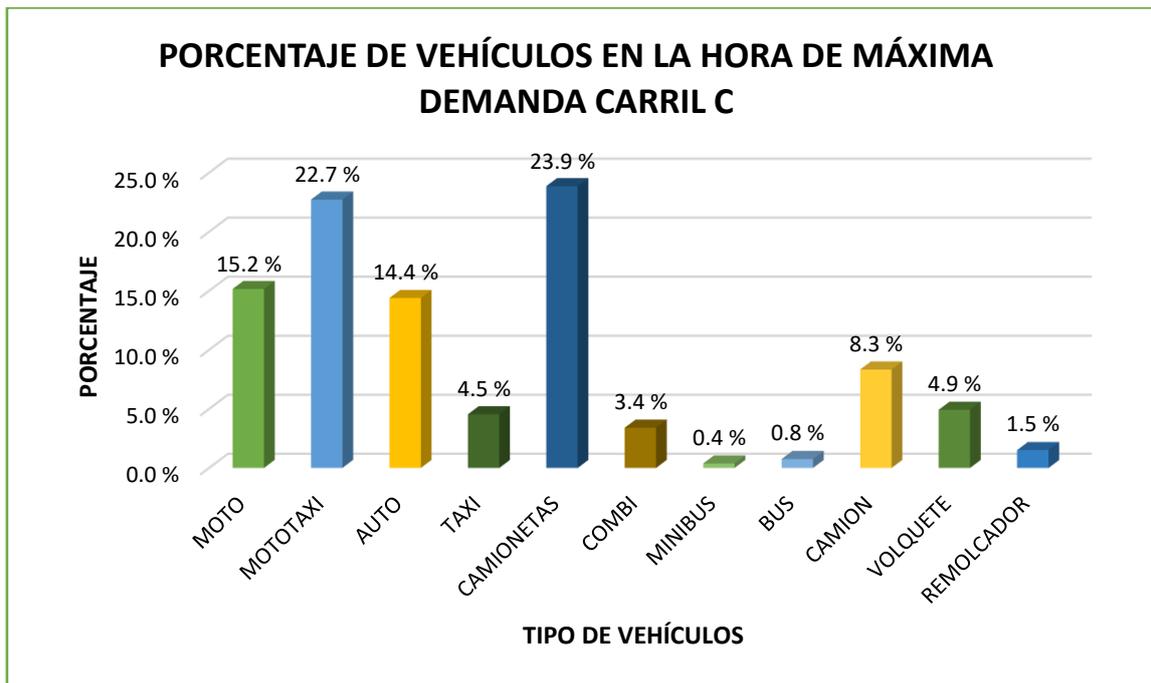
GRUPO DE CARRIL C1+C2+C3		PORCENTAJE
TOT. VEH MIX	264	100 %
MOTO	40	15.2 %
MOTOTAXI	60	22.7 %
AUTO	38	14.4 %
TAXI	12	4.5 %
CAMIONETAS	63	23.9 %
COMBI	9	3.4 %
MINIBUS	1	0.4 %
BUS	2	0.8 %
CAMION	22	8.3 %
VOLQUETE	13	4.9 %
REMOLCADOR	4	1.5 %

Fuente: (Elaboración Propia)

Para determinar el **factor horario de máxima demanda** de la intersección, reemplazamos los datos utilizando la Ecuación (10).

$$FHMD = \frac{264}{4 * 80}$$
$$FHMD = 0.8250$$

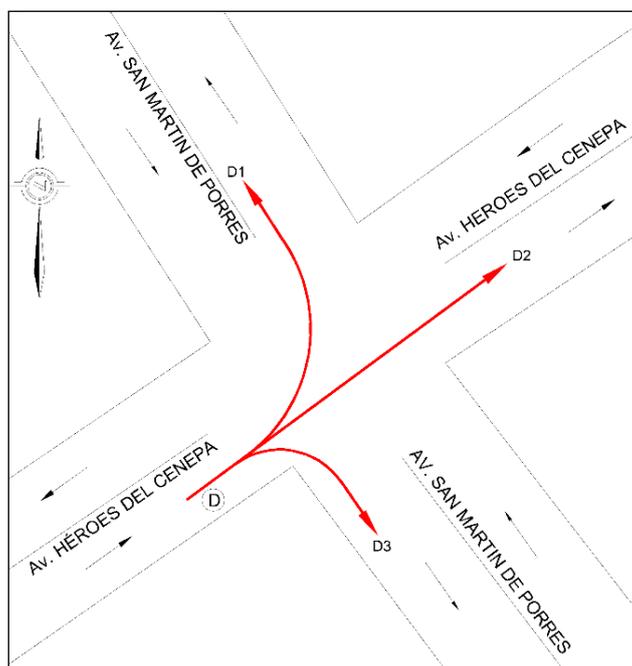
Figura 37: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril C.



Fuente: (Elaboración Propia)

## Grupo carril D.

Figura 38: Grupo de carril (D1+D2+D3)



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 24: Grupo de carril: D1+D2+D3

D1	64	IZQUIERDA
D2	138	FRENTE
D3	19	DERECHA

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 25: Tipo de vehículo en el carril D

GRUPO DE CARRIL D1+D2+D3		PORCENTAJE
TOT. VEH MIX	221	100 %
MOTO	31	14.0 %
MOTOTAXI	64	29.0 %
AUTO	29	13.1 %
TAXI	13	5.9 %
CAMIONETAS	55	24.9 %
COMBI	9	4.1 %
MINIBUS	0	0.0 %
BUS	1	0.5 %
CAMION	12	5.4 %
VOLQUETE	3	1.4 %
REMOLCADOR	4	1.8 %

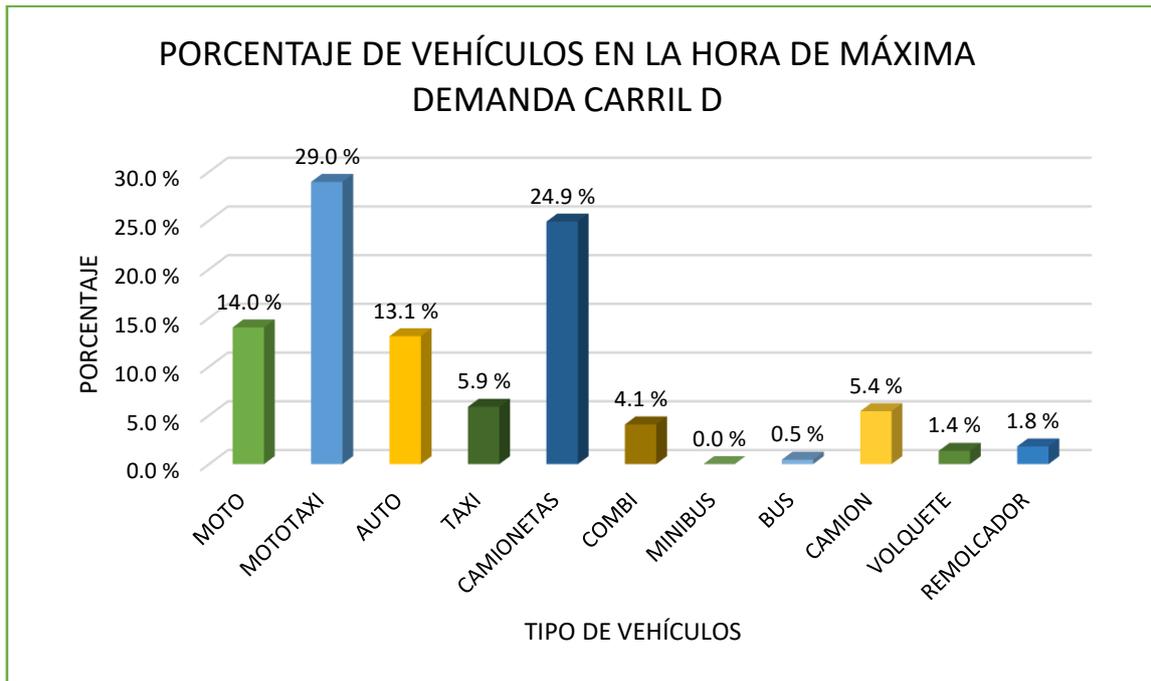
Fuente: (Elaboración Propia)

Para determinar el **factor horario de máxima demanda** de la intersección, reemplazamos los datos utilizando la Ecuación (10).

$$FHMD = \frac{221}{4 * 69}$$

$$FHMD = 0.8007$$

Figura 39: Porcentaje de vehículos en la hora de máxima demanda del carril D.



Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.3.2 Determinación del flujo de saturación ajustada

El flujo de saturación ajustada para cada carril de cada grupo de carriles se calcula con la Ecuación (12).

$$S = S_0 * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

En donde:

$S$  = Flujo de saturación real del grupo de carriles (Veh/hora de verde).

$S_0$  = Flujo de saturación básico por carril

$f_w$  = Factor de ajuste por ancho de carriles.

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículos pesados.

$f_g$  = Factor de ajuste por pendiente de acceso.

$f_p$  = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección.

$f_a$  = Factor de ajuste por el tipo de área.

$f_{LU}$  = Factor de ajuste por utilización de carriles.

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

$f_{RT}$  = Factor de ajuste por vueltas a la derecha.

$f_{Lpb}$  = Factor de ajuste de peatones que giran a la izquierda.

$f_{Rpb}$  = Factor de ajuste de peatones que giran a la derecha.

Para el cálculo de la tasa de flujo de saturación ajustada, es necesario contar con los datos siguientes.

### Datos preliminares

DATOS	GRUPO DE CARRIL A	GRUPO DE CARRIL B	GRUPO DE CARRIL C	GRUPO DE CARRIL D
Ancho=	5.8	6.4	6.1	5.45
Flujo a la izquierda	20	138	32	64
Flujo de frente	326	258	161	138
Flujo a la derecha	23	64	71	19
N=	2	2	2	2
Pendiente=	-0.6	-0.6	5.5	-4.5
Nm (N° estación) =	0	0	0	0
Nb (N° de paraderos) =	0	0	0	0

Fuente: (Elaboración Propia)

DATOS	SATURACIÓN A1+A2+A3	SATURACIÓN B1+B2+B3	SATURACIÓN C1+C2+C3	SATURACIÓN D1+D2+D3
So=	1900	1900	1900	1900
Fw=	1.04	1.04	1.04	1.04
Fhv=	0.907	0.902	0.763	0.847
Fg=	1.003	1.003	0.9725	1.0225
Fp=	1	1	1	1
Fbb=	1	1	1	1
Fa=	0.9	0.9	0.9	0.9
FLU=	1	1	1	1
FLT=	1	0.92	0.92	0.92
FRT=	0.75	1	1	1
FLpb=	1	1	1	1
FRp=	1	1	1	1
<b>Saturación (S) =</b>	<b>1213</b>	<b>1480</b>	<b>1214</b>	<b>1417</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

Los factores de ajuste de giro a la izquierda y derecha de bicicletas y peatones **fLpb**, **fRpb** no se tomarán en cuenta para este cálculo, ya que el número de bicicletas y peatones que cruzan en el tiempo en verde son despreciables y no afecta en lo más mínimo el valor del flujo vehicular. (según Romero Barrios, 2018).

### 3.6.3.3 Ciclo semafórico y verde efectivo de cada grupo de carril

Tabla 26: Datos de los semáforos de la intersección.

Carril	Semáforo	
A	Verde efectivo (V_ef)	30 segundos.
	Amarillo	3 segundos.
	Rojo	92 segundos.
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>125 segundos.</b>
B	Verde efectivo (V_ef)	30 segundos.
	Amarillo	3 segundos.
	Rojo	92 segundos.
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>125 segundos.</b>
C	Verde efectivo (V_ef)	25 segundos.
	Amarillo	3 segundos.
	Rojo	97 segundos.
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>125 segundos.</b>
D	Verde efectivo (V_ef)	20 segundos.
	Amarillo	3 segundos.
	Rojo	102 segundos.
	<b>Ciclo semafórico</b>	<b>125 segundos.</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.3.4 Cálculo de la tasa de flujo.

Para el cálculo de la tasa de flujo utilizamos la ecuación siguiente.

$$V_P = \frac{VHMD}{FHMD * F_{HV}}$$

En donde:

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

FHMD = Factor de hora de máxima demanda

fHV = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

Tabla 27: Cálculo de la tasa de flujo.

DATOS	GRUPO DE CARRIL A1+A2+A3	GRUPO DE CARRIL B1+B2+B3	GRUPO DE CARRIL C1+C2+C3	GRUPO DE CARRIL D1+D2+D3
VHMD =	369	460	264	221
FHMD =	0.951	0.891	0.825	0.801
Fhv =	0.907	0.902	0.763	0.847
Vp=	428	572	419	326

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.3.5 Cálculo de la capacidad

Para el cálculo de la capacidad se utiliza la Ecuación (23)

$$c = S \times \frac{g}{C}$$

En donde:

c = Capacidad del grupo de carriles (Veh/h)

S= Intensidad de saturación para el flujo de carriles estudiados. (Veh/h)

g= Tiempo verde efectivo (seg)

C = Duración del ciclo (seg)

Tabla 28: Cálculo de la capacidad para cada grupo carril

DATOS	GRUPO DE CARRIL A1+A2+A3	GRUPO DE CARRIL B1+B2+B3	GRUPO DE CARRIL C1+C2+C3	GRUPO DE CARRIL D1+D2+D3
S =	1213	1480	1214	1417
U =	0.240	0.240	0.202	0.164
c =	<b>291</b>	<b>355</b>	<b>245</b>	<b>232</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.3.6 Relación volumen y capacidad

La relación volumen-capacidad para un grupo de carriles se define como la relación del volumen del grupo de carriles y su capacidad. Se calcula utilizando la Ecuación (24).

$$X = \frac{v_p}{c}$$

En donde:

X: Razón de volumen y capacidad.

Vp: Demanda de tasa de flujo (veh/h),

c: Capacidad (veh/h).

Tabla 29: Cálculo de la relación volumen y capacidad.

DATOS	GRUPO DE CARRIL A1+A2+A3	GRUPO DE CARRIL B1+B2+B3	GRUPO DE CARRIL C1+C2+C3	GRUPO DE CARRIL D1+D2+D3
v/c	428/291	572/355	419/245	326/232
<b>X</b>	<b>1.4708</b>	<b>1.6113</b>	<b>1.7102</b>	<b>1.4052</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.3.7 Cálculo de demoras por grupo de carril

Para el cálculo de demoras por grupo de carril se utiliza la Ecuación (28)

$$d_1 = \frac{0.5 * C * (1 - \frac{g}{C})^2}{1 - (\min(1, x) \frac{g}{C})}$$

DATOS	GRUPO DE CARRIL A1+A2+A3	GRUPO DE CARRIL B1+B2+B3	GRUPO DE CARRIL C1+C2+C3	GRUPO DE CARRIL D1+D2+D3
Duración de periodo de análisis, 15 min (T) =	0.25	0.25	0.25	0.25
Factor progresión (PF) =	1	1	1	1
Demora por carril (d1) =	56	59	60	45
Demora por carril (di), (d1*PF) Seg/veh =	<b>56</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>55</b>
(di*Vp) =	<b>23968.00</b>	<b>33748.00</b>	<b>25140.00</b>	<b>17930.00</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

Para el cálculo de la demora de la intersección se utiliza la Ecuación (29).

$$d_1 = \frac{\sum(d_i \times V_p)}{\sum V_p}$$

Donde:

$d_p$  = Demora por acceso

$d_p$  = Tasa de flujo por acceso.

$\sum (d_i \times V_p)$	100786.00
$\sum (V_p)$	1745
<b><math>d_1</math></b>	<b>57.76</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.3.8 Nivel de servicio.

El nivel de servicio según el manual de capacidad de carreteras (HCM 2010), nos indica en la Tabla 5

<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Demora por control (seg/veh)</b>
<b>A</b>	<b><math>\leq 10</math></b>
<b>B</b>	<b><math>&gt; 10 - 20</math></b>
<b>C</b>	<b><math>&gt; 20 - 35</math></b>
<b>D</b>	<b><math>&gt; 35 - 55</math></b>
<b>E</b>	<b><math>&gt; 55 - 80</math></b>
<b>F</b>	<b><math>&gt; 80</math> ó <b><math>&gt;1</math> de v/c</b></b>

Fuente: (HCM, 2010, p. 18-6)

El nivel de servicio obtenido para la intersección semaforizada de la av. san martín y av. héroes del Cenepa aplicando la metodología del HCM 2010, es E, puesto que la demora de **57.76** seg/veh. está en el rango del nivel de servicio E.

### 3.6.4 Simulación con el software Synchro 11.1

El software Synchro 11.1 nos permite el análisis y optimización de sistemas de tráfico, con los datos obtenidos en campo.

La intersección semaforizada tiene doce flujos del cual se muestra su volumen en la Tabla 30. También se tiene la equivalencia en vehículos livianos, que resulta de la multiplicación del volumen de vehículos por su factor vehicular (obtenidos de la UPC).

#### 3.6.4.1 Equivalencia de vehículos livianos

Tabla 30. Equivalencia de vehículos livianos de la intersección

Tipo de Veh.	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	TAXI	CAMIONETAS	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	VOLQUETE	REMOLCADOR	
Flujo 1	2	4	3	0	5	2	0	0	3	0	1	
Flujo 2	60	123	21	21	39	49	0	0	11	1	1	
Flujo 3	4	8	2	0	7	0	0	0	2	0	0	
Flujo 4	16	53	26	4	22	5	0	0	10	2	0	
Flujo 5	51	74	26	8	37	54	0	0	6	2	0	
Flujo 6	12	19	8	1	16	3	0	0	3	2	0	
Flujo 7	5	5	6	1	13	1	0	0	1	0	0	
Flujo 8	27	30	26	7	35	4	0	2	17	9	4	
Flujo 9	8	25	6	4	15	4	1	0	4	4	0	
Flujo 10	9	20	7	2	20	3	0	0	2	0	1	
Flujo 11	19	39	18	9	30	6	0	1	10	3	3	
Flujo 12	3	5	4	2	5	0	0	0	0	0	0	
FACTOR	0.4	0.75	1	1	1.3	1.3	3.5	3.5	3	3	3	<b>TOTAL</b>
Flujo 1	1	3	3	0	7	3	0	0	9	0	3	28
Flujo 2	24	92	21	21	51	64	0	0	33	3	3	312
Flujo 3	2	6	2	0	9	0	0	0	6	0	0	25
Flujo 4	6	40	26	4	29	7	0	0	30	6	0	147
Flujo 5	20	56	26	8	48	70	0	0	18	6	0	252
Flujo 6	5	14	8	1	21	4	0	0	9	6	0	68
Flujo 7	2	4	6	1	17	1	0	0	3	0	0	34
Flujo 8	11	23	26	7	46	5	0	7	51	27	12	214
Flujo 9	3	19	6	4	20	5	4	0	12	12	0	84
Flujo 10	4	15	7	2	26	4	0	0	6	0	3	67
Flujo 11	8	29	18	9	39	8	0	4	30	9	9	162
Flujo 12	1	4	4	2	7	0	0	0	0	0	0	17

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.6.4.2 Ingreso de datos en el programa

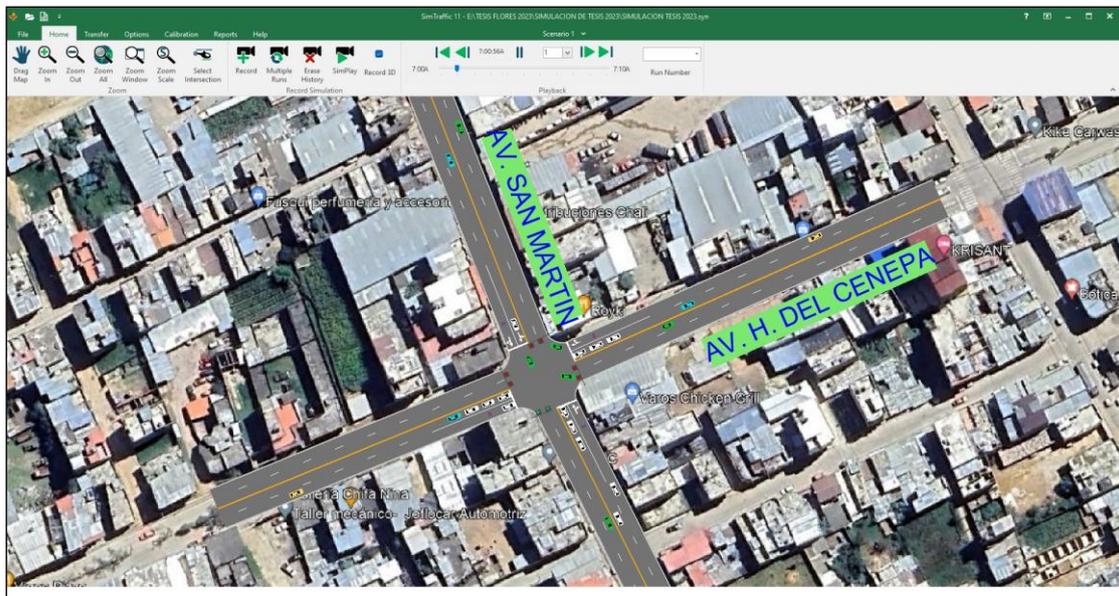
En la intersección se procedió a ingresar las características del grupo de carriles, volúmenes de tráfico, pendiente, ancho de calzada.

Figura 40: Ingreso de datos al Software Synchro 11.1 de la intersección.



Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Simulación del programa Synchro 11.1 de la intersección.



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la Figura 41, los vehículos en movimiento en la intersección la Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa y un tiempo de demora 55.00 segundos.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se interpretará los resultados que se realizó en el análisis del volumen, capacidad y nivel de servicio en las intersecciones semaforizadas: en la intersección semaforizada en la av. San Martín y av. héroes del Cenepa de Cajamarca.

### 4.1 Características geométricas de la intersección analizada

Se muestra el siguiente cuadro donde se indica las características geométricas observadas en campo y determinadas en el levantamiento topográfico de la intersección semaforizada.

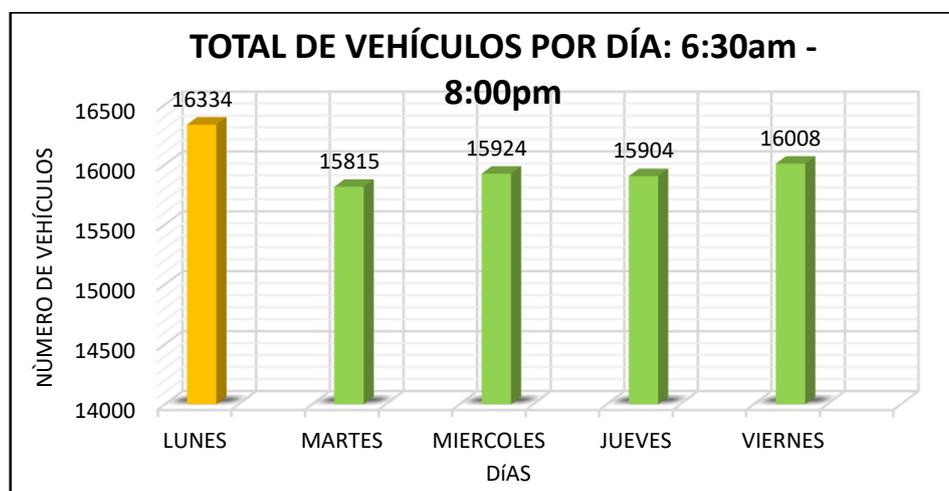
Tabla 31. Características geométricas de la intersección estudiada

Intersección semaforizada en la av. San Martín y av. héroes del Cenepa						
INTERSECCIÓN	VÍA	ACCESO	PENDIENTE	SENTIDO	N° CARRILES	ANCHO DE CARRIL
1	Av. San Martín de Porres	A	-0.60%	SO - NE	2	2.90 m
	Av. San Martín de Porres	B	-0.60%	NE - SO	2	3.20 m
	Av. Héroes del Cenepa	C	+5.50%	NO - SE	2	3.05 m
	Av. Héroes del Cenepa	D	-4.50%	SE - NO	2	2.73 m

### 4.2 Análisis del volumen vehicular

La Figura 42, muestra el resumen de lunes a viernes donde se observan que el volumen de máxima demanda de la intersección semaforizada es el día lunes.

