



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CARRIL EXCLUSIVO EN EL CORREDOR VIAL DE LAS CALLES ZETAS, CA. ABRACITOS, CA. SAN AGUSTIN, CA. MARURI, CA. AFLIGIDOS, CA. AYACUCHO Y CA. PAMPA DEL CASTILLO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO.

---

Presentado por los bachilleres

Fredy Sayco Sumire

Rely Segura Delgado

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos

CUSCO – PERÚ

2019



## DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis a Dios por darme mucha paciencia y voluntad en este logro, A mis padres: Néstor y Doris, los adoro y valoro mucho, quienes me guían con el ejemplo por el buen sendero de la vida. A mis hermanos:

Mónica, Ivar, Franz, mis eternos compañeros, mis cómplices, quienes están en la buenas y en las malas, gracias por brindarme su apoyo incondicional y confiar en mí. A mis docentes universitarios quienes compartieron sus sabias enseñanzas.

**Rely.**

A mi familia, mis padres que tanto apoyo me han brindado a lo largo de estos años en la carrera de Ingeniería Civil.

A todas las personas que me brindaron su apoyo para lograr esta meta.

**Fredy**



## AGRADECIMIENTOS

La vida es tan bonita que nos permite compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas; pero también podemos ser ayudados y ser guiados, es por ello que quiero agradecer a todos quienes estuvieron presentes en la elaboración y realización de mi tesis.

Quiero agradecer a Dios por estar siempre presente en todo momento. A mis padres: Néstor y Doris, por todo el trabajo que realizan para poder darnos lo mejor, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por sus sabios consejos, valores y principios que me inculcaron.

A mis hermanos: Mónica, Ivar, Franz, que a pesar de ser mis menores aprendo mucho de ustedes, son mi orgullo, siempre están para brindarme su apoyo incondicional. A mis docentes universitarios en especial a mi asesor Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos, por dedicar su tiempo y orientación para poder conseguir este objetivo profesional. Gracias a todos.

### **Rely**

A todos los docentes que me inculcaron valor, conocimiento y virtudes para nuestro futuro desarrollo profesional

**Fredy**



## RESUMEN

El transporte público colectivo de buses es vulnerable cuando no tiene un tratamiento o una infraestructura exclusiva, el tránsito mixto de vehículos en un corredor vial con capacidad limitada y con excesiva demanda afecta la velocidad de circulación y por lo tanto afecta la calidad en el servicio, expresada en niveles de servicio para la circulación del transporte público colectivo de buses.

La restricción en la circulación de vehículos privados y taxis en este corredor vial que inicia en Limacpampa Grande y que termina en Ca. Belén con Ca. Tecte lleva la mayor parte de vehículos de Transporte Público colectivo de buses, según los contratos de concesión de rutas de la municipalidad de Cusco, de las 40 rutas (30 urbanas y 10 interurbanas) existentes en la ciudad de Cusco, circulan 21 rutas por este corredor vial, transportando a una cantidad masiva de pasajeros.

Se ha evaluado el impacto generado