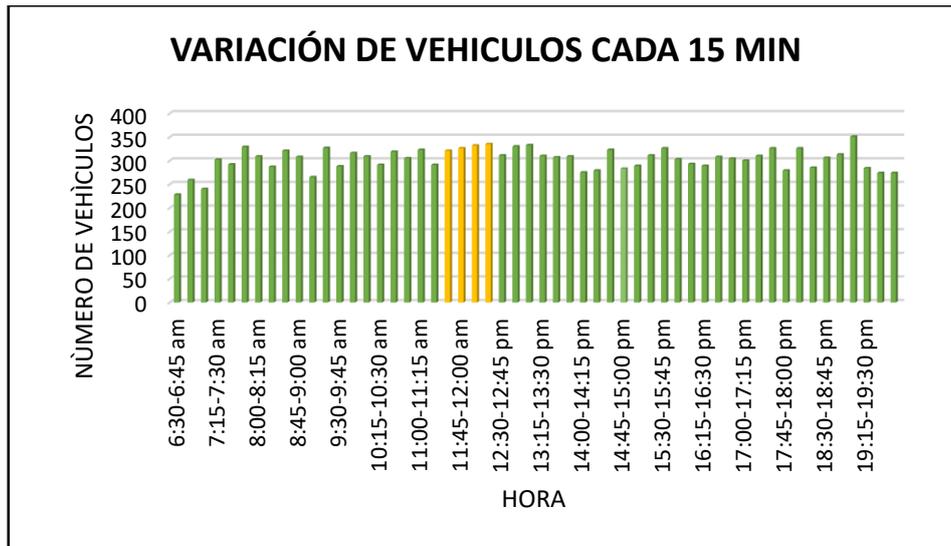
Figura 42: Resumen de volumen de máxima demanda en la intersección.



Fuente: (Elaboración Propia)

La Figura 43, muestra la hora de máxima demanda y La Tabla 32, muestra que la mayor cantidad en el flujo A es de 97 vehículos durante el periodo de 11:30am a 11:45am, en el flujo B la mayor cantidad es de 129 vehículos durante el periodo de 12:15pm a 12:30pm, en el flujo C la mayor cantidad es de 80 vehículos durante el periodo de 12:00 pm a 12:15 pm y en el flujo D la mayor cantidad es de 69 vehículos durante el periodo de 11:45 am a 12:00 pm.

Figura 43: Hora de máxima demanda en la intersección.



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 32: Cantidad vehículos por periodo en la hora pico.

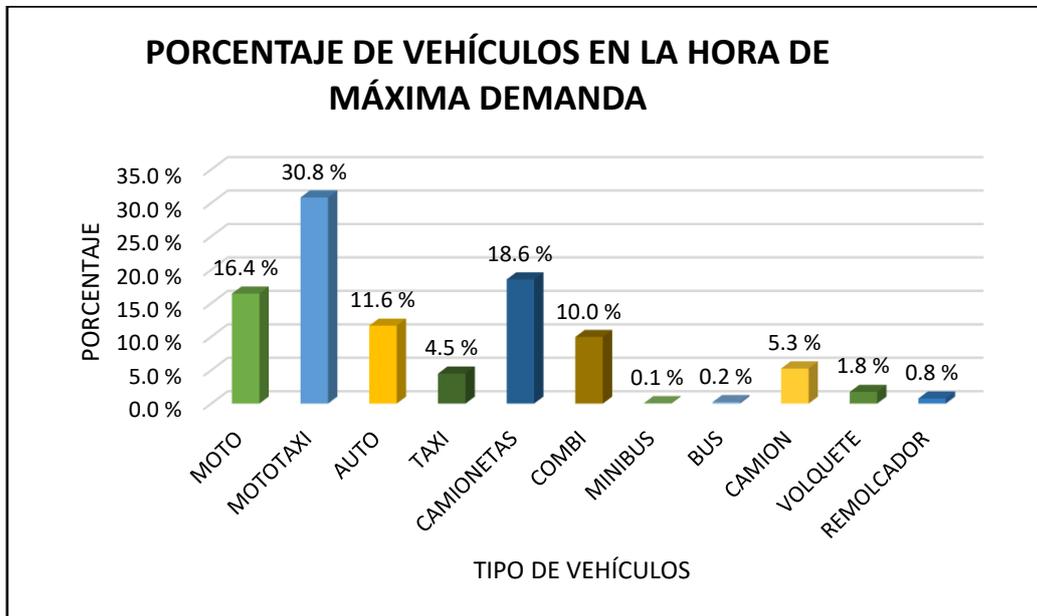
PERIODO 15 MIN	TOTAL	FLUJO A VEHICULOS	FLUJO B VEHICULOS	FLUJO C VEHICULOS	FLUJO D VEHICULOS
11:30 - 11:45	321	97	109	68	47
11:45 - 12:00	326	93	112	52	69
12:00 - 12:15	332	89	110	80	53
12:15 - 12:30	335	90	129	64	52
<b>VHMD</b>	<b>1314</b>	<b>369</b>	<b>460</b>	<b>264</b>	<b>221</b>

Fuente: (Elaboración Propia)

- **Volumen total de vehículos mixtos.**

En la Figura 44 se muestra el volumen total de la intersección en la hora punta, la que tiene un VHMD con 1314 (11:30am – 12:30pm). Se determinó que el vehículo con mayor porcentaje son los mototaxis con un 30.8% (405 vehículos) del total de vehículos, siendo uno de los principales problemas para el tránsito debido que no existe ninguna restricción de paso para este tipo de vehículos, lo que nos señala que hay una sobreabundancia del servicio de transporte en mototaxis, que se confirmó en campo pues muchos de estos vehículos circulaban a menudo sin pasajeros.

Figura 44: Volumen de vehículos mixtos en hora punta.



Fuente: (Elaboración Propia)

Se observa que los vehículos que prevalecen en el flujo son los mototaxis (30.8%), camionetas (18.6%), motos (16.40%) y autos (11.6%).

### 4.3 Análisis de la capacidad Vehicular.

En la Tabla 33, se muestra los valores de la capacidad y los grados de saturación para cada uno de los accesos; teniendo como resultado de los cuatro accesos la condición sobresaturada. Indicando exceso de demanda sobre la capacidad.

Se debe enfatizar que la capacidad en flujos intermitentes se determina como la proporción entre el tiempo de luz verde y flujo de saturación de un conjunto de carriles; la primera variable, el tiempo de luz verde, no requiere de investigación, pero sí la

segunda, que como ya hemos observado depende de varias variables y su valor puede variar según las condiciones del tráfico. Usualmente se llama a la relación de volumen a capacidad ( $v/c$ ) como el grado de saturación ( $X$ ), este parámetro nos ayuda a comprender realmente a que demanda de capacidad responde la intersección, se debe notar que cuando la tasa del flujo ajustado ( $V_p$ ) es igual a la capacidad ( $c$ ), el grado de saturación es igual a 1, es decir el acceso está operando al 100% de su capacidad, valores mayores a 1, señalan un exceso de demanda sobre la capacidad. La siguiente Tabla 33 presenta los valores de capacidad y los grados de saturación de cada uno de los accesos examinados de ambas intersecciones.

Tabla 33: Capacidad vehicular por acceso.

ACCESOS	TASA DE FLUJO ( $V_p$ )	CAPACIDAD ( $C$ )	RELACION ( $V_p/C$ )	CONDICIÓN
ACCESO A	428	291	1.47	Sobresaturado
ACCESO B	572	355	1.61	Sobresaturado
ACCESO C	419	245	1.71	Sobresaturado
ACCESO D	326	232	1.41	Sobresaturado

Fuente: (Elaboración Propia)

De acuerdo con los resultados obtenidos para la relación volumen capacidad, podemos afirmar que hay problemas actuales que necesitan ser solucionados, ya que los tiempos de verde no parecen estar distribuidos correctamente, lo que se recomienda optimizar. Finalmente, para medir la capacidad global de la intersección, usamos el concepto de grado de saturación crítico ( $X_c$ ), que solo toma en cuenta los grupos de carriles críticos, definidos como aquellos que tienen la relación de flujo ( $v/s$ ) más elevada para cada fase, siendo estos valores,  $X_c = 1.325$  para la intersección.

#### 4.4 Análisis del nivel de servicio.

En la Tabla 34, muestra la demora para cada grupo carril que es muy importante para determinar el nivel de servicio de la intersección semaforizada, según el método del HCM 2010 y el programa synchro 11.1, las demoras tienen mucha relevancia porque son factores de regulación y no solo muestran el tiempo de desplazamiento desperdiciado y el gasto de combustible, sino que también son un indicador de la molestia e insatisfacción de los conductores. El nivel de servicio se calculó a partir de la obtención de la demora promedio. En la Tabla siguiente se muestra un resumen de las demoras indicadas, para la intersección.

Tabla 34: Demora y nivel de servicio de la intersección.

<b>ACCESOS</b>	<b>ACCESO A</b>	<b>ACCESO B</b>	<b>ACCESO C</b>	<b>ACCESO D</b>
DEMORA HCM 2010	56	59	60	55
$d1*Vp$	23968.00	33748.00	25140.00	17930.00
TASA DE FLUJO	428	572	419	326
DEMORA DE INTERSECCIÓN	57.76			
DEMORA SOFTWARE SYNCHRO 11.1	55.00			
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>E</b>			

Fuente: (Elaboración Propia)

#### 4.5 Contratación de la hipótesis.

Mediante a los resultados obtenidos se determinó el nivel de servicio de la intersección semaforizada de la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, contrastando los resultados encontrados con la hipótesis planteada se verifica que esta es falsa pues se supuso un nivel de servicio D, en la investigación resulto un nivel de servicio E.

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se determinó el nivel de servicio en la intersección semaforizada de la Av. San Martín de Porres y La Av. Héroes del Cenepa, obteniendo un nivel de servicio E.
- Se determinó el volumen horario de máxima demanda (VHMD) de la intersección semaforizada de la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa, dando como resultado 1314 vehículos por hora.
- La intersección semaforizada de la Avenida San Martín de Porres y La Avenida Héroes del Cenepa cuenta con cuatro accesos; el acceso A tiene un ancho carril de 2.90m con una pendiente de 0.60 %, el acceso B tiene un ancho carril de 3.20m con una pendiente de 0.60%, el acceso C tiene un ancho carril de 3.05m con una pendiente de 5.50% y el acceso D tiene un ancho carril de 2.73m con una pendiente de 4.50%.
- Se logró determinar el tiempo de demora con el método HCM 2010 de la intersección semaforizada, dando como resultado 57.76 seg/Veh.
- Se realizó la simulación del flujo vehicular de la intersección semaforizada, en el programa de tránsito Synchro traffic 11.1, logrando una simulación idéntica al flujo actual, y con tiempo de demora 55.00 segundos.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

- La metodología del HCM 2010 aplicada en esta investigación, si bien es aceptada por la normativa peruana debería adaptarse a la realidad de nuestro país para una mayor precisión, ya que el comportamiento vial es distinto en los Estados Unidos. Por lo cual se recomienda adaptar dicha norma a la realidad de nuestro país, con datos reales obtenidos en campo.
- Se recomienda elaborar estudios técnicos previos a un proyecto de viabilidad ya que, si están proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica, generan conflictos a futuro.
- Se recomienda plantear la presencia de dispositivos de control modernos en las intersecciones semaforizadas, con métodos computarizados y semáforos inteligentes para poder acceder a la información de tiempos, entre otros y prevenir posibles fenómenos de congestión vehicular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angaspilco Ch, CR. 2014. Nivel de serviciabilidad en las avenidas; Atahualpa, Juan XXIII, Independencia, de los Héroes y San Martín de la ciudad de Cajamarca. Título de ing. Civil. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bañon B, L & Beivá G, JF., 2000. Manual de carreteras
- Cal Y Mayor, R; Cárdenas James (2018). Ingeniería de tránsito. 9ª edición. México. Alfaomega.
- Cárdenas GJ. 2013. Diseño geométrico de vías. 2 edición. Bogotá. Colombia
- Chávez L, V.2005. Manual de diseño geométrico de vías urbanas.
- Coraspe, L; Marsiglia, o. 2011. Análisis de flujo vehicular en las avenidas que convergen en la plaza de las banderas (Av. República, Av. Menca de Leoni, prolongación Pasco Orinoco y Prolongación Av. República) ciudad Bolívar- Estado Bolívar. Tesis ing. Civil Bolívar, BO. Universidad Oriente Núcleo de Bolívar. 260p
- Depiante VS. 2011. Giros a la izquierda en intersecciones no semaforizadas. Tesis maestría en transportes. Córdoba- Argentina.
- Gonzales R, DP; Rey F, VA. 2016. Propuesta de mejora de los niveles de servicio para Mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de La Av. Rafael Escardo comprendida entre las avenidas Costanera, La Paz y La Libertad, Lima – San Miguel. Recuperado el 31 de octubre del 2023 de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621702>.
- Silvera Lima, ME. 2020. Evaluación operacional de una red compuesta por 5 intersecciones a través del HCM, Synchro y Vissim: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11960>
- HCM (Highway Capacity Manual) 2010. Transportation Research Board. U.S.A. Washington DC.

- Llanes A. JM, (2014). Estimación del flujo de saturación en intersecciones semaforizadas seleccionadas de La ciudad de México. Tesis Ingeniería Civil. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morales, R. y Gonzáles, J. (2013) Control de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes tesis de título en Ingeniería Civil. Venezuela: Universidad Rafael Urdaneta.
- González Alcaraz, P. 2015. Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas:  
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4651/pfc5890.pdf>

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **Panel Fotográfico**

Figura 45: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa.

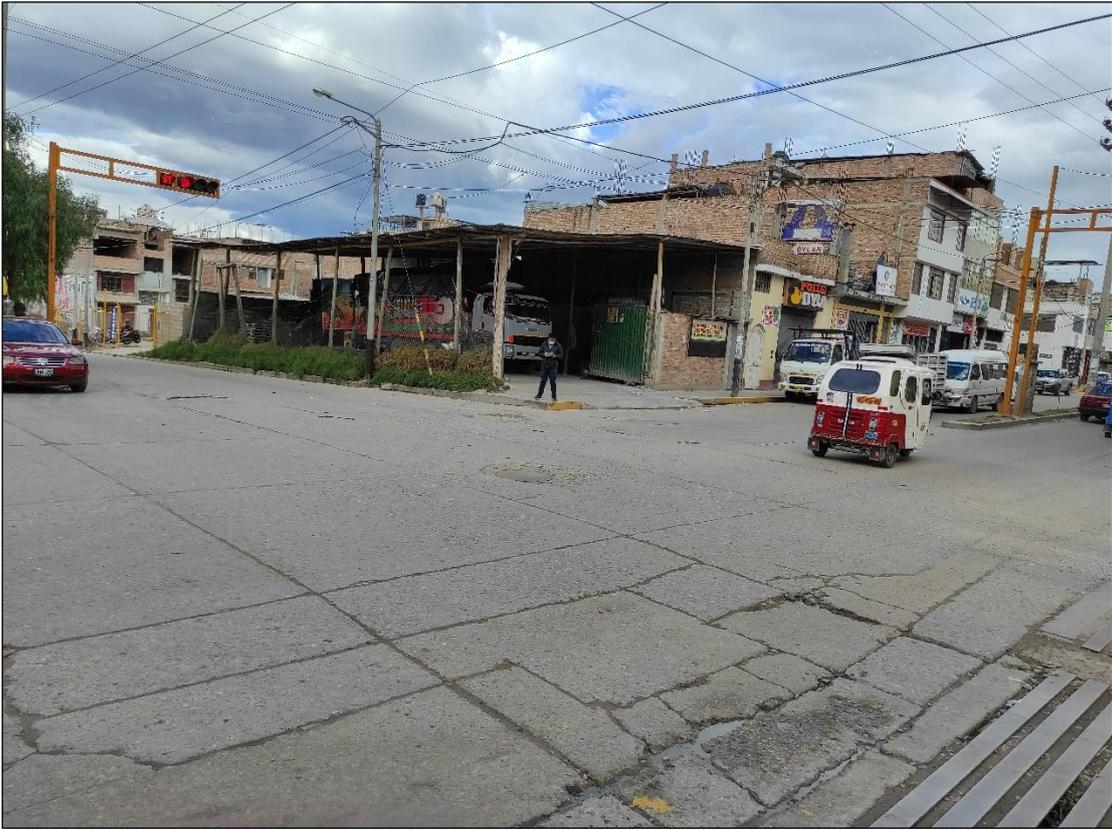


Figura 46: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa.



Figura 47: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa.



Figura 48: Aforo en la intersección Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa.



Figura 49: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada.



Figura 50: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada.



Figura 51: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada.



Figura 52: Levantamiento topográfico de la intersección semaforizada.

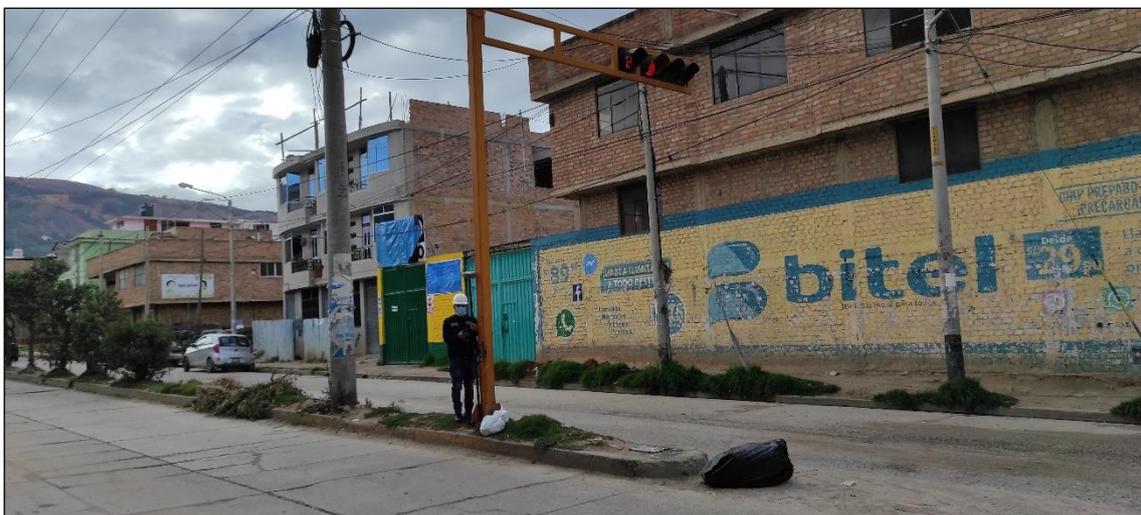


Figura 53: Toma de datos de la intersección semaforizada.



Figura 54: Toma de datos de la intersección semaforizada.



**ANEXO 2**

**Base de Datos de Levantamiento**

**Topográfico**



**TESIS:** "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"



**TESISTA :** Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**INTERSECCION :** Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa

**FECHA DE LEVANTAMIENTO**

**TOPOGRÁFICO :** 11/03/2023

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)	DESCRIPCIÓN
1	776084.71	9205120.01	2763.59	BASE
3	776613.45	9205861.04	2724.58	PAVIMENTO
4	776611.47	9205861.75	2729.01	VEREDA
5	776612.10	9205863.36	2729.24	VEREDA
6	776613.06	9205861.40	2725.20	VEREDA
7	776609.86	9205858.61	2723.44	PAVIMENTO
8	776610.22	9205859.46	2725.29	VEREDA
9	776608.76	9205855.22	2724.23	PAVIMENTO
10	776611.14	9205852.89	2725.34	VEREDA
11	776610.92	9205861.39	2725.40	VEREDA
12	776604.11	9205857.59	2725.21	VEREDA
13	776598.93	9205854.96	2726.69	VEREDA
14	776600.67	9205852.70	2726.59	VEREDA
15	776602.17	9205852.37	2727.80	PAVIMENTO
16	776604.15	9205848.08	2725.03	BERMA
17	776604.62	9205847.30	2724.99	BERMA
18	776611.93	9205852.69	2724.75	BERMA
19	776611.24	9205852.90	2724.76	BERMA
20	776611.73	9205852.09	2724.76	BERMA
21	776615.12	9205847.19	2724.71	VEREDA
22	776614.87	9205847.59	2724.69	PAVIMENTO
23	776620.03	9205851.12	2724.71	PAVIMENTO
24	776618.13	9205847.60	2724.94	VEREDA
25	776621.85	9205846.63	2725.47	VEREDA
26	776622.61	9205848.93	2725.14	VEREDA
27	776621.04	9205850.59	2724.49	VEREDA
28	776620.52	9205850.80	2724.54	VEREDA
29	776600.46	9205836.92	2726.38	VEREDA
30	776599.77	9205837.19	2725.26	PAVIMENTO
31	776599.72	9205837.17	2725.25	PAVIMENTO
32	776601.05	9205835.49	2725.76	VEREDA
33	776597.29	9205842.14	2725.27	BERMA
34	776596.81	9205842.98	2725.26	BERMA
35	776593.71	9205847.46	2725.21	PAVIMENTO
36	776593.36	9205847.86	2725.12	VEREDA
37	776592.27	9205849.33	2725.50	VEREDA
38	776638.52	9205871.79	2724.44	S-04
39	776610.73	9205862.06	2725.07	VEREDA
40	776601.05	9205883.45	2728.34	VEREDA
41	776602.79	9205884.20	2729.42	PAVIMENTO
42	776599.28	9205883.99	2728.49	VEREDA
43	776605.01	9205886.77	2724.74	BERMA
44	776605.74	9205887.32	2724.76	BERMA



**TESIS:** "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Ceneba de la ciudad de Cajamarca"



**TESISTA :** Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**INTERSECCION :** Av. San Martín y Av. Héroes del Ceneba

**FECHA DE LEVANTAMIENTO**

**TOPOGRÁFICO :** 11/03/2023

45	776605.58	9205887.22	2724.94	BERMA
46	776605.09	9205886.92	2724.94	BERMA
47	776612.34	9205886.38	2724.04	VEREDA
48	776612.55	9205887.18	2725.92	PAVIMENTO
49	776614.12	9205888.69	2725.80	VEREDA
50	776615.85	9205875.52	2730.08	VEREDA
51	776615.49	9205875.06	2729.70	PAVIMENTO
52	776622.55	9205877.90	2725.88	VEREDA
53	776624.70	9205870.91	2729.71	VEREDA
54	776625.36	9205870.50	2728.91	VEREDA
55	776626.04	9205870.72	2728.93	VEREDA
56	776625.49	9205869.16	2728.67	PAVIMENTO
57	776614.92	9205873.13	2724.77	BERMA
58	776613.94	9205872.78	2724.77	BERMA
59	776614.71	9205872.48	2724.76	BERMA
60	776634.24	9205844.34	2724.50	S-02
61	776645.00	9205885.11	2723.59	VEREDA
62	776645.36	9205884.67	2723.65	PAVIMENTO
63	776646.20	9205886.26	2724.07	VEREDA
64	776651.83	9205881.77	2723.50	BERMA
65	776651.88	9205881.58	2723.68	BERMA
66	776652.37	9205880.84	2723.51	BERMA
67	776652.23	9205881.09	2723.69	BERMA
68	776656.36	9205875.46	2723.25	VEREDA
69	776655.94	9205875.93	2723.37	PAVIMENTO
70	776656.85	9205874.50	2723.69	VEREDA
71	776632.07	9205859.42	2724.52	PAVIMENTO
72	776632.34	9205859.10	2724.53	VEREDA
73	776632.25	9205858.25	2724.32	VEREDA
74	776632.23	9205858.89	2724.55	VEREDA
75	776631.79	9205857.97	2724.57	PAVIMENTO
76	776631.78	9205857.97	2724.57	PAVIMENTO
77	776631.80	9205857.99	2724.58	PAVIMENTO
78	776631.24	9205858.69	2724.54	PAVIMENTO
79	776638.52	9205871.79	2724.44	S-03
80	776638.01	9205870.98	2724.12	BERMA
81	776637.25	9205871.02	2724.13	BERMA
82	776637.28	9205871.06	2724.14	BERMA
83	776637.30	9205871.90	2724.07	BERMA
84	776634.05	9205860.25	2724.63	VEREDA
85	776647.69	9205838.62	2724.76	VEREDA
86	776647.56	9205838.19	2725.89	PAVIMENTO
87	776649.23	9205839.72	2726.63	VEREDA
88	776644.32	9205832.16	2724.95	BERMA
89	776643.45	9205831.54	2724.84	BERMA
90	776643.76	9205831.67	2724.98	BERMA
91	776644.16	9205831.99	2725.08	BERMA
92	776638.46	9205827.71	2724.75	PAVIMENTO
93	776637.90	9205827.24	2724.63	VEREDA
94	776637.89	9205827.23	2724.63	VEREDA
95	776637.37	9205827.76	2725.93	VEREDA
96	776612.82	9205875.61	2725.11	S-01
97	776631.50	9205847.31	2724.71	BERMA
98	776631.60	9205848.02	2724.74	BERMA
99	776632.33	9205847.97	2724.71	BERMA

## **ANEXO 3**

### **Fichas para la Toma de Datos**

# **Fichas Para el Aforo Vehicular**



### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR

**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** :

**PUNTO DE AFORO** :

**INTERSECCION** :

**FECHA** : / /



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES			TOTAL												
	LINEALES	MOTOTAXIS	AUTOS	TAXIS	CAMIONETAS	COMBIS	MINIBUS	BUS	CAMIONES	VOLQUETE	REMOLCADOR																	
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸				
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	
06:30	06:45																											
06:45	07:00																											
07:00	07:15																											
07:15	07:30																											
07:30	07:45																											
07:45	08:00																											
08:00	08:15																											
08:15	08:30																											
08:30	08:45																											
08:45	09:00																											
09:00	09:15																											
09:15	09:30																											
09:30	09:45																											
09:45	10:00																											
10:00	10:15																											
10:15	10:30																											
10:30	10:45																											
10:45	11:00																											
11:00	11:15																											
11:15	11:30																											

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** :

**INTERSECCION** :



**PUNTO DE AFORO** :

**FECHA** : / /

TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES			TOTAL												
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS	TAXIS	CAMIONETAS	COMBIS	MINIBUS	BUS	CAMIONES	VOLQUETE	REMOLCADOR																
DIRECCIÓN																												
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	
11:30																												
11:45																												
12:00																												
12:15																												
12:30																												
12:45																												
13:00																												
13:15																												
13:30																												
13:45																												
14:00																												
14:15																												
14:30																												
14:45																												
15:00																												
15:15																												
15:30																												
15:45																												
16:00																												
16:15																												
16:30																												



### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR

**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** :

**INTERSECCION** :

**PUNTO DE AFORO** :  
**FECHA** : / /



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL									
	LINEALES		MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR													
DIRECCIÓN	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷				
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	
16:30																																		
16:45																																		
17:00																																		
17:15																																		
17:30																																		
17:45																																		
18:00																																		
18:15																																		
18:30																																		
18:45																																		
19:00																																		
19:15																																		
19:30																																		
19:45																																		
20:00																																		

**ANEXO 4**  
**Fichas de Aforo Vehicular**

**Fichas de Aforo Vehicular Diario**  
**Acceso A**

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	1	7	0	0	26	7	0	5	0	2	3	0	10	0	1	5	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	71	307		
06:45	07:00	2	6	3	1	27	1	0	6	0	0	5	0	1	2	1	2	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	73	314		
07:00	07:15	0	8	0	0	32	8	0	6	0	2	3	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	77	340			
07:15	07:30	0	8	0	4	29	6	0	7	0	0	2	1	1	8	1	0	16	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	86	355			
07:30	07:45	1	10	0	2	35	1	0	5	0	0	4	0	1	6	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	368			
07:45	08:00	1	14	1	4	31	3	0	4	0	1	4	0	0	11	2	0	21	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	99	414			
08:00	08:15	0	13	1	3	31	3	0	11	1	1	2	0	0	9	0	0	15	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	92	413			
08:15	08:30	0	18	0	2	36	1	1	6	0	0	6	0	1	8	1	0	12	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	99	397			
08:30	08:45	1	16	2	1	44	4	0	7	2	0	7	0	0	14	2	1	16	0	0	0	0	0	1	1	3	1	0	1	0	124	395			
08:45	09:00	2	15	0	4	35	2	0	5	0	0	4	0	1	11	0	0	15	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	98	352			
09:00	09:15	0	9	1	0	26	1	1	9	0	0	2	0	0	10	2	0	10	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	76	349	
09:15	09:30	1	12	1	1	30	2	12	2	0	0	6	0	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	97	374			
09:30	09:45	0	15	1	3	21	1	0	6	3	0	1	1	2	10	1	0	14	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	81	368			
09:45	10:00	1	14	0	4	34	2	0	4	0	0	4	0	1	12	0	0	15	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	95	386			
10:00	10:15	1	13	1	4	31	3	0	7	0	1	4	0	0	11	2	0	21	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	101	382			
10:15	10:30	0	12	1	3	31	3	0	11	1	1	2	0	0	9	0	0	15	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	91	377			
10:30	10:45	0	18	0	2	36	1	1	6	0	0	6	0	1	8	1	0	12	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	99	376			
10:45	11:00	1	13	1	3	31	3	0	11	1	1	2	0	0	8	0	0	14	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	91	374			
11:00	11:15	1	14	1	2	36	1	1	6	0	0	6	0	1	8	1	0	11	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	96	376			
11:15	11:30	0	14	1	3	30	3	0	10	1	1	2	0	0	9	0	0	14	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	90	369			
11:30	11:45	0	17	0	2	35	1	1	6	0	0	6	0	1	8	1	0	12	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	97	369			
11:45	12:00	2	19	3	0	25	2	2	5	2	0	5	0	2	3	1	1	15	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	0	93	350	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR									
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	0	13	1	2	26	1	0	7	0	0	5	0	1	15	4	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	353				
12:15	12:30	0	11	0	0	37	4	0	3	0	0	5	0	1	13	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	348				
12:30	12:45	0	10	1	0	25	1	1	11	0	0	2	0	0	10	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	78	350				
12:45	13:00	1	12	1	1	30	2	12	1	0	0	6	0	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	96	361					
13:00	13:15	0	16	1	3	23	1	0	6	3	0	1	1	2	10	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	362					
13:15	13:30	1	15	2	0	30	0	0	10	0	0	4	1	1	8	5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	92	366					
13:30	13:45	1	11	1	1	28	2	10	1	0	0	6	0	0	11	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	361					
13:45	14:00	2	14	0	4	34	2	0	5	0	0	4	0	1	12	0	0	14	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	97	369					
14:00	14:15	0	9	2	0	31	0	0	11	0	0	3	1	1	8	5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	88	346					
14:15	14:30	1	11	1	3	27	3	0	11	1	1	2	0	0	9	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	87	350					
14:30	14:45	0	17	0	2	36	1	1	6	0	0	5	0	1	8	1	0	13	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	97	353					
14:45	15:00	0	11	1	0	23	1	1	9	0	0	2	0	0	9	2	0	10	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	74	338					
15:00	15:15	1	14	0	4	34	2	0	5	0	0	4	0	1	10	0	0	14	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	92	356					
15:15	15:30	1	8	1	1	26	2	11	2	0	0	7	0	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	348					
15:30	15:45	0	12	1	0	25	1	1	12	0	0	2	0	0	11	2	0	10	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	82	334					
15:45	16:00	1	12	1	1	27	2	11	1	0	0	6	0	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	344					
16:00	16:15	0	16	1	3	23	1	0	6	3	0	1	1	2	9	1	0	15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	335					
16:15	16:30	0	10	1	0	24	1	1	10	0	0	2	0	0	9	2	0	11	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	76	339					
16:30	16:45	1	11	1	1	27	2	12	1	0	0	6	0	0	12	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	351					
16:45	17:00	0	16	1	3	23	1	0	6	3	0	1	1	2	9	1	0	13	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	357					
17:00	17:15	1	10	1	2	30	3	0	11	1	1	2	0	0	9	0	0	14	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	368					
17:15	17:30	0	11	1	3	31	3	0	12	1	2	1	0	0	8	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	367					

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES		MOTOTAXIS				AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR											
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
17:30	17:45	0	15	1	2	36	1	1	6	0	0	6	0	1	8	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	98	357							
17:45	18:00	2	14	0	4	33	2	0	5	0	0	4	0	1	11	0	0	14	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	94	342							
18:00	18:15	1	9	1	1	27	2	11	1	0	0	6	0	0	11	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	87	339							
18:15	18:30	0	13	1	3	21	1	0	6	3	0	1	1	2	10	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	358							
18:30	18:45	1	8	2	0	28	0	0	10	0	0	4	1	1	8	5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	83	360								
18:45	19:00	0	11	1	3	31	3	0	12	1	1	2	0	0	9	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	91	362								
19:00	19:15	1	12	1	0	41	4	2	8	2	0	2	0	0	14	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	106	360								
19:15	19:30	1	8	1	3	30	10	2	2	1	1	0	0	2	10	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80								
19:30	19:45	1	12	0	7	35	2	0	6	1	0	3	1	0	5	2	0	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	85									
19:45	20:00	1	9	0	2	37	3	0	7	4	0	12	0	0	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89									

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
06:30	06:45	1	5	1	4	31	2	2	4	0	0	3	0	0	11	1	1	14	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	82	333
06:45	07:00	1	6	1	0	33	4	0	7	2	0	4	0	1	4	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	81	321
07:00	07:15	1	7	1	4	35	2	1	3	0	0	3	0	0	13	1	1	16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	90	334	
07:15	07:30	0	7	1	1	31	2	0	6	1	0	2	0	0	9	0	0	17	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	80	344	
07:30	07:45	2	10	0	1	30	2	0	3	1	0	0	0	1	5	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	70	357	
07:45	08:00	2	15	3	4	33	2	0	7	0	0	6	0	1	3	2	0	13	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	94	384	
08:00	08:15	1	17	0	1	33	2	0	11	0	0	6	0	0	7	1	1	16	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	100	359	
08:15	08:30	2	11	0	2	27	7	0	7	0	0	4	0	0	13	1	0	11	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	3	0	0	0	93	335	
08:30	08:45	1	10	1	2	26	6	1	7	4	0	3	4	0	5	4	1	14	0	0	0	0	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	97	334	
08:45	09:00	0	9	1	0	22	6	1	5	0	0	3	0	0	7	1	0	11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	69	328	
09:00	09:15	1	8	1	2	21	6	0	9	0	0	2	0	1	4	6	0	9	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	76	344	
09:15	09:30	0	12	1	2	20	6	1	7	4	0	3	4	0	5	4	1	14	0	0	0	0	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	92	340	
09:30	09:45	0	10	4	2	30	4	0	7	0	0	8	1	0	8	2	0	10	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	91	337	
09:45	10:00	0	4	1	1	29	1	1	10	1	0	2	0	2	13	0	0	15	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	85	347	
10:00	10:15	10	0	2	0	14	1	0	7	1	0	4	0	1	6	4	0	18	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	72	355	
10:15	10:30	0	12	1	1	22	7	0	8	1	0	1	0	0	13	3	0	14	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	89	371	
10:30	10:45	0	16	1	2	29	7	1	8	3	0	1	0	0	8	4	0	14	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	1	0	0	101	350		
10:45	11:00	0	12	1	0	24	5	0	7	2	0	7	0	1	11	3	0	11	0	0	0	0	0	2	5	0	0	1	1	0	0	0	93	343	
11:00	11:15	0	13	5	0	23	6	1	4	0	0	5	0	0	11	3	0	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	88	324	
11:15	11:30	4	8	1	0	18	6	0	5	2	0	2	0	1	4	3	2	7	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	68	313		
11:30	11:45	1	13	0	2	24	7	0	7	0	0	3	0	0	13	1	0	14	0	0	0	0	0	4	2	0	0	3	0	0	0	94	316		
11:45	12:00	3	11	1	1	21	5	0	6	0	0	3	1	1	6	1	0	11	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	74	317		

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
12:00	12:15	1	14	0	1	22	2	0	4	0	0	2	0	2	15	2	0	7	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	77	309
12:15	12:30	1	6	2	1	22	3	0	4	3	0	0	1	1	8	4	0	10	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	71	305
12:30	12:45	0	11	1	1	38	1	0	6	1	0	3	0	0	17	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	95	298	
12:45	13:00	2	12	1	0	19	1	0	4	0	0	5	0	0	11	0	0	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	66	274	
13:00	13:15	1	10	0	0	25	2	0	5	2	0	6	1	1	9	3	0	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	73	299	
13:15	13:30	2	6	0	2	20	1	1	6	0	0	3	0	1	7	1	0	10	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	64	300	
13:30	13:45	1	6	2	1	22	3	0	4	3	0	0	1	1	8	4	0	10	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	71	317	
13:45	14:00	0	10	1	1	37	1	0	6	1	0	3	0	0	15	2	0	11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	91	324		
14:00	14:15	2	11	1	1	21	4	0	5	0	0	5	0	1	9	1	0	9	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	74	304	
14:15	14:30	1	13	0	0	18	5	0	9	2	0	3	0	0	10	3	0	8	0	0	0	0	0	1	1	0	6	1	0	0	0	0	81	294	
14:30	14:45	2	14	0	1	22	2	0	4	0	0	2	0	2	14	2	0	7	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	78	279	
14:45	15:00	2	11	1	0	21	1	0	4	1	0	5	0	1	12	1	0	9	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	71	263	
15:00	15:15	1	13	2	0	21	1	0	3	0	0	5	0	0	6	0	0	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	64	262	
15:15	15:30	1	5	0	2	19	3	0	5	0	0	7	0	1	3	0	0	12	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0	66	277	
15:30	15:45	0	9	0	2	21	2	0	3	0	0	3	0	1	7	1	0	10	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	62	280	
15:45	16:00	0	5	0	0	23	4	0	10	2	1	1	0	1	9	0	0	10	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	70	292	
16:00	16:15	2	12	1	1	21	4	0	5	0	0	5	0	1	10	1	0	12	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	79	305	
16:15	16:30	0	9	1	1	30	6	0	2	0	0	2	0	0	3	0	1	11	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	69	295	
16:30	16:45	2	10	0	0	22	5	0	9	1	0	3	0	1	7	1	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	319	
16:45	17:00	1	13	0	0	19	5	0	9	2	0	3	0	0	11	3	0	9	0	0	0	0	1	1	0	5	1	0	0	0	0	0	83	317	
17:00	17:15	0	6	1	1	21	1	1	9	1	0	3	2	0	7	0	0	12	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	69	311		
17:15	17:30	3	14	0	1	33	5	0	11	2	1	3	0	2	9	0	0	6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	93	333		

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
17:30	17:45	1	14	2	0	21	2	0	3	0	0	5	0	0	11	0	0	9	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	72	334
17:45	18:00	1	8	1	2	21	6	0	9	0	0	2	0	1	4	6	0	9	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	77	380
18:00	18:15	0	12	1	2	19	6	1	7	4	0	3	4	0	5	4	1	14	0	0	0	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	91	383
18:15	18:30	4	15	0	1	34	5	0	10	2	1	3	0	1	9	0	0	6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	94	356
18:30	18:45	0	23	3	2	44	2	0	9	1	0	4	0	0	15	0	0	9	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	118	343
18:45	19:00	0	7	0	5	29	4	2	1	0	0	4	0	0	12	4	1	5	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	80	289
19:00	19:15	0	10	2	0	24	2	0	7	0	1	3	1	0	4	1	0	5	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	64	270
19:15	19:30	1	10	2	3	31	3	1	6	1	0	1	0	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	81	
19:30	19:45	1	7	1	2	16	3	1	15	2	0	3	0	1	4	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	64	
19:45	20:00	0	12	0	1	23	2	0	10	1	0	1	0	1	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	61	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS									BUSES			CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																			
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS					BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR									
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
06:30	0	2	0	3	35	3	3	6	0	0	1	1	0	3	0	0	15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	312						
06:45	0	1	0	1	33	4	3	5	0	0	2	1	0	1	0	0	17	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	315						
07:00	0	4	0	3	37	4	3	5	0	0	2	1	0	4	0	0	19	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	342						
07:15	3	9	1	1	38	2	1	2	0	0	4	0	0	4	0	0	17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	358						
07:30	0	11	1	0	37	7	1	1	3	0	1	0	0	2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	77	365						
07:45	0	21	0	5	29	3	0	8	0	1	4	0	0	7	1	0	15	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	98	368						
08:00	0	16	1	2	43	2	2	9	1	0	2	1	0	2	1	1	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	349						
08:15	0	8	0	0	36	4	0	6	0	1	4	0	0	8	2	0	15	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	90	326						
08:30	0	9	1	1	32	2	0	3	1	0	4	0	0	8	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	80	310						
08:45	2	13	2	0	22	1	2	6	3	0	1	0	3	3	1	0	15	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	79	319						
09:00	0	9	2	0	21	3	0	12	0	0	5	1	0	7	1	0	12	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	314						
09:15	0	7	1	0	18	3	0	11	0	0	9	1	0	9	1	0	9	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	319						
09:30	1	10	0	0	25	4	3	4	0	0	7	0	2	14	0	0	14	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	89	337							
09:45	1	7	1	2	26	3	1	3	0	0	3	1	0	11	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	339						
10:00	0	9	1	0	29	5	2	5	0	0	4	1	0	7	4	0	9	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	82	327						
10:15	1	8	0	1	31	4	1	10	0	0	6	1	0	8	1	0	15	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	92	311							
10:30	0	15	0	1	27	2	0	9	1	0	4	0	0	13	2	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	91	296						
10:45	0	13	0	0	18	1	1	6	3	0	1	0	2	3	1	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	62	284							
11:00	2	3	2	3	26	2	0	2	2	0	4	1	0	6	2	0	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	66	304							
11:15	1	12	1	0	32	0	2	7	0	0	1	0	1	7	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	328							
11:30	1	14	1	2	15	4	1	9	2	1	3	1	0	6	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	79	338							
11:45	0	11	1	1	29	1	1	7	1	0	1	2	0	7	0	0	15	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	82	341							

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforzada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTA L	VHMD (Veh/h)										
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR									
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	2	17	0	0	21	4	1	6	0	0	6	0	1	13	0	0	14	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	90	351						
12:15	12:30	1	10	1	0	19	3	0	10	0	0	8	1	0	8	2	0	18	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	87	350							
12:30	12:45	1	14	1	3	24	4	0	2	1	0	3	0	1	9	1	1	12	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	82	364							
12:45	13:00	0	13	2	4	21	3	0	7	2	1	5	0	0	6	3	1	14	1	0	0	0	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	92	361							
13:00	13:15	1	9	0	0	23	3	2	4	0	0	7	0	1	14	0	0	15	0	0	0	0	0	4	4	1	0	0	0	0	1	0	89	350								
13:15	13:30	0	17	2	2	32	1	0	5	1	1	7	1	0	15	1	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	338							
13:30	13:45	1	10	0	0	15	1	0	9	0	0	6	0	0	10	4	0	15	0	0	0	0	0	2	4	0	2	0	0	0	0	0	79	317								
13:45	14:00	1	4	2	3	22	2	0	6	2	0	4	1	0	11	2	0	17	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	81	327								
14:00	14:15	2	7	1	0	19	3	0	11	0	0	9	1	0	9	1	0	9	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	77	330								
14:15	14:30	1	10	1	0	21	1	2	6	4	0	1	0	2	7	1	0	17	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	80	340									
14:30	14:45	2	11	2	0	21	3	0	10	0	0	9	3	0	9	1	0	14	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	89	318									
14:45	15:00	1	3	2	3	26	2	0	7	2	0	4	1	0	11	2	0	15	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	84	301									
15:00	15:15	1	11	1	1	28	4	1	8	3	0	8	0	0	6	0	0	12	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	87	309									
15:15	15:30	1	4	0	1	25	3	0	4	0	0	3	0	0	3	0	0	11	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	58	304									
15:30	15:45	3	9	0	3	21	4	1	3	0	0	1	1	1	8	0	0	11	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	72	328									
15:45	16:00	2	5	1	2	43	5	0	6	1	0	5	0	0	3	2	0	12	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	92	345									
16:00	16:15	1	10	0	1	23	1	0	7	1	0	4	0	1	16	3	1	10	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	82	327									
16:15	16:30	1	9	2	0	21	3	0	12	1	0	9	1	0	9	1	0	9	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	82	313									
16:30	16:45	2	14	0	0	36	2	2	5	0	0	1	0	0	9	3	0	12	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	89	311									
16:45	17:00	1	7	1	0	28	3	3	8	1	0	0	0	0	5	0	0	13	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	74	294									
17:00	17:15	1	9	0	1	22	3	0	4	0	0	4	1	0	9	1	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	68	302									
17:15	17:30	1	9	1	0	15	3	0	9	0	0	8	1	0	8	2	0	17	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	80	330									

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS			MINIBUS	BUS		CAMIONES		VOLQUETE			REMOLCADOR																	
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
17:30	17:45	0	7	2	0	18	3	0	10	0	0	9	1	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	72	352				
17:45	18:00	3	8	2	0	20	3	0	12	0	0	8	2	0	7	3	0	10	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	82	381				
18:00	18:15	2	12	2	0	21	3	0	12	0	0	9	2	0	10	3	0	17	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	96	403				
18:15	18:30	2	14	1	3	43	3	0	3	2	1	2	1	1	14	4	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	398				
18:30	18:45	2	9	2	4	27	8	2	14	1	0	7	0	1	12	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	401				
18:45	19:00	4	12	1	2	40	5	1	12	1	0	5	1	3	11	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	104	390					
19:00	19:15	1	13	2	2	41	2	0	2	1	1	1	2	1	10	4	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	368				
19:15	19:30	1	11	1	4	25	8	2	13	1	0	6	0	1	13	1	0	15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	105					
19:30	19:45	3	9	1	2	22	3	1	7	2	0	7	3	0	11	2	0	13	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	90					
19:45	20:00	1	10	0	1	23	1	0	7	1	0	4	0	1	16	3	1	10	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	82						

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS									BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)													
	LINEALES		MOTOTAXIS	AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS		BUS		CAMIONES				VOLQUETE		REMOLCADOR										
DIRECCIÓN	↶	↷	↶	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D						
06:30	06:45	0	5	0	3	32	4	0	2	1	0	3	0	0	4	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	67	282
06:45	07:00	0	6	0	4	36	3	0	3	1	0	2	0	0	4	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	70	313
07:00	07:15	0	9	0	1	38	1	0	5	0	0	1	0	0	5	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	341
07:15	07:30	0	9	0	1	38	1	0	5	0	0	1	0	0	5	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	354
07:30	07:45	0	12	0	2	35	1	0	6	0	0	5	0	0	3	3	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	98	359
07:45	08:00	1	12	2	0	25	5	0	9	2	0	5	1	2	10	1	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	1	98	340
08:00	08:15	0	13	1	3	38	4	0	5	2	0	4	0	1	1	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	86	331
08:15	08:30	0	11	0	3	29	4	0	5	0	0	2	0	0	4	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	77	325
08:30	08:45	0	10	1	1	27	1	1	5	1	0	2	0	2	6	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	1	0	79	318
08:45	09:00	0	8	2	2	25	2	0	11	1	0	3	0	1	10	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	89	310
09:00	09:15	1	15	1	0	31	3	0	5	0	0	3	0	1	1	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	80	306
09:15	09:30	0	5	1	0	28	4	0	5	0	0	4	0	2	6	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	70	297
09:30	09:45	0	6	1	3	27	2	0	6	0	0	3	1	0	3	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	71	327
09:45	10:00	1	9	0	1	32	10	0	7	0	0	5	0	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	85	341
10:00	10:15	0	9	0	2	14	3	1	9	0	0	4	1	2	9	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	1	71	324
10:15	10:30	1	11	1	1	35	2	0	5	3	0	6	1	3	12	2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	100	319
10:30	10:45	0	16	0	1	21	3	0	10	0	0	3	1	0	12	1	1	13	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	85	309
10:45	11:00	0	12	0	1	20	1	0	8	0	0	3	0	2	3	1	0	16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	68	313
11:00	11:15	0	6	1	1	27	3	0	5	1	0	4	0	0	6	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	66	315
11:15	11:30	2	9	1	1	38	3	1	5	0	1	1	0	0	9	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	90	331	
11:30	11:45	0	9	2	1	23	4	1	8	6	0	4	1	1	10	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	89	317	
11:45	12:00	0	6	2	1	19	2	0	6	4	0	4	0	0	10	1	0	12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	70	307	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS	MINIBUS	BUS	CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR																			
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D			
12:00	12:15	0	9	1	1	23	2	1	4	1	0	6	0	2	11	1	1	13	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	82	310
12:15	12:30	1	8	1	0	27	3	1	5	0	0	1	1	1	10	2	1	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	76	307
12:30	12:45	2	9	2	2	26	3	1	7	0	0	2	1	1	8	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	79	302
12:45	13:00	1	12	0	1	22	1	0	8	0	0	3	0	2	3	1	0	17	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	295
13:00	13:15	1	13	1	0	29	3	0	5	0	0	3	0	1	1	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	79	307
13:15	13:30	0	5	1	0	27	4	0	5	0	0	4	0	2	7	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	71	297
13:30	13:45	0	7	1	3	27	2	0	6	0	0	3	1	0	3	2	0	11	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	72	308
13:45	14:00	1	9	0	1	32	10	0	7	0	0	5	0	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	85	322
14:00	14:15	0	8	0	2	13	3	1	9	0	0	4	1	2	9	0	0	11	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	69	305
14:15	14:30	1	9	1	1	27	2	0	5	3	0	6	1	3	6	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	82	308
14:30	14:45	0	16	0	1	21	3	0	10	0	0	3	1	0	12	1	1	13	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	86	312
14:45	15:00	0	12	0	1	19	1	0	8	0	0	3	0	2	3	1	0	16	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	296
15:00	15:15	0	6	1	1	31	3	0	6	1	0	4	0	0	7	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	72	319
15:15	15:30	2	8	1	1	35	2	1	5	0	1	1	0	0	9	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	86	310
15:30	15:45	1	8	1	2	21	5	0	7	1	0	5	0	0	7	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	70	287
15:45	16:00	2	10	2	3	24	6	0	9	1	0	7	0	0	9	2	0	12	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	91	303
16:00	16:15	1	7	0	0	13	2	2	6	0	0	2	0	0	9	2	0	16	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	63	283
16:15	16:30	1	8	0	0	16	3	1	11	2	0	2	0	0	6	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	277
16:30	16:45	3	10	3	0	30	4	1	6	1	0	4	0	0	8	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	86	306
16:45	17:00	1	9	1	2	23	5	0	8	1	0	5	0	0	6	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	71	297
17:00	17:15	2	5	0	2	18	6	1	4	1	0	3	0	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	57	300
17:15	17:30	1	15	1	1	35	4	0	6	0	0	2	0	0	8	1	1	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	92	345

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS									BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS					BUS			CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D			
17:30	17:45	1	8	2	2	28	3	1	9	0	0	2	1	4	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	77	336
17:45	18:00	1	13	0	2	22	2	0	6	2	0	5	1	1	6	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	74	352
18:00	18:15	2	8	2	2	41	4	0	11	2	0	2	0	1	11	2	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	102	372
18:15	18:30	0	16	1	1	27	2	0	8	0	0	4	1	0	7	1	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	83	365
18:30	18:45	0	16	0	3	35	2	2	6	0	0	0	1	0	18	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	93	363
18:45	19:00	1	9	0	4	38	2	1	12	3	0	4	0	0	8	2	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	94	346
19:00	19:15	1	12	0	2	31	1	2	14	2	0	6	0	2	7	1	0	9	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	95	315			
19:15	19:30	0	4	1	2	41	1	0	9	1	0	3	0	2	8	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	81	
19:30	19:45	0	6	0	3	35	2	1	7	0	0	1	0	3	9	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	76	
19:45	20:00	2	7	0	1	23	1	0	1	0	0	3	1	0	13	2	0	5	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	63				

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
06:30	06:45	0	2	1	2	35	2	2	5	2	0	4	3	0	8	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	81	334					
06:45	07:00	0	9	0	1	28	2	2	7	0	0	1	0	0	11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	76	337					
07:00	07:15	0	3	1	2	40	3	1	5	2	0	4	3	0	8	0	0	16	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	91	362					
07:15	07:30	1	6	1	1	40	4	1	5	0	0	3	0	0	3	2	0	15	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	86	390					
07:30	07:45	0	14	1	1	30	1	1	9	2	0	0	0	0	3	1	0	16	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	84	393					
07:45	08:00	0	16	1	1	37	3	1	7	1	0	2	1	2	9	1	0	14	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	101	397						
08:00	08:15	0	15	1	1	48	3	0	10	0	0	4	0	0	10	1	0	19	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	119	384						
08:15	08:30	4	15	0	0	35	1	1	6	1	0	2	1	0	3	0	0	14	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	89	345						
08:30	08:45	0	10	0	1	33	2	2	7	0	0	1	0	0	13	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	88	342						
08:45	09:00	0	10	0	2	28	1	3	8	0	0	2	0	0	15	2	0	12	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	88	338						
09:00	09:15	0	11	0	1	24	1	0	13	0	0	3	0	1	6	1	0	12	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	80	333						
09:15	09:30	0	14	1	1	25	3	0	11	0	0	4	0	0	11	1	0	8	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	86	335						
09:30	09:45	1	12	1	2	28	2	0	10	0	1	3	0	1	8	2	0	7	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	84	332						
09:45	10:00	0	8	2	1	32	4	0	6	0	1	5	0	1	7	0	0	10	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	83	331						
10:00	10:15	0	17	0	1	22	1	0	12	0	0	3	0	1	5	1	0	13	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	82	314						
10:15	10:30	0	12	0	1	27	2	0	10	1	0	5	1	1	5	1	0	12	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	83	313						
10:30	10:45	1	12	1	0	30	6	0	4	0	0	3	0	1	5	0	0	15	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	83	313						
10:45	11:00	0	6	1	1	21	1	0	7	1	0	2	0	0	10	0	0	13	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	66	289						
11:00	11:15	1	15	0	0	21	1	0	10	0	0	4	0	0	11	2	0	11	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81	315						
11:15	11:30	2	9	0	2	30	5	4	3	0	0	4	0	1	7	0	1	9	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	1	83	302							
11:30	11:45	1	9	1	1	16	0	0	6	0	0	5	0	0	7	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	299						
11:45	12:00	0	11	1	1	28	3	0	11	1	1	4	0	1	8	1	0	13	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	1	0	0	0	0	92	328						

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																						
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS					BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	0	9	0	1	20	1	0	7	1	0	2	0	0	9	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	68	304								
12:15	12:30	0	10	0	3	29	4	0	10	2	0	5	0	2	3	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	80	319								
12:30	12:45	0	15	0	0	21	2	1	10	2	1	1	0	1	7	2	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	88	328								
12:45	13:00	0	10	0	2	24	5	1	4	2	0	0	0	0	5	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	68	322								
13:00	13:15	1	14	1	1	22	2	1	11	0	1	0	1	2	3	1	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	83	347								
13:15	13:30	3	16	0	0	32	1	1	7	1	0	1	1	0	5	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0	89	353								
13:30	13:45	0	9	0	1	27	2	1	6	0	0	2	0	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	82	348								
13:45	14:00	0	12	0	1	28	1	3	9	0	0	2	0	0	15	2	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	93	350								
14:00	14:15	2	13	0	2	19	2	0	15	0	0	4	0	2	7	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	0	0	0	0	89	345								
14:15	14:30	0	11	1	1	26	3	0	10	0	0	4	0	0	10	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	1	0	0	0	0	0	84	338								
14:30	14:45	1	12	1	2	28	2	0	10	0	1	3	0	1	8	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	0	0	0	84	326								
14:45	15:00	0	7	1	1	33	4	0	7	0	2	6	0	2	9	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	88	321								
15:00	15:15	0	17	0	1	22	1	0	12	0	0	3	0	1	5	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	82	305								
15:15	15:30	0	1	0	1	27	2	0	10	1	0	5	1	1	5	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	72	304								
15:30	15:45	1	11	1	0	29	6	0	3	0	0	3	0	1	5	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	79	315								
15:45	16:00	0	5	1	1	19	1	0	7	1	0	2	0	2	9	0	0	12	2	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	72	295								
16:00	16:15	1	15	0	0	21	1	0	10	0	0	4	0	0	11	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81	313								
16:15	16:30	2	9	0	2	30	5	4	3	0	0	4	0	1	7	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	83	301								
16:30	16:45	1	9	1	1	16	0	0	6	0	0	5	0	0	7	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	301								
16:45	17:00	0	11	1	1	25	3	0	11	1	1	4	0	1	8	1	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	1	0	0	0	0	90	327								
17:00	17:15	0	9	0	2	19	1	0	7	1	1	2	0	1	7	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	69	308								
17:15	17:30	0	10	0	3	31	4	0	11	2	0	5	0	2	3	2	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	83	314								

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : A

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTAL	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
17:30	17:45	0	11	0	0	23	2	1	10	2	1	1	0	1	7	2	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	85	315									
17:45	18:00	0	9	0	2	21	5	1	4	2	1	1	0	2	5	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	328									
18:00	18:15	2	11	1	2	17	2	0	11	0	2	3	0	1	8	2	0	8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	75	343										
18:15	18:30	3	12	2	2	15	2	0	14	0	1	3	0	1	7	2	0	12	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	84	360											
18:30	18:45	0	11	3	3	25	2	3	12	0	0	6	0	2	15	1	1	11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	366											
18:45	19:00	1	8	3	5	34	2	2	5	2	0	2	0	2	9	1	0	7	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	86	348												
19:00	19:15	0	20	1	1	36	8	0	5	0	0	4	1	1	7	1	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	339												
19:15	19:30	0	16	2	3	31	2	2	4	2	0	6	0	1	10	2	0	7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90													
19:30	19:45	1	12	2	2	32	5	1	4	1	0	2	0	1	6	0	0	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	80														
19:45	20:00	1	13	0	0	35	3	0	6	0	0	5	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77														

**Fichas de Aforo Vehicular Diario**  
**Acceso B**

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																			
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
06:30	06:45	1	7	1	6	31	8	4	9	0	2	3	1	0	2	1	1	11	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	402								
06:45	07:00	2	8	1	6	35	8	4	11	0	3	3	1	0	2	1	1	14	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	414								
07:00	07:15	1	5	0	11	33	3	3	5	0	1	1	0	2	4	0	0	13	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	87	431									
07:15	07:30	4	12	0	10	36	10	4	8	3	0	2	0	2	5	2	1	15	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	119	444									
07:30	07:45	2	15	1	12	28	3	2	8	1	3	0	1	1	4	0	0	17	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	104	422									
07:45	08:00	3	17	0	11	31	8	5	9	1	2	3	0	2	10	1	1	14	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	121	394									
08:00	08:15	3	8	1	8	27	5	3	5	1	0	3	0	7	2	2	0	15	0	0	0	0	0	0	1	6	0	1	0	0	1	1	0	0	100	371									
08:15	08:30	2	9	2	8	30	3	2	8	2	0	1	0	5	2	0	4	11	0	1	0	0	0	0	2	2	1	0	1	0	1	0	0	0	97	366									
08:30	08:45	1	6	0	5	23	4	3	5	0	2	3	0	2	3	1	1	12	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	76	366									
08:45	09:00	3	11	2	9	19	5	7	10	1	3	2	0	6	5	1	2	9	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	98	379									
09:00	09:15	2	11	0	1	36	4	5	8	1	4	1	0	4	9	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	95	373									
09:15	09:30	1	13	0	3	31	4	5	7	1	4	3	0	4	10	2	0	6	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	97	362									
09:30	09:45	1	11	2	9	40	2	1	9	1	0	2	0	2	4	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	349									
09:45	10:00	1	15	0	3	31	4	5	6	1	4	1	0	4	8	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92	348									
10:00	10:15	3	6	1	5	27	4	3	5	0	3	3	0	2	3	1	1	12	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	84	360									
10:15	10:30	2	5	0	11	31	3	2	5	0	2	1	0	2	4	0	0	11	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	84	375									
10:30	10:45	1	6	0	13	27	1	3	5	0	1	2	0	2	5	0	0	15	0	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	88	383									
10:45	11:00	3	13	2	9	19	5	7	11	1	3	2	0	6	7	1	2	10	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	104	404									
11:00	11:15	2	11	0	3	38	4	5	6	1	4	1	0	4	9	2	0	5	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	99	412									
11:15	11:30	1	6	0	11	33	3	3	7	0	1	1	0	2	5	0	0	13	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	92	423									
11:30	11:45	2	10	3	8	21	4	8	6	1	0	2	1	7	10	3	1	17	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	109	460										
11:45	12:00	4	16	2	10	28	4	4	6	2	3	1	0	4	5	5	2	10	1	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	112	459									

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR											
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	(Veh/h)
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	4	15	6	20	10	3	6	4	1	0	3	0	3	11	4	1	9	2	0	0	0	0	0	3	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	110	456							
12:15	12:30	6	10	1	15	15	8	8	10	4	1	2	0	8	11	4	1	18	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	129	468							
12:30	12:45	1	9	3	8	21	4	8	6	2	0	2	1	7	10	3	1	17	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	108	445								
12:45	13:00	8	13	3	6	20	6	7	2	2	2	5	0	6	9	3	1	12	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	109	431								
13:00	13:15	1	15	3	6	26	2	6	12	1	1	7	0	5	8	1	2	13	1	0	0	0	0	0	3	4	4	1	0	0	0	0	0	122	409									
13:15	13:30	5	11	2	9	24	5	7	10	1	3	2	0	6	5	1	2	10	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	106	381								
13:30	13:45	1	11	0	3	36	4	5	6	1	4	1	0	4	9	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	94	370								
13:45	14:00	1	5	0	11	33	3	3	5	0	1	1	0	2	4	0	0	13	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	87	374								
14:00	14:15	3	13	2	9	39	2	1	10	1	0	2	0	2	4	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	94	382								
14:15	14:30	1	14	0	3	35	4	5	6	1	4	1	0	4	8	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	95	379								
14:30	14:45	3	11	2	9	21	5	7	8	1	3	2	0	6	5	1	2	9	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	98	390								
14:45	15:00	2	9	2	8	29	3	2	8	2	0	1	0	5	2	0	4	10	0	1	0	0	0	0	2	2	1	0	1	0	1	0	0	95	404									
15:00	15:15	1	5	0	11	33	3	3	6	0	1	1	0	5	4	0	0	13	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	91	413									
15:15	15:30	8	11	3	6	21	6	7	2	1	2	5	0	5	10	3	1	12	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	106	409									
15:30	15:45	1	14	3	6	19	2	6	12	1	1	7	0	5	8	1	2	11	1	0	0	0	0	0	3	4	4	1	0	0	0	0	0	112	396									
15:45	16:00	5	13	2	9	21	5	7	10	1	3	2	0	6	5	1	2	9	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	104	377									
16:00	16:15	1	5	0	11	31	3	3	5	0	1	2	0	3	3	0	0	13	0	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	87	371									
16:15	16:30	1	13	2	9	40	2	1	8	1	0	2	0	2	4	1	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	93	381									
16:30	16:45	1	13	0	3	31	4	5	6	1	4	1	0	4	9	2	0	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	93	386									
16:45	17:00	1	15	0	3	36	4	5	6	1	4	1	0	4	9	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	98	390									
17:00	17:15	1	14	2	10	15	4	4	6	2	3	1	0	6	5	5	2	11	1	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	97	386									
17:15	17:30	2	11	6	20	10	3	6	4	1	0	3	0	3	7	4	1	7	2	0	0	0	0	0	3	1	2	1	1	0	0	0	0	98	395									

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																					
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS					BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR											
DIRECCIÓN	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶								
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
17:30 - 17:45	3	10	2	8	29	3	2	8	2	0	1	0	5	2	0	4	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	97	391			
17:45 - 18:00	1	9	0	11	32	3	3	6	0	1	1	0	5	4	0	0	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	390			
18:00 - 18:15	5	11	2	9	24	5	7	10	1	3	2	0	6	5	1	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	404			
18:15 - 18:30	1	11	0	3	36	4	5	6	1	4	1	0	4	9	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	435			
18:30 - 18:45	2	9	0	11	31	3	3	5	0	1	1	0	5	4	0	1	14	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	435			
18:45 - 19:00	1	15	3	6	21	2	6	11	1	1	7	0	5	8	1	2	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	108	437			
19:00 - 19:15	3	15	0	7	42	6	7	17	1	0	0	0	6	16	2	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	414			
19:15 - 19:30	3	13	2	9	40	2	1	9	1	0	2	0	2	4	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94				
19:30 - 19:45	1	15	0	3	36	4	5	6	1	4	1	0	4	9	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98				
19:45 - 20:00	5	11	2	3	30	1	3	4	0	1	2	0	4	8	0	0	7	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	85							

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	(Veh/h)
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	1	2	0	3	27	3	0	1	2	1	1	0	3	4	1	1	19	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	75	322				
06:45	07:00	1	4	0	3	33	3	0	4	2	1	3	0	3	4	1	1	21	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	346				
07:00	07:15	1	7	1	7	18	5	1	9	0	2	1	0	1	2	0	1	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	71	386					
07:15	07:30	2	3	0	4	36	3	3	5	1	1	1	0	2	4	1	0	16	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	87	413					
07:30	07:45	4	10	3	3	35	7	2	8	2	0	0	0	6	2	0	0	13	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	99	409					
07:45	08:00	5	21	0	8	37	5	4	7	2	0	4	0	1	7	1	2	17	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	129	409					
08:00	08:15	5	15	0	7	16	5	3	12	0	1	4	0	2	7	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	98	370					
08:15	08:30	3	6	1	7	18	4	5	9	0	0	5	0	4	5	1	0	8	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	83	370					
08:30	08:45	2	12	4	5	19	1	2	9	1	2	4	0	10	5	2	0	10	0	1	0	1	0	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	99	389					
08:45	09:00	1	3	1	9	15	7	3	4	1	2	2	0	5	10	1	1	11	2	0	0	0	1	0	0	3	6	0	0	0	0	2	0	0	90	384					
09:00	09:15	3	9	2	6	22	3	7	8	2	1	0	0	7	5	1	2	15	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	98	412					
09:15	09:30	1	7	2	9	22	4	6	6	2	0	1	1	5	7	1	1	19	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	102	421					
09:30	09:45	0	8	0	10	23	13	2	5	1	1	2	0	5	2	1	1	11	2	0	0	0	1	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	94	413					
09:45	10:00	2	9	1	9	30	3	7	22	0	2	0	1	2	9	4	1	12	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	118	440					
10:00	10:15	2	9	2	10	32	4	1	5	4	3	2	0	2	13	0	0	11	0	1	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	107	418					
10:15	10:30	3	8	2	2	27	3	5	4	2	1	3	0	4	6	3	0	12	1	1	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	94	431					
10:30	10:45	2	6	1	7	33	5	10	10	4	1	1	0	7	13	3	1	12	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	121	443					
10:45	11:00	6	13	2	11	16	2	3	3	1	1	1	0	4	11	4	1	13	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	96	435						
11:00	11:15	1	13	1	8	38	1	3	4	4	0	4	1	3	11	5	0	16	1	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	120	446						
11:15	11:30	3	7	1	4	30	3	5	9	2	2	2	1	9	3	2	3	11	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	1	0	0	0	0	106	432						
11:30	11:45	4	6	1	12	34	7	6	6	0	2	0	0	9	10	2	1	10	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	113	424						
11:45	12:00	3	9	0	11	18	5	1	13	1	1	4	0	7	12	2	0	13	0	1	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	107	438						

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)												
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR					
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	2	8	5	6	27	5	4	7	3	0	3	0	7	6	2	1	13	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	1	1	0	0	0	0	106	414		
12:15	12:30	2	9	3	12	36	3	1	7	4	1	3	0	3	4	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	407		
12:30	12:45	5	10	4	14	31	2	6	7	2	1	5	0	7	7	4	1	14	1	0	1	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	127	421		
12:45	13:00	3	6	1	7	18	4	5	9	0	0	5	0	4	5	1	0	8	0	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	83	384		
13:00	13:15	2	12	4	5	19	1	2	9	1	2	4	0	10	5	2	0	10	0	1	0	1	0	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	99	399		
13:15	13:30	5	17	0	6	20	4	7	10	1	0	7	0	6	7	1	2	15	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	112	413	
13:30	13:45	1	3	1	9	15	7	3	4	1	2	2	0	5	10	1	1	11	2	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	2	0	0	90	399		
13:45	14:00	3	9	2	6	22	3	7	8	2	1	0	0	7	5	1	2	15	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	98	392		
14:00	14:15	5	21	0	8	27	5	4	7	2	0	4	0	1	7	1	2	11	1	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	113	397		
14:15	14:30	5	15	0	7	16	5	3	12	0	1	4	0	2	7	0	1	14	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	98	374		
14:30	14:45	3	6	1	7	18	4	5	9	0	0	5	0	4	5	1	0	8	0	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	83	360		
14:45	15:00	5	17	0	6	15	4	7	10	1	0	7	0	6	7	1	2	11	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	103	369	
15:00	15:15	1	3	1	9	15	7	3	4	1	2	2	0	5	10	1	1	11	2	0	0	0	0	1	0	0	3	6	0	0	0	0	2	0	0	90	359	
15:15	15:30	1	10	2	9	12	6	2	4	0	1	3	0	4	7	2	2	15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	84	369		
15:30	15:45	6	7	0	11	23	3	6	5	0	1	1	0	7	7	3	1	9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92	383		
15:45	16:00	0	10	1	9	24	1	3	2	3	1	1	0	8	8	3	2	10	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	93	387		
16:00	16:15	1	6	1	8	29	3	2	7	1	0	2	0	4	10	3	1	15	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	100	412			
16:15	16:30	1	8	0	14	26	3	2	10	2	0	3	1	3	6	2	1	10	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	98	401		
16:30	16:45	5	4	1	6	27	2	2	12	2	1	5	0	8	7	1	1	9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	96	410		
16:45	17:00	2	17	0	4	32	5	5	9	0	2	3	1	5	7	3	1	13	1	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	1	1	0	118	413			
17:00	17:15	4	12	2	7	18	1	4	6	3	4	2	0	6	9	0	0	6	1	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	89	408			
17:15	17:30	2	9	2	10	32	4	1	5	4	3	2	0	2	13	0	0	11	0	1	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	107	426			

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES				CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																				
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR													
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
17:30	17:45	3	8	2	2	27	3	5	4	2	1	3	0	4	11	3	0	12	1	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	99	446					
17:45	18:00	4	6	1	12	34	7	6	6	0	2	0	0	9	10	2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	113	460					
18:00	18:15	3	9	0	11	18	5	1	13	1	1	4	0	7	12	2	0	13	0	1	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	431					
18:15	18:30	6	17	1	5	47	4	3	8	0	0	9	1	3	6	0	1	8	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	444					
18:30	18:45	4	11	3	7	34	4	7	4	3	0	2	0	5	11	2	1	8	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	113	437						
18:45	19:00	1	14	1	6	25	2	3	5	1	2	3	0	3	7	0	0	7	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	84	443						
19:00	19:15	2	16	7	5	40	3	1	2	3	1	2	0	5	14	0	1	10	1	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	120	448							
19:15	19:30	2	22	3	4	35	4	3	13	4	0	2	1	5	9	1	2	8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120							
19:30	19:45	0	13	2	8	40	0	5	13	3	2	6	0	4	13	1	2	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119							
19:45	20:00	1	11	4	6	24	2	1	15	0	3	2	1	4	8	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	89							

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Juan Portal  
**INTERSECCION** : Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B  
**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS	MINIBUS		BUS	CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR																	
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	2	6	2	6	21	8	3	5	1	0	2	0	2	0	1	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	342		
06:45	07:00	1	9	0	5	27	3	3	9	0	1	2	0	3	6	0	13	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	87	387		
07:00	07:15	3	6	2	6	25	9	3	5	1	0	4	0	2	2	0	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	387		
07:15	07:30	3	10	0	6	29	3	3	10	0	1	2	0	3	6	0	15	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	96	428		
07:30	07:45	6	12	0	8	37	7	2	6	2	2	3	0	7	4	1	17	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	118	442		
07:45	08:00	0	9	1	4	22	9	1	3	1	0	2	0	6	5	2	14	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	2	87	418		
08:00	08:15	0	13	0	8	47	7	5	8	0	0	3	0	2	4	1	22	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	127	445		
08:15	08:30	5	6	2	11	37	4	6	5	2	2	2	1	2	7	1	9	0	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	110	385		
08:30	08:45	0	8	0	5	31	9	2	5	0	1	3	0	0	9	2	14	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	94	367		
08:45	09:00	3	12	1	8	20	9	12	6	0	2	1	1	7	9	3	12	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	1	0	114	360	
09:00	09:15	3	5	1	1	17	1	3	6	1	0	3	0	3	6	4	8	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	67	324		
09:15	09:30	3	7	1	12	24	1	4	9	0	2	2	0	7	4	2	8	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	92	344		
09:30	09:45	2	10	2	12	24	4	5	1	0	0	2	1	6	6	2	5	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	87	361		
09:45	10:00	4	8	1	4	19	4	3	5	2	0	4	0	4	6	2	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	78	394		
10:00	10:15	1	10	0	9	25	7	2	4	0	0	1	0	3	5	0	10	1	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	87	401			
10:15	10:30	5	10	1	7	28	3	3	5	3	1	4	0	6	8	0	17	1	1	0	0	0	0	2	3	0	1	0	0	0	109	411			
10:30	10:45	5	10	1	14	22	8	5	8	2	1	3	0	8	3	4	13	0	1	0	0	0	0	3	2	2	0	2	2	0	120	416			
10:45	11:00	1	7	1	4	26	2	4	4	4	0	2	0	7	6	1	7	1	2	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	85	392			
11:00	11:15	4	5	0	17	24	2	3	7	1	0	4	1	4	10	3	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	97	421			
11:15	11:30	3	12	1	8	20	9	12	6	0	2	1	1	7	9	3	12	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	1	114	429		
11:30	11:45	3	5	4	5	20	7	6	7	0	1	1	0	3	12	3	13	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	96	423			
11:45	12:00	1	7	2	14	31	5	8	5	2	1	5	1	8	5	3	8	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	0	0	0	114	421			

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Juan Portal  
**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B  
**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS			MINIBUS					BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	5	8	4	11	20	3	3	7	1	2	1	0	7	10	2	1	12	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	105	426								
12:15	12:30	3	7	1	12	24	1	4	9	0	2	2	0	7	13	2	0	15	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	108	388									
12:30	12:45	3	5	3	9	21	4	4	2	2	2	1	3	11	2	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	94	412									
12:45	13:00	2	10	2	8	27	2	4	8	3	2	8	0	2	8	2	3	18	2	1	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	119	396									
13:00	13:15	3	5	1	1	17	1	3	6	1	0	3	0	3	6	4	0	8	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	67	364									
13:15	13:30	4	20	3	4	25	2	6	6	2	1	6	0	11	13	4	2	14	1	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	0	0	1	0	132	393										
13:30	13:45	4	8	1	4	19	4	3	5	2	0	4	0	4	6	2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	78	353									
13:45	14:00	0	9	1	4	22	9	1	3	1	0	2	0	6	5	2	0	14	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	2	0	87	372									
14:00	14:15	5	8	4	6	20	3	3	7	1	2	1	0	7	10	2	1	12	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	96	399									
14:15	14:30	3	7	1	12	24	1	4	9	0	2	2	0	7	4	2	0	8	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	92	421								
14:30	14:45	4	5	0	17	24	2	3	7	1	0	4	1	4	10	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	97	405									
14:45	15:00	3	12	1	8	20	9	12	6	0	2	1	1	7	9	3	2	12	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	1	0	114	401									
15:00	15:15	4	11	1	9	25	3	2	11	2	3	7	0	6	10	2	1	12	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	1	1	0	0	118	386										
15:15	15:30	2	8	3	10	18	1	2	6	1	2	1	0	4	3	0	2	10	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	76	364										
15:30	15:45	0	4	0	3	23	3	5	4	2	2	5	0	9	10	2	1	10	1	0	0	0	0	0	2	4	2	0	1	0	0	0	0	93	380										
15:45	16:00	2	7	1	13	24	5	5	6	3	2	6	0	3	4	2	2	10	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	99	374										
16:00	16:15	5	8	4	6	20	3	3	7	1	2	1	0	7	10	2	1	12	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	96	398										
16:15	16:30	3	7	1	12	24	1	4	9	0	2	2	0	7	4	2	0	8	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	92	398									
16:30	16:45	2	10	2	12	24	4	5	1	0	0	2	1	6	6	2	0	5	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	87	402										
16:45	17:00	1	13	1	5	35	3	5	10	4	2	4	1	9	8	5	3	10	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	123	407										
17:00	17:15	3	5	5	10	28	5	3	6	0	0	2	0	3	11	1	3	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	96	381										
17:15	17:30	5	8	4	6	20	3	3	7	1	2	1	0	7	10	2	1	12	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	96	399										

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																															
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS					BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR																					
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷									
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
17:30	17:45	3	7	1	12	24	1	4	9	0	2	2	0	7	4	2	0	8	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	92	404													
17:45	18:00	4	5	0	17	24	2	3	7	1	0	4	1	4	10	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	97	421													
18:00	18:15	3	12	1	8	20	9	12	6	0	2	1	1	7	9	3	2	12	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	114	422														
18:15	18:30	1	10	0	9	25	7	11	4	0	0	1	0	3	5	0	1	15	1	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	403													
18:30	18:45	4	12	1	7	20	5	6	11	1	1	5	0	4	10	0	0	9	2	0	0	1	0	0	4	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	109	426														
18:45	19:00	3	11	3	3	26	3	3	7	1	0	4	0	1	9	0	3	11	1	0	0	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0	1	0	0	98	399															
19:00	19:15	3	12	1	2	23	1	4	6	1	0	3	0	5	11	4	0	13	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	95	382															
19:15	19:30	4	15	3	4	25	2	6	6	2	1	6	0	8	13	4	2	14	1	0	0	0	0	0	3	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	124														
19:30	19:45	4	12	1	4	19	4	3	5	2	0	4	0	4	6	2	1	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82														
19:45	20:00	2	9	2	12	21	4	5	1	0	0	2	1	6	4	2	0	5	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81															

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS									BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																						
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
06:30	06:45	1	8	4	6	18	4	2	2	0	0	0	0	1	3	1	3	13	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	71	310									
06:45	07:00	1	9	4	5	21	4	2	2	0	0	0	0	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	76	313									
07:00	07:15	0	12	1	5	27	0	3	3	0	1	2	0	2	5	0	1	12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	345									
07:15	07:30	2	11	1	7	22	4	2	0	0	1	3	0	2	6	0	1	21	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	88	379									
07:30	07:45	2	9	0	6	22	3	1	6	0	3	2	1	2	4	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	74	394									
07:45	08:00	8	11	2	7	34	0	7	6	0	0	4	0	1	8	1	1	15	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	108	417									
08:00	08:15	2	13	2	7	39	4	4	5	1	2	5	0	3	4	0	1	13	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	109	400									
08:15	08:30	1	9	1	7	31	4	2	4	0	3	5	0	2	11	1	2	13	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	0	0	0	0	0	103	413										
08:30	08:45	1	5	0	8	29	7	3	10	0	1	0	0	2	6	3	0	16	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	97	397									
08:45	09:00	1	12	0	9	26	2	1	5	2	1	3	0	6	4	3	0	11	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	91	394									
09:00	09:15	7	10	1	12	36	4	4	7	1	2	1	0	3	7	3	4	9	2	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	122	399										
09:15	09:30	2	9	1	7	20	3	5	5	2	1	2	0	6	6	1	0	11	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	87	377										
09:30	09:45	3	4	1	15	32	0	5	5	1	4	1	0	1	5	1	0	10	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	94	398										
09:45	10:00	4	9	2	7	24	2	4	3	3	1	2	0	8	5	2	1	10	3	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	96	400										
10:00	10:15	1	7	4	11	25	3	1	9	2	2	6	0	3	7	1	2	12	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	100	401										
10:15	10:30	5	11	0	7	22	5	4	7	2	2	1	1	4	9	0	2	16	0	0	0	0	0	0	3	4	1	0	1	0	1	0	0	108	408										
10:30	10:45	0	4	2	9	24	7	4	9	1	1	2	0	4	7	3	2	13	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	96	408										
10:45	11:00	4	9	1	7	23	1	7	4	1	2	4	1	6	4	3	3	10	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	1	0	0	97	419										
11:00	11:15	1	7	0	12	27	6	4	6	1	2	5	0	7	5	0	2	15	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	107	430										
11:15	11:30	0	9	4	11	34	3	2	9	1	3	1	0	3	8	0	0	15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	108	436										
11:30	11:45	7	4	4	8	35	7	3	1	1	1	1	0	6	9	2	1	11	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	107	438										
11:45	12:00	0	8	1	8	35	5	3	1	1	0	2	0	4	14	3	1	11	0	1	0	0	0	0	6	2	1	1	0	0	0	0	0	108	425										

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS			MINIBUS	BUS		CAMIONES		VOLQUETE			REMOLCADOR														
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	6	9	2	2	35	2	6	4	3	1	6	0	4	11	6	0	12	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	113	419	
12:15	12:30	3	8	0	2	36	5	1	10	2	1	2	0	5	8	3	1	17	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	110	410	
12:30	12:45	1	8	0	10	21	7	5	12	1	2	2	0	7	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	94	407	
12:45	13:00	5	10	2	6	33	3	4	5	1	1	3	0	2	5	0	1	11	1	0	0	0	0	0	5	2	0	1	1	0	0	0	102	439	
13:00	13:15	5	15	3	3	22	3	6	16	2	1	2	0	4	6	1	3	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	104	434
13:15	13:30	8	9	1	5	32	1	3	6	2	1	2	0	6	8	4	0	11	0	1	0	0	0	0	1	3	0	2	0	0	1	0	0	107	437
13:30	13:45	2	10	1	5	39	5	8	11	4	0	0	0	10	10	6	2	10	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	126	438
13:45	14:00	4	9	1	7	23	1	7	4	1	2	4	1	6	4	3	3	10	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	1	0	0	97	434
14:00	14:15	1	7	0	12	27	6	4	6	1	2	5	0	7	5	0	2	15	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	107	424
14:15	14:30	0	9	4	11	34	3	2	9	1	3	1	0	3	8	0	0	15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	108	411
14:30	14:45	7	10	1	12	36	4	4	7	1	2	1	0	3	7	3	4	9	2	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	122	399
14:45	15:00	2	9	1	7	20	3	5	5	2	1	2	0	6	6	1	0	11	1	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	87	377
15:00	15:15	3	4	1	15	32	0	5	5	1	4	1	0	1	5	1	0	10	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	94	380
15:15	15:30	4	9	2	7	24	2	4	3	3	1	2	0	8	5	2	1	10	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	96	386
15:30	15:45	1	7	4	11	25	3	1	9	2	2	6	0	3	7	1	2	12	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	100	382
15:45	16:00	5	4	4	4	17	5	5	11	0	1	1	0	2	7	3	5	11	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	90	362
16:00	16:15	4	5	1	10	28	0	8	4	2	2	5	0	4	7	2	0	7	0	1	0	0	0	0	4	5	0	1	0	0	0	0	0	100	382
16:15	16:30	3	8	2	10	19	7	4	6	2	1	3	0	10	3	2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	92	366
16:30	16:45	4	7	0	5	19	2	5	3	0	0	2	0	4	2	3	0	16	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	1	0	0	80	374
16:45	17:00	1	11	1	5	23	2	9	5	3	1	5	1	3	9	2	2	14	1	1	0	0	0	0	4	2	0	1	2	0	2	0	0	110	388
17:00	17:15	3	8	0	8	27	0	3	4	1	0	2	0	5	4	1	1	9	1	1	0	0	1	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	84	380
17:15	17:30	2	6	2	7	26	4	6	13	0	1	2	0	2	7	2	1	13	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	100	400

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Juan Portal  
**INTERSECCION** : Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B  
**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)												
	LINEALES		MOTOTAXIS				AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS	BUS	CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR														
DIRECCIÓN	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
17:30	17:45	1	8	0	10	21	7	5	12	1	2	2	0	7	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	94	407
17:45	18:00	5	10	2	6	33	3	4	5	1	1	3	0	2	5	0	1	11	1	0	0	0	0	0	5	2	0	1	1	0	0	0	0	102	439
18:00	18:15	5	15	3	3	22	3	6	16	2	1	2	0	4	6	1	3	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	104	450
18:15	18:30	8	9	1	5	32	1	3	6	2	1	2	0	6	8	4	0	11	0	1	0	0	0	0	1	3	0	2	0	0	1	0	0	107	472
18:30	18:45	2	10	1	5	39	5	8	11	4	0	0	0	10	10	6	2	10	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	126	468
18:45	19:00	2	15	3	5	38	2	3	9	0	3	4	0	5	9	0	2	8	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	113	450
19:00	19:15	2	16	2	7	37	3	3	14	1	2	7	0	4	10	1	4	8	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	126	429
19:15	19:30	3	25	1	6	24	7	4	8	1	0	4	0	1	8	1	0	7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	103	
19:30	19:45	0	9	0	6	42	3	6	8	0	3	5	0	6	9	2	1	4	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	108	
19:45	20:00	2	13	2	5	26	3	2	5	2	1	3	1	5	9	1	0	5	3	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	92	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES		MOTOTAXIS	AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS			MINIBUS		BUS		CAMIONES				VOLQUETE		REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	2	4	0	10	27	6	1	5	0	1	2	0	1	5	0	1	15	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	87	335	
06:45	07:00	1	7	0	8	21	5	0	4	1	1	1	0	3	4	1	0	11	1	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	75	359			
07:00	07:15	1	4	0	11	30	6	1	5	0	1	3	0	1	4	0	1	17	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	91	396			
07:15	07:30	2	8	0	7	22	7	0	3	1	1	2	0	3	6	1	0	12	1	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	82	419			
07:30	07:45	5	12	1	7	34	4	3	5	2	1	3	0	2	9	2	1	15	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	111	444			
07:45	08:00	2	17	1	8	31	6	1	7	2	1	1	1	1	9	0	5	13	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	0	0	0	112	433			
08:00	08:15	4	10	2	8	35	6	6	3	0	2	4	0	1	9	0	1	16	0	1	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	114	404			
08:15	08:30	0	9	0	11	32	6	4	9	2	2	1	0	3	4	1	2	16	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	107	393			
08:30	08:45	2	9	0	8	34	4	3	2	0	5	0	0	1	8	0	4	13	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	100	388			
08:45	09:00	3	8	2	7	23	1	4	4	1	0	1	0	7	4	2	0	14	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	83	382			
09:00	09:15	1	4	2	5	24	0	6	11	0	2	1	1	9	12	2	2	14	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	103	391			
09:15	09:30	3	9	0	5	26	4	4	12	2	3	3	1	5	4	1	3	12	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	102	399			
09:30	09:45	4	8	3	4	32	3	2	7	2	0	6	0	1	10	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	1	0	0	0	0	94	397			
09:45	10:00	2	6	1	10	23	5	2	4	0	4	3	0	3	7	3	3	12	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	92	387			
10:00	10:15	2	14	2	7	22	6	8	8	2	1	1	0	5	14	1	2	10	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0	111	398			
10:15	10:30	4	10	1	4	26	2	3	6	2	2	1	0	9	5	1	1	17	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	100	386			
10:30	10:45	3	9	2	7	23	1	4	4	1	0	1	0	7	4	2	0	14	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	84	375			
10:45	11:00	1	4	2	5	24	0	6	11	0	2	1	1	9	12	2	2	14	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	103	405			
11:00	11:15	3	9	0	5	25	4	4	10	2	3	3	1	4	4	1	3	13	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	99	422			
11:15	11:30	4	9	3	4	32	1	2	7	2	0	6	0	1	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	89	422			
11:30	11:45	2	12	4	14	21	3	5	9	1	1	2	1	7	12	1	1	14	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	114	434			
11:45	12:00	0	3	2	10	35	9	5	8	1	5	4	0	7	9	1	0	11	1	0	0	0	2	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	120	414			

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTAL	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	3	11	1	8	23	4	3	4	3	2	3	0	3	14	2	0	10	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	394										
12:15	12:30	3	6	2	7	35	8	3	6	1	0	2	0	2	4	3	3	11	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	101	422											
12:30	12:45	3	5	2	5	29	7	5	9	3	0	2	0	3	6	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	94	410											
12:45	13:00	3	7	3	8	20	5	3	3	4	0	1	1	9	10	2	4	13	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	100	430											
13:00	13:15	2	15	3	8	34	4	3	8	2	2	4	1	8	8	1	4	14	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	127	450											
13:15	13:30	4	9	3	4	32	1	2	7	2	0	6	0	1	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	89	422											
13:30	13:45	2	12	4	14	21	3	5	9	1	1	2	1	7	12	1	1	14	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	114	416											
13:45	14:00	0	3	2	10	35	9	5	8	1	5	4	0	7	9	1	0	11	1	0	0	0	2	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	120	405											
14:00	14:15	3	11	1	8	23	4	3	4	3	2	3	0	3	14	2	0	10	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	99	387											
14:15	14:30	3	8	2	7	23	1	4	4	1	0	1	0	7	4	2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	83	382											
14:30	14:45	1	4	2	5	24	0	6	11	0	2	1	1	9	12	2	2	14	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	103	399											
14:45	15:00	3	9	0	5	26	4	4	12	2	3	3	1	5	4	1	3	12	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	102	410											
15:00	15:15	4	8	3	4	32	3	2	7	2	0	6	0	1	10	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	94	397											
15:15	15:30	4	10	1	4	26	2	3	6	2	2	1	0	9	5	1	1	17	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	100	417											
15:30	15:45	4	10	2	8	35	6	6	3	0	2	4	0	1	9	0	1	16	0	1	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	114	437											
15:45	16:00	4	9	3	4	32	1	2	7	2	0	6	0	1	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	89	424											
16:00	16:15	2	12	4	14	21	3	5	9	1	1	2	1	7	12	1	1	14	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	114	449											
16:15	16:30	0	3	2	10	35	9	5	8	1	5	4	0	7	9	1	0	11	1	0	0	0	2	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	120	418											
16:30	16:45	3	11	1	8	23	4	3	4	3	2	4	0	3	14	2	0	10	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	101	401											
16:45	17:00	4	10	2	8	35	6	6	3	0	2	4	0	1	9	0	1	16	0	1	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	114	402											
17:00	17:15	3	8	2	7	23	1	4	4	1	0	1	0	7	4	2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	83	385											
17:15	17:30	1	4	2	5	24	0	6	11	0	2	1	1	9	12	2	2	14	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	103	416											

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Juan Portal  
**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : B  
**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTAL	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
17:30	17:45	3	9	0	5	26	4	4	12	2	3	3	1	5	4	1	3	12	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	413									
17:45	18:00	5	8	3	5	32	3	2	7	3	0	6	0	1	10	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	97	417										
18:00	18:15	4	10	2	8	35	6	6	3	0	2	4	0	1	9	0	1	16	0	1	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	114	433										
18:15	18:30	4	10	1	4	26	2	3	6	2	2	1	0	9	5	1	1	17	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	100	455										
18:30	18:45	3	12	0	6	33	3	3	10	0	2	2	1	5	9	1	2	10	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	481										
18:45	19:00	2	21	1	1	33	3	2	16	1	1	2	0	4	10	1	1	10	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	479										
19:00	19:15	1	22	3	8	33	7	5	6	5	0	10	0	13	3	0	3	15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	469										
19:15	19:30	3	10	2	9	42	5	3	14	1	0	2	0	9	15	0	0	8	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126											
19:30	19:45	4	13	3	3	41	4	6	4	1	0	1	0	2	12	2	1	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104											
19:45	20:00	0	18	5	4	28	4	1	15	2	1	1	0	6	6	1	3	5	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103											

**Fichas de Aforo Vehicular Diario**  
**Acceso C**

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San Martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																					
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS	MINIBUS			BUS				CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR														
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	1	2	0	1	2	7	3	1	1	1	1	2	4	1	5	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	37	182					
06:45	07:00	0	6	1	1	9	4	1	2	1	2	2	5	1	7	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	50	210					
07:00	07:15	0	3	2	0	5	12	1	6	3	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	0	0	1	0	49	219						
07:15	07:30	0	5	0	0	10	5	2	3	3	0	0	3	2	5	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	46	232						
07:30	07:45	0	2	1	3	16	11	2	5	2	0	2	1	2	4	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	2	2	0	4	0	0	1	0	65	251					
07:45	08:00	3	8	1	4	9	4	1	8	2	0	0	0	2	5	1	0	0	3	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	3	0	0	1	0	59	262					
08:00	08:15	0	5	5	0	13	8	0	7	4	0	0	1	1	8	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	62	269					
08:15	08:30	0	11	2	1	11	8	0	1	1	0	1	3	1	10	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	3	1	1	1	0	65	276					
08:30	08:45	2	5	5	1	6	6	0	10	3	1	3	3	2	9	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0	0	76	293					
08:45	09:00	4	8	1	4	9	4	1	9	2	0	0	0	2	5	1	0	0	2	0	0	3	0	1	0	0	2	2	0	3	0	0	3	0	66	285					
09:00	09:15	1	5	2	4	8	8	1	8	3	1	2	2	1	7	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	4	0	69	293					
09:15	09:30	2	3	2	1	12	11	0	9	2	1	3	2	2	11	6	0	0	2	0	0	1	0	1	0	4	2	0	0	2	0	0	3	0	82	306					
09:30	09:45	0	10	2	1	5	14	2	4	2	0	2	0	4	8	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	1	0	0	1	0	68	290					
09:45	10:00	1	2	2	4	9	8	1	8	3	1	2	2	1	10	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	4	0	74	301					
10:00	10:15	0	3	2	1	12	11	0	9	2	1	3	2	2	12	6	0	0	2	0	0	1	0	1	0	5	2	0	0	2	0	0	3	0	82	305					
10:15	10:30	1	8	2	1	5	15	2	4	2	0	2	0	4	7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	66	304					
10:30	10:45	0	7	4	3	12	5	0	4	0	0	3	2	5	9	11	0	2	0	0	0	1	0	2	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	79	317					
10:45	11:00	1	3	2	5	9	8	1	8	3	1	2	2	1	11	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	6	1	0	0	0	0	4	0	78	306					
11:00	11:15	2	6	5	1	6	6	0	12	3	1	4	3	2	9	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	5	1	1	2	0	0	0	0	81	280					
11:15	11:30	0	3	2	1	11	10	0	9	2	1	3	2	2	11	6	0	0	2	0	0	1	0	1	0	4	3	0	0	2	0	0	3	0	79	279					
11:30	11:45	2	9	2	1	5	14	2	4	2	0	2	0	4	8	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	68	264					
11:45	12:00	0	8	2	0	2	3	3	5	0	1	1	0	2	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4	3	0	1	0	52	275						

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR																		
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸								
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	2	6	3	1	11	2	0	7	3	0	2	1	4	13	9	0	2	1	0	0	0	0	0	0	5	2	0	4	0	0	2	0	80	299						
12:15	12:30	1	4	1	3	12	6	1	10	1	0	2	3	3	4	2	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	64	298					
12:30	12:45	0	8	4	3	11	5	0	4	0	0	3	2	5	9	11	0	2	0	0	0	1	0	2	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	79	301					
12:45	13:00	2	3	2	4	9	8	1	8	3	1	2	2	1	10	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	4	0	76	298					
13:00	13:15	0	3	2	1	12	10	0	9	2	1	3	2	2	11	6	0	0	2	0	0	1	0	1	0	4	2	0	0	2	0	0	3	0	79	292					
13:15	13:30	1	9	2	1	5	15	2	4	2	0	2	0	4	7	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	67	275						
13:30	13:45	1	5	5	1	7	6	0	10	3	1	3	3	2	9	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0	0	76	276					
13:45	14:00	3	8	1	4	9	4	1	12	2	0	0	0	2	6	1	0	0	2	0	0	3	0	1	0	0	3	2	0	3	0	0	3	0	70	275					
14:00	14:15	0	6	5	0	13	8	0	7	4	0	0	1	1	7	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	62	262					
14:15	14:30	0	10	2	1	11	8	0	1	1	0	1	3	1	12	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	2	0	3	1	1	1	0	68	261					
14:30	14:45	1	5	5	1	6	6	0	10	3	1	3	3	2	9	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0	0	75	258					
14:45	15:00	2	7	1	4	9	4	1	8	2	0	0	0	2	5	1	0	0	3	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	3	0	0	1	0	57	259					
15:00	15:15	0	5	5	0	12	8	0	7	4	0	0	1	1	7	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	61	280					
15:15	15:30	0	11	2	1	11	8	0	1	1	0	1	3	1	10	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	3	1	1	1	0	65	286					
15:30	15:45	1	3	2	4	9	8	1	8	3	1	2	2	1	11	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	4	0	76	290					
15:45	16:00	0	2	1	1	13	10	0	9	2	1	3	2	2	11	6	0	0	2	0	0	1	0	1	0	4	2	0	0	2	0	0	3	0	78	292					
16:00	16:15	1	9	2	1	5	15	2	4	2	0	2	0	4	7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	67	283					
16:15	16:30	1	10	2	1	5	15	2	4	2	0	2	0	4	8	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	69	283					
16:30	16:45	1	5	6	1	6	6	0	11	3	1	3	3	2	10	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0	0	78	291					
16:45	17:00	2	4	2	2	15	7	1	8	1	0	2	2	0	8	7	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	69	289					
17:00	17:15	0	5	3	5	11	9	1	7	0	0	0	2	1	10	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	67	281						
17:15	17:30	1	2	2	4	9	8	1	8	3	1	2	2	1	13	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	4	0	77	293					

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)											
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR														
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D							
17:30	17:45	0	3	2	1	12	9	0	7	2	1	3	2	2	9	6	0	0	2	0	0	1	0	1	0	5	3	0	0	2	0	0	3	0	76	284	
17:45	18:00	2	1	2	1	6	15	2	4	2	0	2	0	4	7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	61	287	
18:00	18:15	1	5	5	1	7	6	0	12	3	1	3	3	2	10	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0	0	79	290	
18:15	18:30	0	10	2	1	12	8	0	1	1	0	1	3	1	12	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0	3	1	1	1	0	68	276	
18:30	18:45	2	6	5	1	7	6	0	11	3	1	3	3	2	9	4	0	2	1	0	0	2	1	0	0	2	4	1	1	2	0	0	0	0	79	280	
18:45	19:00	0	9	1	2	5	14	2	4	2	0	2	0	4	6	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	64	265	
19:00	19:15	0	3	2	2	14	7	1	8	1	0	2	2	0	8	7	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	65	263	
19:15	19:30	1	6	3	5	12	9	1	8	0	0	0	2	1	11	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	72	
19:30	19:45	1	6	1	2	12	8	1	9	1	1	0	0	1	10	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	64	
19:45	20:00	1	6	1	1	8	9	1	5	2	1	2	0	1	10	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	2	0	0	2	0	62	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
06:30	06:45	0	3	2	1	9	6	1	3	1	0	1	2	5	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	44	196						
06:45	07:00	1	3	2	2	7	6	2	7	1	1	0	1	0	8	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	50	199						
07:00	07:15	2	4	2	1	11	7	1	3	1	0	1	2	4	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	50	231						
07:15	07:30	0	3	0	2	8	7	2	4	3	0	0	0	0	5	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1	3	6	0	1	1	0	1	0	52	253						
07:30	07:45	1	10	0	1	4	14	0	3	4	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	47	292						
07:45	08:00	1	16	4	2	9	9	0	5	0	0	2	1	0	9	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	2	5	3	0	6	0	0	0	0	82	326						
08:00	08:15	1	9	3	3	5	8	0	6	0	0	3	1	0	11	4	0	1	0	0	1	2	0	2	0	2	1	1	0	7	0	0	1	0	72	318						
08:15	08:30	1	11	5	4	12	4	4	11	4	0	1	0	5	13	4	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	5	2	0	0	0	0	1	0	91	316						
08:30	08:45	2	10	2	1	7	4	1	14	2	1	2	2	3	10	6	1	2	2	0	0	0	0	1	0	2	4	1	0	1	0	0	0	0	81	302						
08:45	09:00	0	3	3	0	14	7	1	4	2	1	1	2	1	13	5	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	4	1	0	6	1	0	0	0	74	274						
09:00	09:15	1	4	1	5	5	3	2	8	3	0	1	4	2	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	1	5	0	0	1	0	70	250						
09:15	09:30	1	4	4	1	13	7	1	9	5	0	1	1	3	7	7	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	4	0	0	0	0	77	236						
09:30	09:45	1	4	0	3	4	2	1	4	1	2	1	1	1	9	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	8	2	0	1	0	53	219					
09:45	10:00	0	1	1	1	5	7	3	2	4	0	1	1	4	6	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	1	1	0	0	0	50	238						
10:00	10:15	0	2	3	1	11	7	2	7	3	1	1	2	0	8	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	56	269						
10:15	10:30	0	3	3	2	4	6	1	5	5	0	2	0	2	8	4	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	5	0	0	2	1	0	2	0	60	284						
10:30	10:45	0	4	4	0	8	5	0	7	7	0	0	0	1	8	6	0	3	1	0	1	0	0	1	0	1	4	3	0	5	0	0	3	0	72	283						
10:45	11:00	0	3	5	4	7	5	5	2	7	1	3	1	3	9	7	1	2	3	0	0	0	0	1	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	81	280						
11:00	11:15	1	5	3	0	11	7	2	2	6	0	0	1	1	6	6	1	3	0	0	0	0	0	1	0	2	6	1	0	5	1	0	0	0	71	250						
11:15	11:30	2	3	8	1	4	10	0	4	1	0	1	0	2	8	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	5	1	0	2	0	0	1	1	59	238						
11:30	11:45	1	7	1	1	16	2	1	7	3	1	0	1	2	14	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	0	1	1	1	0	1	0	69	238						
11:45	12:00	0	3	2	2	8	4	1	1	3	0	1	2	3	7	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	0	5	0	51	248						

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)													
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR																
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	2	8	5	1	4	7	0	5	2	0	2	2	2	6	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	2	0	0	1	0	59	261		
12:15	12:30	1	7	3	1	6	4	0	6	1	3	2	2	3	3	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7	0	0	0	0	59	255		
12:30	12:45	0	8	5	1	9	8	2	8	1	1	2	3	1	10	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	8	1	0	2	0	0	1	0	79	275			
12:45	13:00	1	8	5	0	9	5	1	6	3	0	1	0	0	7	5	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	3	3	0	1	0	0	1	0	64	280			
13:00	13:15	0	4	2	2	3	3	1	2	1	0	4	0	2	12	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	1	0	3	0	53	290			
13:15	13:30	0	8	3	1	10	3	1	12	3	0	1	1	3	14	5	0	1	0	0	1	0	1	0	1	6	0	0	1	0	0	3	0	79	304				
13:30	13:45	2	5	2	4	7	5	5	2	7	1	3	1	3	9	7	2	2	3	0	0	0	0	1	0	5	4	0	0	4	0	0	0	0	84	283			
13:45	14:00	1	2	5	0	12	7	2	2	6	0	0	2	1	7	6	1	3	0	0	0	0	0	1	0	2	6	1	0	6	1	0	0	0	74	259			
14:00	14:15	2	6	1	1	15	2	1	7	3	1	0	1	2	13	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	0	1	1	1	0	1	0	67	264			
14:15	14:30	0	3	2	2	9	4	1	1	3	0	1	2	3	7	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	7	0	0	6	0	58	272			
14:30	14:45	2	7	5	1	4	7	0	5	2	0	2	2	2	8	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	2	0	0	1	0	60	270			
14:45	15:00	1	9	2	1	7	4	1	14	2	1	2	2	3	10	6	1	2	2	0	0	0	0	1	0	2	4	1	0	1	0	0	0	0	79	285			
15:00	15:15	0	3	3	0	13	8	1	4	2	1	1	2	2	13	5	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	4	1	0	6	1	0	0	0	75	268			
15:15	15:30	0	5	2	1	4	1	0	7	3	0	0	1	4	7	5	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	4	1	56	269			
15:30	15:45	1	11	2	1	8	7	0	12	4	1	2	0	1	3	5	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	7	0	0	3	0	75	285			
15:45	16:00	0	8	2	1	4	5	2	6	2	1	2	3	1	7	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	1	0	3	0	0	1	0	62	267			
16:00	16:15	1	6	3	2	6	9	1	8	4	0	2	3	1	11	5	0	1	2	0	0	2	0	1	0	0	2	1	0	5	0	0	0	0	76	269			
16:15	16:30	1	8	3	1	14	4	0	7	2	0	0	2	2	13	5	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	1	72	281			
16:30	16:45	0	3	5	4	5	5	4	4	2	0	1	1	2	6	4	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	3	0	0	3	0	57	276			
16:45	17:00	0	6	7	1	8	5	0	2	2	1	2	1	0	8	4	0	4	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	3	0	0	3	0	64	287				
17:00	17:15	1	11	6	3	10	9	1	9	3	0	1	2	1	12	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2	6	1	0	3	0	0	1	0	88	279			
17:15	17:30	1	8	5	4	4	6	1	8	5	0	1	1	3	6	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0	67	259			

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	TOTAL	VHMD
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
17:30	17:45	1	5	3	0	9	7	2	2	6	0	0	1	1	6	6	1	2	0	0	0	0	1	0	2	6	1	0	5	1	0	0	0	68	284
17:45	18:00	1	3	7	1	4	9	0	4	1	0	1	0	2	8	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4	1	0	3	0	0	1	1	56	299
18:00	18:15	1	7	1	1	16	2	1	7	3	1	0	1	2	13	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	0	1	1	1	0	1	0	68	303
18:15	18:30	1	11	4	4	12	4	4	12	4	0	1	0	5	13	4	1	2	0	0	0	0	1	0	0	6	2	0	0	0	0	1	0	92	299
18:30	18:45	3	13	2	2	7	4	1	14	2	1	2	2	3	9	6	1	1	2	0	0	0	0	1	0	2	3	1	0	1	0	0	0	83	277
18:45	19:00	1	8	5	3	4	4	1	7	5	0	1	1	3	5	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	60	276
19:00	19:15	0	9	2	2	8	4	3	9	5	0	0	2	0	4	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4	64	255
19:15	19:30	0	8	1	0	9	7	1	5	3	0	1	4	2	10	5	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	1	0	2	0	0	3	0	70	
19:30	19:45	1	18	2	7	6	10	1	4	4	0	1	0	2	11	2	0	4	2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	1	0	82		
19:45	20:00	3	3	3	3	5	7	1	0	0	0	0	1	0	7	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	39		

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	(Veh/h)
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	2	2	1	1	4	6	1	4	3	2	0	2	2	3	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	43	203				
06:45	07:00	0	3	1	3	7	5	2	6	4	1	1	1	1	1	6	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	2	0	0	51	195					
07:00	07:15	0	3	2	1	8	6	0	2	2	0	2	3	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	3	0	0	0	0	41	190					
07:15	07:30	1	5	2	3	7	13	1	5	3	2	0	2	2	9	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	5	1	0	2	1	0	0	0	68	215					
07:30	07:45	1	5	2	2	4	4	1	4	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2	1	0	0	0	0	35	209					
07:45	08:00	1	4	0	5	8	11	0	1	1	0	2	2	1	2	2	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	46	241					
08:00	08:15	0	8	1	5	13	12	0	2	2	1	1	1	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	2	0	0	2	0	0	66	265					
08:15	08:30	0	7	3	4	6	5	4	0	2	1	1	0	3	7	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	7	2	0	5	0	0	0	0	62	271					
08:30	08:45	0	3	1	4	11	8	1	9	1	0	3	3	4	8	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	67	250					
08:45	09:00	0	3	6	0	4	15	1	5	3	0	1	0	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	5	0	0	0	0	70	252					
09:00	09:15	2	6	0	1	10	9	0	5	3	0	0	0	0	11	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	5	2	0	5	0	0	2	1	72	252					
09:15	09:30	0	3	2	2	6	6	0	2	2	0	2	3	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	4	0	0	0	0	41	252					
09:30	09:45	1	6	2	3	7	12	1	5	3	2	0	2	2	8	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	2	1	0	0	0	69	281					
09:45	10:00	0	3	6	0	4	15	1	5	3	0	1	0	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	5	0	0	0	0	70	278					
10:00	10:15	2	6	0	1	10	9	0	5	3	0	0	0	0	11	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	5	2	0	5	0	0	2	1	72	287					
10:15	10:30	1	8	3	2	8	11	0	7	4	0	2	3	1	7	5	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	70	274					
10:30	10:45	0	4	3	1	15	7	5	7	2	0	2	1	3	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	1	0	66	275						
10:45	11:00	2	7	3	4	5	8	4	11	2	0	1	1	2	7	9	1	4	1	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	1	0	79	294						
11:00	11:15	0	4	1	3	8	5	2	5	4	1	2	1	1	9	5	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	59	295						
11:15	11:30	1	4	2	0	12	10	0	8	3	0	0	2	3	6	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	2	1	2	0	0	2	0	71	306						
11:30	11:45	1	2	2	0	5	11	2	6	9	0	4	0	0	11	4	0	2	2	0	1	1	0	0	0	1	9	1	0	9	0	0	2	0	85	307					
11:45	12:00	1	7	1	1	5	7	1	5	6	1	0	2	2	13	7	2	1	1	0	0	0	0	1	0	9	0	0	6	0	0	1	0	80	290						

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
12:00	12:15	0	3	6	0	4	15	1	5	3	0	1	0	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	5	0	0	0	0	70	260					
12:15	12:30	2	6	0	1	10	9	0	5	3	0	0	0	0	11	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	5	2	0	5	0	0	2	1	72	255					
12:30	12:45	0	6	3	2	10	3	2	10	4	1	0	1	1	6	5	0	1	0	0	1	0	0	1	0	2	1	1	0	2	0	0	4	1	68	257					
12:45	13:00	0	6	2	0	8	7	0	4	2	0	1	0	1	9	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	0	1	0	50	265						
13:00	13:15	1	9	4	1	6	4	1	6	5	0	1	2	3	8	4	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	2	0	65	262					
13:15	13:30	2	10	6	2	12	6	0	2	2	1	1	2	2	11	2	1	4	1	1	0	0	0	0	1	1	2	0	2	0	0	0	0	74	278						
13:30	13:45	1	7	5	0	7	4	2	11	2	0	3	2	3	10	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	4	1	0	2	1	2	2	0	76	264					
13:45	14:00	1	4	0	5	8	11	0	1	1	0	2	2	2	2	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	47	258						
14:00	14:15	1	8	3	4	5	8	5	10	2	0	1	1	2	7	10	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	1	0	81	283					
14:15	14:30	0	4	1	2	7	5	2	6	4	1	2	2	1	9	5	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	3	0	60	272						
14:30	14:45	0	3	6	0	4	15	1	5	3	0	1	0	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	5	0	0	0	70	291						
14:45	15:00	2	6	0	1	10	9	0	5	3	0	0	0	0	11	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	5	2	0	5	0	0	2	1	72	288					
15:00	15:15	1	2	2	1	8	4	2	8	5	0	2	3	1	7	4	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	7	0	0	1	0	70	286					
15:15	15:30	1	9	3	5	7	9	1	8	1	0	0	0	4	13	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0	5	0	0	2	0	79	288					
15:30	15:45	0	5	1	2	11	2	1	5	4	0	1	2	4	7	3	0	3	1	0	0	0	0	2	0	1	5	2	0	3	1	0	1	0	67	281					
15:45	16:00	0	3	6	0	4	15	1	5	3	0	1	0	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	5	0	0	0	70	295						
16:00	16:15	2	6	0	1	10	9	0	5	3	0	0	0	0	11	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	5	2	0	5	0	0	2	1	72	307					
16:15	16:30	1	5	5	1	9	9	2	10	1	1	0	0	0	9	5	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1	2	3	0	3	0	0	1	0	72	311					
16:30	16:45	1	9	2	2	8	9	2	10	3	0	3	1	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	6	0	0	1	0	0	3	0	81	317					
16:45	17:00	2	14	4	1	11	6	1	6	4	0	2	1	0	10	3	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3	7	1	0	3	0	0	0	82	315						
17:00	17:15	2	7	2	2	16	9	0	10	2	0	2	2	0	4	4	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	6	1	0	0	1	0	1	0	76	297					
17:15	17:30	1	8	3	4	5	7	4	9	2	0	2	1	2	7	11	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	78	298					

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS	MINIBUS		BUS	CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR																				
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷								
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
17:30 - 17:45	1	7	3	3	5	8	4	11	2	0	1	1	1	7	10	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	2	0	79	282
17:45 - 18:00	1	5	1	4	8	5	3	5	4	1	2	1	1	9	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	64	290
18:00 - 18:15	1	8	2	2	8	9	2	9	3	0	3	1	2	6	7	0	2	2	0	0	0	0	1	0	1	5	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	77	300
18:15 - 18:30	0	8	0	2	8	5	2	6	5	0	1	1	2	10	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	62	296
18:30 - 18:45	4	12	3	3	14	4	0	9	4	1	2	0	1	9	5	0	3	1	0	0	0	0	2	0	1	3	0	0	2	0	1	3	0	0	0	0	87	304
18:45 - 19:00	2	12	2	4	8	4	0	7	5	0	0	2	0	9	9	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	294
19:00 - 19:15	1	6	0	1	9	9	0	5	3	0	0	0	0	12	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	6	2	0	5	0	0	3	1	73	292			
19:15 - 19:30	0	4	6	0	4	14	1	5	3	0	1	0	2	7	7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	70	
19:30 - 19:45	2	6	0	1	9	10	0	5	4	0	0	0	0	12	5	0	0	3	0	0	1	0	1	0	2	5	2	0	6	0	0	2	1	77				
19:45 - 20:00	2	5	5	1	8	9	2	10	1	1	0	0	0	9	5	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1	2	3	0	3	0	0	1	0	72				

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS					MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR					
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	0	1	1	1	3	1	1	0	0	0	1	0	1	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	19	137			
06:45	07:00	0	2	1	1	5	1	1	0	0	0	2	0	1	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	24	169			
07:00	07:15	0	3	0	1	9	11	0	2	4	0	0	1	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	42	212				
07:15	07:30	0	3	2	3	8	10	3	7	1	0	1	1	2	2	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	52	224			
07:30	07:45	0	7	0	2	6	8	1	3	1	0	1	2	2	3	2	0	0	4	0	0	1	0	0	0	4	1	0	3	0	0	0	0	51	232			
07:45	08:00	2	10	4	3	11	8	0	6	2	0	1	4	0	4	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	3	0	0	0	67	244			
08:00	08:15	1	6	2	2	13	10	0	4	1	0	1	0	1	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	54	252			
08:15	08:30	1	10	1	2	7	8	0	6	2	0	1	3	1	6	4	0	2	1	0	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	60	258			
08:30	08:45	0	7	0	2	7	6	2	4	7	0	0	0	0	11	2	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	4	2	1	2	1	0	1	0	63	261		
08:45	09:00	0	1	1	1	14	8	0	8	6	0	0	2	0	12	5	0	2	2	0	0	1	0	0	0	1	6	0	0	4	0	0	1	0	75	265		
09:00	09:15	1	5	1	3	10	11	1	2	5	0	2	1	0	7	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	60	255			
09:15	09:30	0	1	0	1	10	2	2	7	6	2	3	1	1	8	3	0	2	1	0	0	0	0	1	0	2	3	1	0	3	0	0	3	0	63	267		
09:30	09:45	0	6	6	3	9	4	1	6	1	0	4	2	2	8	4	1	1	4	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	67	275			
09:45	10:00	0	10	0	2	7	2	3	4	2	0	2	2	1	15	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	1	1	5	0	0	1	0	65	277			
10:00	10:15	0	6	2	1	9	6	0	7	3	0	0	2	2	15	5	0	2	1	0	0	0	0	0	2	4	1	0	3	0	0	1	0	72	297			
10:15	10:30	1	3	3	1	7	8	1	8	2	1	0	3	1	16	4	0	1	1	0	0	2	0	2	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	71	290		
10:30	10:45	0	4	7	0	4	7	1	10	4	0	2	0	0	13	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	4	1	0	1	0	69	288			
10:45	11:00	1	3	3	3	10	8	0	12	5	0	2	4	1	9	6	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	3	1	0	1	0	0	4	1	85	304		
11:00	11:15	0	6	1	1	11	5	1	7	3	0	2	2	3	9	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	7	1	0	1	0	0	0	1	65	285			
11:15	11:30	0	6	2	3	9	8	3	5	4	0	2	2	0	10	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	0	1	69	300			
11:30	11:45	0	6	1	2	5	10	1	9	4	1	0	0	3	17	7	0	3	2	0	0	0	0	1	0	9	0	0	4	0	0	0	0	85	304			
11:45	12:00	0	7	2	3	5	7	3	7	1	0	0	1	1	15	2	0	1	2	0	1	0	0	0	1	3	1	0	3	0	0	0	0	66	297			

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTA L	VHMD (Veh/h)																									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS					MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	1	8	7	1	10	4	1	11	4	0	0	1	2	9	6	1	2	2	0	0	2	0	0	0	1	1	0	3	1	0	2	0	80	330										
12:15	12:30	2	11	2	1	4	7	3	5	4	0	1	2	5	6	3	0	4	3	0	0	0	0	1	0	2	5	0	1	0	0	1	0	73	318										
12:30	12:45	3	6	2	2	6	6	4	6	3	0	3	2	4	7	2	0	3	2	0	2	1	0	2	0	1	4	1	1	2	2	0	1	0	78	314									
12:45	13:00	1	9	5	3	12	5	3	13	5	2	1	2	2	14	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0	2	1	0	2	0	99	317										
13:00	13:15	1	5	6	0	11	4	1	5	4	1	0	2	1	9	5	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	3	2	1	1	0	0	2	0	68	285									
13:15	13:30	1	3	7	0	14	2	1	3	2	1	0	3	1	7	4	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1	4	3	1	2	0	0	5	0	69	277									
13:30	13:45	1	7	3	1	13	11	3	12	2	0	1	2	1	12	3	0	2	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	81	279										
13:45	14:00	1	5	6	0	10	4	1	5	4	1	0	2	1	9	5	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	3	2	1	1	0	0	2	0	67	267									
14:00	14:15	1	5	1	3	10	11	1	2	5	0	2	1	0	7	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	60	283										
14:15	14:30	1	3	3	1	7	8	1	8	2	1	0	3	1	16	4	0	1	1	0	0	2	0	2	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	71	321									
14:30	14:45	0	6	2	3	9	8	3	5	4	0	2	2	0	10	5	1	1	1	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0	1	69	321										
14:45	15:00	1	7	3	1	13	11	3	12	2	0	1	2	1	14	3	0	2	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	83	332										
15:00	15:15	2	15	9	2	15	8	0	7	4	1	0	0	1	17	1	0	3	2	0	0	1	0	0	1	2	2	0	2	0	0	2	1	98	298										
15:15	15:30	1	3	3	1	7	8	1	8	2	1	0	3	1	16	4	0	1	1	0	0	2	0	2	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	71	273									
15:30	15:45	1	8	7	1	10	4	1	11	4	0	0	1	2	9	6	1	2	2	0	0	2	0	0	0	1	1	0	3	1	0	2	0	80	282										
15:45	16:00	1	4	4	1	5	1	0	9	1	0	0	3	2	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	2	2	0	2	0	1	2	0	49	285										
16:00	16:15	1	11	2	0	12	9	0	3	2	0	3	0	2	7	5	0	1	2	0	0	0	0	0	7	1	0	2	0	0	2	1	73	314											
16:15	16:30	1	7	3	0	13	11	0	6	1	0	2	0	2	9	5	0	6	5	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	0	0	3	0	80	308									
16:30	16:45	1	7	3	1	13	11	3	12	2	0	1	2	1	14	3	0	2	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	83	317										
16:45	17:00	0	4	1	1	9	11	3	13	3	0	2	3	5	6	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	4	2	0	4	0	0	1	0	78	309										
17:00	17:15	1	5	6	0	10	4	1	5	4	1	0	2	1	9	5	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	3	2	1	1	0	0	2	0	67	329									
17:15	17:30	1	8	8	0	15	8	0	12	3	0	1	5	2	8	7	0	1	1	0	0	0	0	0	2	3	3	0	1	0	0	0	0	89	351										

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS	BUS		CAMIONES		VOLQUETE				REMOLCADOR														
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
17:30	4	9	4	0	12	4	2	8	4	0	1	1	2	4	5	1	2	1	0	0	0	0	2	0	1	5	1	0	1	0	0	1	0	75	369
17:45	2	15	9	2	15	8	0	7	4	1	0	0	1	17	1	0	3	2	0	0	1	0	0	0	1	2	2	0	2	0	2	1	0	98	383
18:00	1	18	2	1	11	4	1	9	5	0	1	0	0	11	5	0	1	1	0	0	0	5	0	0	6	3	0	2	0	1	1	0	0	89	370
18:15	1	11	5	3	18	5	3	13	5	2	1	2	2	14	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0	2	1	0	2	0	0	107	363
18:30	0	22	1	2	17	5	1	2	2	1	2	0	5	12	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	6	3	0	0	0	1	0	0	89	326
18:45	2	9	1	1	12	3	2	7	4	0	2	3	3	14	5	0	2	1	0	0	0	0	1	0	2	4	1	0	3	0	1	2	0	85	283
19:00	1	6	4	6	10	6	3	6	6	0	0	2	0	9	6	1	5	2	0	0	0	0	0	0	1	6	1	0	0	0	0	1	0	82	252
19:15	1	4	3	5	10	5	2	5	3	1	0	1	1	8	10	0	3	1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	70	
19:30	3	7	1	2	4	2	1	3	7	1	0	1	2	4	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	46	
19:45	1	8	2	2	4	7	2	7	1	0	1	1	4	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	54	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)												
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR					
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	1	6	0	1	5	4	0	2	1	0	0	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	29	170		
06:45	07:00	0	5	0	1	8	5	0	2	3	0	0	1	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	34	191	
07:00	07:15	0	5	0	1	12	8	0	3	3	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	44	227	
07:15	07:30	1	5	2	1	11	9	1	3	1	0	0	4	1	8	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	4	0	0	0	0	0	63	268	
07:30	07:45	2	2	3	5	6	4	0	3	1	1	3	1	1	6	5	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	50	247	
07:45	08:00	8	8	3	1	14	3	1	6	2	0	0	3	0	4	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1	0	4	3	0	4	0	0	0	0	0	70	256	
08:00	08:15	2	9	6	1	14	13	1	7	4	0	0	3	0	4	3	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5	3	1	5	0	0	0	0	0	85	244	
08:15	08:30	1	2	2	2	6	5	1	1	3	2	0	1	9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	42	220	
08:30	08:45	0	1	2	3	12	5	1	8	0	0	0	3	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	3	1	1	2	0	0	59	249	
08:45	09:00	1	3	2	3	15	3	1	9	0	0	0	2	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	2	1	2	1	0	0	58	265	
09:00	09:15	2	4	0	3	5	0	3	6	9	0	0	3	2	6	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	5	0	0	1	0	0	61	262	
09:15	09:30	3	10	3	0	8	7	0	7	6	0	1	2	2	12	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	71	295	
09:30	09:45	1	5	5	4	10	9	0	4	3	1	1	0	1	8	4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	8	0	0	3	0	1	2	0	0	75	287	
09:45	10:00	2	5	1	1	7	8	1	7	1	0	0	0	1	8	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	55	283	
10:00	10:15	0	5	4	2	13	6	3	10	1	1	1	2	1	13	11	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	12	0	0	1	0	0	1	0	0	94	296	
10:15	10:30	1	7	2	4	7	4	0	8	0	1	2	0	1	8	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	7	1	0	2	0	0	2	0	0	63	301	
10:30	10:45	1	9	3	2	6	2	0	6	7	0	0	0	0	12	10	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	4	0	0	71	305	
10:45	11:00	0	4	2	2	8	2	0	6	5	0	3	4	2	8	5	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	3	0	0	3	0	0	68	286	
11:00	11:15	2	7	6	5	16	4	2	7	7	1	0	1	4	18	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	3	0	1	1	0	0	99	294	
11:15	11:30	0	4	3	0	7	4	2	4	6	0	0	2	2	11	6	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	5	1	0	3	0	0	2	0	0	67	265	
11:30	11:45	1	4	0	3	0	0	3	6	9	0	0	3	2	6	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	5	0	0	1	0	0	52	275	
11:45	12:00	1	5	2	0	6	15	0	7	5	0	1	1	0	8	7	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	7	4	0	3	0	0	1	0	0	76	284	

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Luis Flores  
**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C  
**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR									
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	3	10	3	0	7	7	0	7	6	0	1	2	2	12	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	70	282					
12:15	12:30	2	9	6	1	9	10	1	7	4	0	0	3	0	4	3	0	1	0	0	1	0	1	0	1	5	3	1	5	0	0	0	0	0	77	267						
12:30	12:45	1	5	5	1	4	5	4	5	1	1	2	1	0	7	7	0	3	1	0	0	1	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	61	255					
12:45	13:00	2	11	2	4	9	11	0	8	2	0	0	1	1	4	3	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	4	2	0	2	0	0	3	1	0	74	253					
13:00	13:15	0	7	4	1	7	2	2	7	3	1	2	0	1	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	0	0	2	0	0	55	237						
13:15	13:30	0	5	1	1	7	3	1	7	6	1	3	0	3	5	7	0	4	3	0	0	0	0	1	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	65	257					
13:30	13:45	3	5	3	1	7	8	1	6	1	0	0	0	2	8	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	59	251					
13:45	14:00	1	3	4	4	13	4	1	7	0	0	0	2	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	1	2	1	0	0	58	252					
14:00	14:15	2	8	6	1	7	10	1	7	6	0	0	3	0	4	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	6	3	1	5	0	0	0	0	0	75	260					
14:15	14:30	3	3	4	1	6	5	2	8	1	1	2	1	0	3	7	0	3	1	0	0	1	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	59	254				
14:30	14:45	2	5	4	1	8	6	1	5	1	0	0	0	2	7	6	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	5	0	0	0	0	0	60	270					
14:45	15:00	3	5	1	1	7	8	1	7	1	0	0	0	1	8	8	0	2	3	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	3	0	0	0	0	0	66	268					
15:00	15:15	2	7	6	1	6	6	1	7	4	0	0	2	0	4	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	5	3	1	6	0	0	0	0	0	69	273					
15:15	15:30	1	6	4	5	9	9	0	5	3	1	2	0	2	5	2	0	1	2	0	0	1	0	1	0	2	7	0	0	4	0	1	2	0	0	75	271					
15:30	15:45	5	5	1	1	6	7	1	6	2	0	0	0	1	9	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	58	269					
15:45	16:00	4	10	3	0	7	7	0	7	7	0	2	2	1	10	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	0	0	71	276					
16:00	16:15	2	8	1	3	9	8	0	7	2	0	0	1	1	5	3	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	3	4	0	2	0	0	3	1	0	67	268					
16:15	16:30	1	7	6	1	9	9	1	7	4	0	0	3	0	4	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	1	5	3	1	5	0	0	0	0	0	73	266					
16:30	16:45	2	8	2	4	13	5	2	3	3	0	3	0	5	8	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	65	251					
16:45	17:00	1	7	1	2	5	2	0	6	7	0	0	0	0	8	11	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	4	0	0	63	322					
17:00	17:15	3	9	3	0	9	7	0	7	5	0	1	1	2	7	3	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	0	0	65	326					
17:15	17:30	1	3	4	3	10	4	1	9	0	0	0	2	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	3	1	2	1	0	0	58	327					

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Luis Flores

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : C

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR											
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	3	10	3	0	7	7	0	7	6	0	1	2	2	12	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	70	269		
17:30	17:45	3	9	3	0	8	7	0	6	6	0	1	2	2	8	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	66	268		
17:45	18:00	2	5	5	1	4	8	4	5	1	1	2	1	0	7	8	0	3	1	0	0	1	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	67	284		
18:00	18:15	1	6	3	2	6	2	0	6	5	0	0	0	0	9	13	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	4	0	0	0	66	284					
18:15	18:30	2	3	5	4	8	7	0	4	5	1	1	0	1	7	4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	6	0	0	3	0	1	2	0	0	0	0	69	296					
18:30	18:45	0	5	1	1	13	6	1	7	6	1	6	0	3	10	7	0	4	3	0	0	0	0	1	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	292					
18:45	19:00	3	8	1	2	9	4	1	6	5	1	1	0	2	9	5	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	274					
19:00	19:15	2	10	1	4	9	8	3	5	8	0	2	2	3	12	3	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	78	273					
19:15	19:30	1	7	2	3	13	5	2	6	6	0	2	0	5	7	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65						
19:30	19:45	0	7	2	3	12	9	1	5	1	0	2	2	1	6	4	1	2	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	64						
19:45	20:00	3	6	1	2	9	5	2	13	3	0	0	0	0	6	3	0	5	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66						

**Fichas de Aforo Vehicular Diario**  
**Acceso D**

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTAL L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
06:30	06:45	1	6	0	0	8	1	1	4	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	138								
06:45	07:00	1	4	0	1	7	0	2	3	2	2	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32	155								
07:00	07:15	3	6	0	0	6	1	1	4	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	173								
07:15	07:30	0	8	0	7	10	3	1	4	1	0	1	0	2	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	51	201									
07:30	07:45	1	9	0	5	7	0	1	5	2	0	0	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	45	176									
07:45	08:00	2	8	1	4	14	0	0	5	1	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	176									
08:00	08:15	0	11	1	4	12	2	2	4	0	1	2	0	2	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	172									
08:15	08:30	0	3	1	4	5	0	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	142									
08:30	08:45	3	8	3	3	8	0	0	3	0	1	2	0	1	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	167									
08:45	09:00	0	1	0	2	10	2	2	4	0	0	3	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	46	172										
09:00	09:15	1	6	0	0	6	1	1	4	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	181										
09:15	09:30	0	8	0	7	10	3	1	4	1	0	1	0	2	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	51	198										
09:30	09:45	1	8	1	3	15	0	0	5	1	1	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	197									
09:45	10:00	1	10	1	4	12	2	1	4	0	1	2	0	2	6	0	1	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	200									
10:00	10:15	0	1	0	2	9	2	2	4	0	0	3	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	42	177										
10:15	10:30	1	1	1	3	13	0	2	3	0	0	5	2	3	6	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	50	182										
10:30	10:45	0	10	1	4	11	2	2	4	0	1	2	0	2	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	162										
10:45	11:00	0	3	1	3	11	0	3	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	156										
11:00	11:15	0	2	0	2	12	2	2	4	0	0	3	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	47	193										
11:15	11:30	0	3	1	4	9	0	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	199										
11:30	11:45	1	1	1	3	9	0	2	4	0	0	5	2	4	5	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	47	221										
11:45	12:00	4	7	2	8	13	3	0	7	2	0	0	0	8	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	69	220										

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES		MOTOTAXIS	AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS	BUS		CAMIONES		VOLQUETE				REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗									
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D						
12:00	12:15	2	5	0	3	10	0	2	6	2	1	1	0	3	8	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	53	200	
12:15	12:30	2	6	0	6	7	2	3	1	0	1	3	0	5	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	52	195	
12:30	12:45	2	1	1	3	10	0	2	3	0	0	5	2	3	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	46	188
12:45	13:00	0	3	0	2	12	2	2	4	0	0	3	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	3	0	0	0	1	0	49	190
13:00	13:15	5	5	0	3	11	0	1	1	1	1	1	0	5	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	0	0	0	0	48	196	
13:15	13:30	1	7	0	6	8	0	0	0	0	0	2	0	2	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	0	0	0	45	179	
13:30	13:45	0	3	0	2	12	2	2	4	0	0	3	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	0	0	0	1	0	48	163
13:45	14:00	0	11	1	4	12	2	2	4	0	1	2	0	2	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	55	168	
14:00	14:15	0	4	1	5	7	0	3	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	31	170	
14:15	14:30	1	3	1	5	6	0	3	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	29	184	
14:30	14:45	1	11	1	4	14	0	0	5	1	1	2	1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	53	205	
14:45	15:00	2	9	1	4	12	2	2	5	0	1	2	0	2	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	57	208	
15:00	15:15	2	1	1	3	8	0	2	3	0	0	5	2	3	5	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	45	180
15:15	15:30	0	3	0	2	11	2	2	4	0	0	3	0	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	2	0	0	1	0	50	190	
15:30	15:45	0	11	1	4	11	2	2	4	0	1	2	0	2	7	0	1	3	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	56	191	
15:45	16:00	0	4	1	4	7	0	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	29	180	
16:00	16:15	1	2	0	2	12	2	2	5	0	0	3	0	3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	0	2	0	0	2	0	55	205	
16:15	16:30	2	6	0	6	7	2	3	1	0	1	3	0	5	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	51	198	
16:30	16:45	1	1	1	3	10	0	2	3	0	0	5	2	3	5	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	45	194
16:45	17:00	1	7	0	6	9	2	3	1	0	1	2	0	5	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	54	204		
17:00	17:15	2	1	1	3	9	0	2	2	0	0	6	2	3	6	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	2	0	48	180	
17:15	17:30	0	2	0	2	11	2	2	4	0	0	3	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	3	0	0	1	0	47	186	

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Juan Portal  
**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D  
**FECHA** : 6 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS									BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																						
	LINEALES	MOTOTAXIS		AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
17:30	17:45	0	11	1	4	12	2	2	4	0	1	2	0	2	6	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	184					
17:45	18:00	0	3	1	4	9	0	3	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	177				
18:00	18:15	2	8	0	6	8	2	3	1	0	1	3	0	5	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	54	197					
18:15	18:30	1	1	1	3	9	0	2	3	0	0	5	2	3	5	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	45	186						
18:30	18:45	0	3	0	2	12	2	2	4	0	0	3	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	48	179					
18:45	19:00	1	1	1	3	11	0	2	3	0	0	5	2	4	5	2	0	3	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	50	158						
19:00	19:15	1	3	0	2	6	3	0	7	0	0	3	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	1	0	3	0	0	0	0	43	146							
19:15	19:30	0	5	1	5	5	0	4	3	0	2	0	0	1	5	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38							
19:30	19:45	0	2	0	2	9	1	3	2	0	1	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27							
19:45	20:00	1	6	1	2	6	2	1	3	2	0	1	0	2	7	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38							

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES		MOTOTAXIS	AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS	BUS	CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR																		
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷									
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D						
06:30	06:45	1	5	0	5	4	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23	123
06:45	07:00	0	7	0	4	6	0	0	2	0	1	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	29	148
07:00	07:15	0	3	0	1	6	1	0	3	0	0	1	1	1	3	1	0	3	1	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	35	179
07:15	07:30	0	4	1	5	8	1	0	3	0	0	2	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	36	192	
07:30	07:45	0	10	1	5	11	1	0	5	0	0	1	0	2	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	48	213	
07:45	08:00	1	11	1	2	17	1	2	8	0	1	1	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	60	200	
08:00	08:15	0	11	1	4	16	1	1	2	1	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	48	184	
08:15	08:30	1	8	1	1	11	0	2	4	1	1	2	0	6	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	57	167	
08:30	08:45	2	2	0	0	8	0	2	5	0	2	0	0	0	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	35	157	
08:45	09:00	2	10	1	0	9	2	1	2	0	2	0	0	0	7	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	44	163	
09:00	09:15	1	8	0	4	5	1	2	2	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	31	169	
09:15	09:30	0	4	4	2	11	5	1	6	1	0	0	0	0	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	47	185	
09:30	09:45	1	6	0	3	9	0	2	2	0	2	1	0	1	9	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	41	185	
09:45	10:00	2	3	2	4	8	1	2	5	1	0	1	0	0	11	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	6	1	0	0	0	0	0	50	199	
10:00	10:15	4	5	0	3	11	1	1	8	0	0	2	0	1	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	47	205	
10:15	10:30	1	5	2	2	9	1	3	8	0	0	2	1	2	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	47	207	
10:30	10:45	3	3	0	3	8	1	1	13	2	2	1	0	0	7	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	0	1	0	0	55	202	
10:45	11:00	3	4	0	2	12	0	3	5	1	2	2	0	6	10	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	56	197	
11:00	11:15	1	5	0	7	6	0	3	7	0	1	1	0	1	9	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	49	171	
11:15	11:30	2	5	3	2	7	0	1	3	1	0	2	1	0	7	1	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	42	163	
11:30	11:45	1	9	1	1	4	0	1	3	1	1	2	0	6	9	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	50	166	
11:45	12:00	3	2	0	0	9	0	2	4	0	2	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	154	

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)										
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES					VOLQUETE			REMOLCADOR						
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷			
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	1	3	1	5	7	0	4	1	1	0	0	0	6	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	41	162				
12:15	12:30	0	5	0	4	12	0	2	8	0	0	0	0	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	164				
12:30	12:45	4	4	2	3	3	0	0	4	4	0	0	1	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	38	166				
12:45	13:00	2	9	0	3	10	0	0	1	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	38	181				
13:00	13:15	0	3	4	3	4	1	2	3	1	0	2	1	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	43	191				
13:15	13:30	1	5	0	1	3	3	2	6	0	1	0	2	2	10	3	1	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	47	199				
13:30	13:45	1	5	1	3	12	1	0	4	1	0	2	0	0	11	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	4	0	0	2	0	0	0	0	53	210				
13:45	14:00	3	5	0	4	11	1	1	8	0	0	2	0	1	7	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	48	205				
14:00	14:15	2	3	0	3	7	1	1	11	2	2	1	0	0	7	1	0	2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	0	1	0	0	0	51	198				
14:15	14:30	3	4	0	2	11	0	3	6	1	2	2	0	6	11	2	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	58	195				
14:30	14:45	1	5	0	7	5	0	3	7	0	1	1	0	1	9	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	48	178				
14:45	15:00	2	5	3	2	7	0	1	3	1	0	2	1	0	7	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	41	191				
15:00	15:15	1	2	2	2	8	1	3	7	0	0	3	1	2	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	0	0	1	0	0	48	191				
15:15	15:30	2	5	0	3	7	0	1	4	0	1	1	0	1	6	1	0	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	1	0	0	0	41	189				
15:30	15:45	4	9	1	2	12	0	1	11	0	1	0	0	0	14	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	61	186				
15:45	16:00	0	6	0	1	4	2	2	2	1	2	1	0	3	6	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	2	0	41	174				
16:00	16:15	1	6	0	1	11	1	2	2	1	3	0	0	2	7	0	1	2	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	46	178				
16:15	16:30	0	0	0	1	6	1	0	4	1	2	1	0	2	10	1	0	2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	38	188				
16:30	16:45	2	7	0	2	12	1	1	9	0	0	2	0	1	8	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	203				
16:45	17:00	1	3	2	2	9	1	3	8	0	0	2	1	2	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	45	205				
17:00	17:15	3	3	0	3	8	1	1	13	2	2	1	0	0	7	1	0	2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	2	0	1	0	0	0	56	202				
17:15	17:30	1	4	0	2	11	0	3	6	1	2	2	0	6	9	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	53	208				

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 7 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTAL	VHMD (Veh/h)																												
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR																											
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷									
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
17:30 - 17:45	1	5	0	7	6	0	4	7	0	1	1	0	1	9	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	217							
17:45 - 18:00	2	5	3	2	7	0	1	3	1	0	2	1	0	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	42	227										
18:00 - 18:15	2	11	1	2	17	1	2	8	0	1	1	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	3	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	62	219													
18:15 - 18:30	1	10	1	6	9	1	1	10	2	1	0	1	3	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	193													
18:30 - 18:45	2	15	0	1	11	1	3	5	0	0	2	0	4	9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	161													
18:45 - 19:00	1	4	2	4	6	0	1	4	1	0	2	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	134													
19:00 - 19:15	1	5	1	3	4	1	0	4	1	0	2	0	0	9	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	127													
19:15 - 19:30	2	4	1	3	6	0	2	4	0	1	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30														
19:30 - 19:45	0	7	0	3	5	1	2	2	2	2	0	0	1	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34														
19:45 - 20:00	2	5	0	1	4	1	1	3	1	0	0	1	1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27														

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)										
	LINEALES		MOTOTAXIS		AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS		MINIBUS		BUS		CAMIONES		VOLQUETE		REMOLCADOR															
DIRECCIÓN	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷	↶	↷				
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D						
06:30	06:45	1	7	0	4	11	1	2	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	37	174	
06:45	07:00	2	8	0	3	13	2	1	3	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	39	169	
07:00	07:15	1	8	0	4	15	1	1	3	0	1	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	41	168	
07:15	07:30	1	11	1	6	10	2	1	6	0	2	1	0	0	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	57	183	
07:30	07:45	0	4	1	2	9	1	1	1	0	0	1	0	0	3	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	32	175	
07:45	08:00	0	9	1	5	11	1	0	3	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	38	194
08:00	08:15	3	8	2	6	14	0	1	5	0	3	0	0	1	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	56	198
08:15	08:30	2	7	0	4	15	0	0	5	0	1	0	1	1	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	49	199
08:30	08:45	2	4	3	1	14	0	3	8	0	0	1	1	7	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	51	207
08:45	09:00	1	2	1	3	10	0	1	7	1	3	1	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	42	185
09:00	09:15	1	6	1	4	12	0	2	7	3	1	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	57	181
09:15	09:30	1	11	1	6	10	2	1	6	0	2	1	0	0	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	57	182
09:30	09:45	0	4	1	2	6	1	1	1	0	0	1	0	0	3	2	1	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29	167
09:45	10:00	2	6	0	3	7	0	2	3	0	0	2	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	38	194	
10:00	10:15	1	7	1	5	11	3	2	7	0	0	4	1	1	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	58	197	
10:15	10:30	1	8	0	9	5	1	3	6	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	42	187	
10:30	10:45	0	8	2	7	8	3	1	4	2	0	2	0	1	11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	56	183
10:45	11:00	1	4	0	4	4	1	2	8	0	0	0	0	2	7	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	41	160
11:00	11:15	1	7	1	2	8	0	3	7	0	0	2	1	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0	48	157
11:15	11:30	1	2	0	3	10	0	1	7	1	2	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	138
11:30	11:45	1	6	0	2	7	0	2	2	0	0	2	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	33	156	
11:45	12:00	3	2	1	2	8	0	3	4	0	1	2	0	1	6	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	184	

### AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS						BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																		
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS					CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR											
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸								
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	0	4	1	2	6	1	1	0	0	1	0	3	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	29	191						
12:15	12:30	0	5	1	4	13	0	2	7	3	1	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	201							
12:30	12:45	2	4	0	6	7	4	2	9	1	0	2	0	3	9	1	0	3	2	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	195							
12:45	13:00	1	5	0	4	11	0	2	7	2	0	0	2	1	4	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	176							
13:00	13:15	2	5	1	1	4	0	2	5	1	2	0	0	1	6	0	1	2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	170								
13:15	13:30	3	8	1	2	5	1	2	9	0	1	0	0	1	13	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	169								
13:30	13:45	1	3	0	3	11	0	1	4	0	1	2	0	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	42	179								
13:45	14:00	1	2	0	2	6	2	1	6	0	1	0	0	1	8	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	39	178								
14:00	14:15	1	2	0	3	10	0	1	7	1	2	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	190								
14:15	14:30	1	10	1	7	10	2	2	6	0	2	1	0	0	4	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0	60	207									
14:30	14:45	0	5	2	2	9	1	1	2	0	0	2	0	3	5	1	0	1	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	41	192									
14:45	15:00	2	4	3	1	14	0	3	8	0	0	1	1	7	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	51	195									
15:00	15:15	2	9	1	4	11	2	2	6	2	2	2	0	2	3	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	55	195										
15:15	15:30	4	6	1	1	9	0	2	4	0	0	0	0	1	8	0	0	3	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	177									
15:30	15:45	2	4	0	6	8	1	0	3	0	0	1	1	1	6	2	0	1	0	0	0	0	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	44	186									
15:45	16:00	0	6	1	4	11	3	1	7	0	0	1	1	1	9	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	51	177										
16:00	16:15	0	3	0	4	8	0	1	5	1	2	1	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	169									
16:15	16:30	0	5	1	4	11	0	2	7	3	1	1	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	175									
16:30	16:45	0	3	0	2	6	2	1	5	0	1	0	0	1	7	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	35	166									
16:45	17:00	1	4	0	3	10	0	2	4	1	0	1	0	1	11	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	43	183								
17:00	17:15	3	7	0	4	4	3	2	2	1	0	0	0	1	8	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	43	177									
17:15	17:30	2	2	0	3	12	0	1	7	2	2	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	45	185									

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 8 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS	MINIBUS			BUS				CAMIONES			VOLQUETE			REMOLCADOR																		
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
17:30	17:45	0	7	1	4	10	3	1	8	0	0	1	1	1	8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	52	180						
17:45	18:00	0	3	0	4	8	0	1	6	1	1	1	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	179					
18:00	18:15	2	7	0	5	14	0	0	5	0	1	0	1	2	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	51	203						
18:15	18:30	1	4	0	4	8	1	2	5	0	0	0	2	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	40	190						
18:30	18:45	1	3	0	4	8	1	0	8	0	0	2	1	2	10	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	51	200						
18:45	19:00	4	9	2	5	9	3	4	1	2	1	2	0	0	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	186						
19:00	19:15	1	2	0	3	10	0	1	7	1	2	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	165						
19:15	19:30	2	4	3	1	13	0	3	8	0	0	1	1	7	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	50								
19:30	19:45	2	5	0	3	6	0	2	3	0	0	2	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	37								
19:45	20:00	3	2	2	2	8	0	3	4	0	1	2	0	1	7	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40								

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES									TOTAL L	VHMD (Veh/h)									
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES			VOLQUETE					REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶	↵	↑	↶					
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
06:30	06:45	2	1	0	3	3	2	0	1	0	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	25	115				
06:45	07:00	0	2	0	1	4	1	0	2	0	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	110				
07:00	07:15	2	4	0	3	6	2	0	1	0	0	0	0	1	4	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	128				
07:15	07:30	1	6	2	3	12	2	0	6	0	1	2	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	152				
07:30	07:45	1	5	0	0	4	1	1	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20	164				
07:45	08:00	1	10	2	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38	183				
08:00	08:15	2	17	1	4	13	2	0	2	1	0	0	0	0	3	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	51	194				
08:15	08:30	4	9	1	6	10	0	1	9	0	0	0	0	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	55	197				
08:30	08:45	2	7	0	3	10	1	0	9	0	1	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	175				
08:45	09:00	1	8	0	3	14	0	1	6	0	0	0	0	1	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	49	171				
09:00	09:15	2	5	0	4	11	0	1	2	3	0	2	0	2	9	3	0	2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	168				
09:15	09:30	0	6	0	2	5	1	1	4	0	0	1	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	33	163					
09:30	09:45	0	3	0	3	9	3	0	1	1	0	0	0	8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	182				
09:45	10:00	2	4	1	3	7	0	2	8	1	2	1	0	0	7	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	195				
10:00	10:15	2	4	1	5	7	0	1	8	0	0	1	0	2	12	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	49	213					
10:15	10:30	2	9	1	4	5	1	3	7	0	0	0	0	3	6	0	1	2	2	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	52	212					
10:30	10:45	1	4	2	5	11	1	3	6	0	0	0	0	2	7	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	48	193					
10:45	11:00	2	7	0	6	9	1	1	5	2	0	1	0	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	1	0	5	0	0	1	0	0	0	64	191					
11:00	11:15	1	5	0	7	7	0	2	2	0	1	0	0	3	2	1	0	0	2	0	0	0	0	2	6	1	0	5	0	0	1	0	0	0	48	164					
11:15	11:30	0	4	1	6	7	0	2	3	0	0	2	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	33	167					
11:30	11:45	4	8	0	2	9	2	0	4	2	1	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	46	190					
11:45	12:00	1	7	2	1	7	2	2	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	37	181					

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES						TOTAL L	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES					VOLQUETE			REMOLCADOR												
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷						
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D
12:00	12:15	7	6	1	4	6	0	2	6	0	0	2	0	3	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	51	204								
12:15	12:30	4	8	2	7	9	1	1	5	0	0	1	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0	1	0	0	0	0	56	192									
12:30	12:45	1	6	0	5	4	0	2	4	1	1	0	0	2	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	37	182									
12:45	13:00	3	3	1	6	15	2	2	6	1	0	2	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	2	0	0	1	0	60	183									
13:00	13:15	3	5	1	2	5	0	3	4	0	0	2	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	39	175										
13:15	13:30	1	5	0	7	6	0	1	2	0	1	0	0	3	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	6	1	0	5	0	0	1	0	46	170										
13:30	13:45	1	5	1	6	7	0	2	3	0	0	2	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	38	176										
13:45	14:00	1	6	0	7	6	0	2	3	0	1	0	0	3	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	2	6	2	0	5	0	0	2	0	52	190										
14:00	14:15	0	4	1	6	7	0	2	3	0	0	2	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	34	202										
14:15	14:30	2	9	1	4	5	1	3	7	0	0	0	0	3	6	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	1	0	0	52	224										
14:30	14:45	2	12	0	3	9	0	2	5	0	0	3	0	1	10	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	52	221										
14:45	15:00	2	9	0	4	15	2	2	3	0	2	0	1	3	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	2	0	64	221										
15:00	15:15	1	6	1	2	11	2	3	8	1	1	1	0	1	10	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	56	199											
15:15	15:30	2	4	1	5	7	0	1	8	0	0	1	0	2	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	49	201											
15:30	15:45	2	9	1	4	5	1	3	7	0	0	0	0	3	6	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	0	0	52	188											
15:45	16:00	4	5	0	3	8	0	0	6	0	0	0	0	3	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	1	0	42	187										
16:00	16:15	4	4	1	6	7	2	2	8	0	0	4	0	2	10	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	58	183										
16:15	16:30	1	3	0	0	10	0	2	6	0	0	2	0	1	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	36	162											
16:30	16:45	1	5	1	2	12	1	4	8	0	0	1	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	51	186											
16:45	17:00	1	3	0	3	6	0	1	7	2	0	1	0	1	5	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	38	192											
17:00	17:15	1	6	0	5	4	0	2	4	1	1	0	0	2	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	37	189											
17:15	17:30	3	3	1	6	15	2	2	6	1	0	2	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	2	0	0	1	0	60	201									

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"  
**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio  
**AFORADOR** : Juan Portal  
**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D  
**FECHA** : 9 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)												
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES					VOLQUETE			REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	TOTAL	VHMD
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
17:30	17:45	0	5	3	3	8	1	4	10	0	1	0	0	1	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	202		
17:45	18:00	2	6	1	3	3	1	2	3	1	0	0	0	1	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	35	202		
18:00	18:15	2	11	0	3	9	0	2	5	0	0	3	0	1	9	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	215		
18:15	18:30	2	10	0	4	14	2	1	3	0	2	0	1	3	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	61	212		
18:30	18:45	1	6	1	2	12	2	3	9	1	1	1	0	1	8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	191		
18:45	19:00	2	9	0	1	10	1	3	4	1	0	0	0	1	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	48	160		
19:00	19:15	4	6	1	3	5	1	1	5	0	1	3	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	46	135		
19:15	19:30	4	5	1	2	5	0	3	4	0	0	2	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	40			
19:30	19:45	0	2	0	1	4	1	2	3	1	1	1	0	0	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26			
19:45	20:00	1	5	0	5	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	23			

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS			VEHICULOS LIVIANOS						BUSES			CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)																
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS		TAXIS		CAMIONETAS		COMBIS	MINIBUS		BUS	CAMIONES				VOLQUETE		REMOLCADOR													
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	TOTAL	VHMD (Veh/h)	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	TOTAL	VHMD (Veh/h)				
06:30	06:45	1	7	0	4	8	3	1	5	0	0	0	1	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0			1	0	0	0
06:45	07:00	1	9	0	3	9	4	2	6	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	44	166
07:00	07:15	0	1	0	3	11	1	1	3	1	0	0	0	1	5	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	34	167	
07:15	07:30	1	11	0	0	10	1	0	7	0	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	187	
07:30	07:45	1	7	2	5	10	2	2	5	1	0	1	1	1	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	48	197	
07:45	08:00	1	11	0	4	13	3	1	5	0	0	0	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	45	193	
08:00	08:15	3	11	0	5	12	1	0	4	0	0	0	0	1	11	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	54	200	
08:15	08:30	2	13	1	0	16	1	2	5	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	50	187	
08:30	08:45	1	3	1	1	13	1	2	4	0	0	0	0	1	4	4	1	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	44	198	
08:45	09:00	1	9	0	3	11	0	1	9	1	1	1	0	2	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	52	193	
09:00	09:15	2	1	0	3	13	0	2	3	0	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	1	0	0	0	41	181	
09:15	09:30	1	14	0	6	9	0	3	9	2	0	1	0	2	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	61	181	
09:30	09:45	2	9	0	2	1	0	1	7	1	2	0	0	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	39	181	
09:45	10:00	0	6	1	5	4	0	1	8	0	2	2	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	40	184	
10:00	10:15	2	1	0	3	13	0	2	3	0	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	1	0	0	0	41	196	
10:15	10:30	1	14	0	6	9	0	3	9	2	0	1	0	2	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	61	216	
10:30	10:45	3	6	0	3	4	0	0	5	0	1	2	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	6	0	0	0	0	42	203	
10:45	11:00	3	7	0	3	9	0	2	5	0	0	2	0	1	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	52	200	
11:00	11:15	0	6	1	6	13	3	3	6	1	2	4	0	1	4	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	61	200	
11:15	11:30	1	4	2	1	9	0	2	7	0	0	3	0	4	7	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	48	180	
11:30	11:45	1	6	0	3	5	0	1	7	1	1	1	0	0	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	39	187	
11:45	12:00	0	8	1	4	8	1	3	7	0	0	0	1	1	12	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	52	185		

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)															
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES					VOLQUETE			REMOLCADOR											
DIRECCIÓN	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸								
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D		
12:00	12:15	1	6	0	4	7	1	0	1	0	1	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	41	173							
12:15	12:30	2	7	2	2	12	1	1	9	1	1	2	0	2	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	55	173								
12:30	12:45	1	9	0	2	1	0	1	7	1	2	0	0	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	37	173								
12:45	13:00	9	3	0	2	8	1	0	4	0	0	2	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	188									
13:00	13:15	0	3	0	3	9	2	4	3	1	0	1	0	1	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	41	191									
13:15	13:30	2	4	2	2	9	0	3	7	0	0	3	0	5	7	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	1	0	55	193										
13:30	13:45	1	8	1	4	8	1	3	6	0	0	0	1	2	11	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	52	178										
13:45	14:00	2	6	0	4	7	1	0	1	0	1	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	2	0	43	172									
14:00	14:15	8	3	0	2	8	2	0	4	0	0	2	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	43	186									
14:15	14:30	9	3	0	2	8	1	0	4	0	0	2	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	191									
14:30	14:45	2	6	0	3	12	0	2	4	0	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	1	0	0	0	46	207										
14:45	15:00	1	10	0	6	9	0	3	9	2	0	1	0	2	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	57	215										
15:00	15:15	2	6	0	4	7	1	0	4	0	1	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	2	0	48	213									
15:15	15:30	1	5	2	1	9	0	2	8	0	0	3	0	5	9	1	0	3	1	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	0	1	0	56	204										
15:30	15:45	1	7	1	4	14	0	2	4	0	1	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	2	2	0	0	0	54	203										
15:45	16:00	1	8	1	4	8	1	3	8	0	0	0	1	1	13	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	55	193										
16:00	16:15	1	6	0	4	7	1	0	1	0	1	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	2	0	39	197									
16:15	16:30	3	12	0	5	12	1	0	4	0	0	0	0	1	11	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	55	158										
16:30	16:45	2	3	0	3	14	0	2	3	0	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	2	1	0	0	0	44	158										
16:45	17:00	1	11	0	6	9	0	3	10	2	0	1	0	2	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	59	156										
17:00	17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148									
17:15	17:30	2	8	1	4	8	1	3	9	0	0	0	1	2	11	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	55	194										

**AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR**



**TESIS** : "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"

**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**AFORADOR** : Juan Portal

**INTERSECCION** : Av. San martín y Av. Héroes del Cenepa

**PUNTO DE AFORO** : D

**FECHA** : 10 / 3 / 23



TIPO DE VEHICULO	MOTOS						VEHICULOS LIVIANOS									BUSES						CAMIONES						TOTAL	VHMD (Veh/h)												
	LINEALES			MOTOTAXIS			AUTOS			TAXIS			CAMIONETAS			COMBIS			MINIBUS			BUS			CAMIONES					VOLQUETE			REMOLCADOR								
DIRECCIÓN	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	L	
HORA	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D	I	F	D					
17:30	17:45	1	6	0	4	7	1	0	1	0	1	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	42	183	
17:45	18:00	2	10	0	5	11	1	0	4	0	0	0	0	1	11	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	51	198	
18:00	18:15	1	7	0	3	5	0	1	8	1	1	1	0	0	9	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	46	187				
18:15	18:30	9	3	0	2	8	1	0	4	0	0	2	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	44	188				
18:30	18:45	4	9	1	1	8	3	1	4	0	0	1	0	2	11	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	1	1	0	0	0	57	179				
18:45	19:00	2	7	1	3	4	0	0	10	0	0	1	0	2	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	163				
19:00	19:15	1	6	0	9	7	0	0	4	0	2	0	0	2	8	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	47	160				
19:15	19:30	1	4	1	7	7	0	0	8	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	35					
19:30	19:45	2	4	0	0	8	1	3	7	0	1	1	0	4	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	41					
19:45	20:00	2	6	0	2	5	0	4	4	0	0	0	0	1	4	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	37					

# **Resumen de Aforo Vehicular Semanal**



**TESIS:** "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martin de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"



**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**INTERSECCION** : Av. San Martin y Av. Héroes del Cenepa

**FECHA DE AFORO** : Del 06/03/2023 al 10/03/2023

HORA		LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES	
		VOL. TOTAL	VHMD (Veh/h)								
06:30	06:45	228	1029	224	974	227	1031	182	844	237	997
06:45	07:00	259	1093	249	1014	248	1066	190	905	229	1053
07:00	07:15	240	1163	246	1130	252	1087	217	1026	260	1152
07:15	07:30	302	1232	255	1202	304	1184	255	1109	271	1264
07:30	07:45	292	1217	264	1271	262	1191	243	1149	293	1281
07:45	08:00	329	1246	365	1319	269	1221	311	1184	328	1279
08:00	08:15	309	1225	318	1231	349	1257	300	1177	372	1232
08:15	08:30	287	1181	324	1188	311	1181	295	1193	288	1145
08:30	08:45	321	1221	312	1182	292	1134	278	1151	291	1177
08:45	09:00	308	1188	277	1149	305	1116	304	1140	281	1178
09:00	09:15	265	1196	275	1175	273	1071	316	1128	285	1167
09:15	09:30	327	1240	318	1182	264	1097	253	1104	320	1210
09:30	09:45	288	1204	279	1154	274	1146	267	1182	292	1197
09:45	10:00	316	1235	303	1224	260	1205	292	1213	270	1185
10:00	10:15	309	1224	282	1247	299	1212	292	1235	328	1204
10:15	10:30	291	1238	290	1293	313	1183	331	1229	307	1216
10:30	10:45	319	1238	349	1278	333	1170	298	1198	280	1196
10:45	11:00	305	1240	326	1255	267	1130	314	1227	289	1180
11:00	11:15	323	1261	328	1191	270	1177	286	1194	340	1231
11:15	11:30	291	1270	275	1146	300	1201	300	1234	287	1169
11:30	11:45	321	1314	326	1144	293	1224	327	1249	264	1195
11:45	12:00	326	1304	262	1157	314	1236	281	1210	340	1211
12:00	12:15	332	1308	283	1146	294	1228	326	1263	278	1153
12:15	12:30	335	1309	273	1131	323	1194	315	1227	313	1181
12:30	12:45	311	1284	339	1160	305	1228	288	1205	280	1166
12:45	13:00	330	1280	251	1119	306	1198	334	1234	282	1193
13:00	13:15	333	1259	268	1179	260	1146	290	1201	306	1225
13:15	13:30	310	1201	302	1216	357	1178	293	1181	298	1225
13:30	13:45	307	1170	298	1209	275	1113	317	1201	307	1193
13:45	14:00	309	1186	311	1180	254	1135	301	1213	314	1179
14:00	14:15	275	1160	305	1163	292	1202	270	1214	306	1178
14:15	14:30	279	1174	295	1135	292	1240	313	1264	266	1165
14:30	14:45	323	1206	269	1087	297	1206	329	1253	293	1202
14:45	15:00	283	1209	294	1108	321	1185	302	1226	313	1214
15:00	15:15	289	1229	277	1080	330	1176	320	1196	293	1188
15:15	15:30	311	1233	247	1104	258	1133	302	1170	303	1196
15:30	15:45	326	1211	290	1134	276	1175	302	1139	305	1224
15:45	16:00	303	1193	266	1120	312	1191	272	1137	287	1188
16:00	16:15	293	1194	301	1164	287	1201	294	1162	301	1227
16:15	16:30	289	1201	277	1165	300	1197	271	1113	331	1143
16:30	16:45	308	1222	276	1208	292	1196	300	1183	269	1111
16:45	17:00	304	1240	310	1222	322	904	297	883	326	842
17:00	17:15	300	1215	302	1200	283	582	245	586	217	516
17:15	17:30	310	1241	320	1226	299	299	341	341	299	299



**TESIS:** "Análisis y evaluación de la capacidad vehicular y nivel de servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y simulación con el software Synchro plus 11.1. en la intersección semaforizada en la av. san martín de porres y av. héroes del Cenepa de la ciudad de Cajamarca"



**TESISTA** : Bach. FLORES LOZANO, Luis Antonio

**INTERSECCION** : Av. San Martin y Av. Héroes del Cenepa

**FECHA DE AFORO** : Del 06/03/2023 al 10/03/2023

17:30	17:45	326	1216	290	1281	295	1218	303	1314	295	1179
17:45	18:00	279	1196	288	1366	280	1271	309	1376	286	1227
18:00	18:15	326	1230	328	1336	338	1328	344	1407	301	1247
18:15	18:30	285	1255	375	1292	305	1287	358	1412	297	1299
18:30	18:45	306	1254	375	1218	348	1331	365	1348	343	1318
18:45	19:00	313	1222	258	1142	337	1269	340	1239	306	1264
19:00	19:15	351	1183	284	1100	297	1207	349	1131	353	1241
19:15	19:30	284		301		349		294		316	
19:30	19:45	274		299		286		256		289	
19:45	20:00	274		216		275		232		283	
<b>VOL. TOTAL POR DÍA</b>		<b>16334</b>		<b>15815</b>		<b>15924</b>		<b>15904</b>		<b>16008</b>	
<b>VOL. TOTAL SEMANA</b>		<b>79985</b>									

# **Resumen de Aforo Vehicular del Día de Mayor Demanda**



# **ANEXO 5**

## **PLANOS**

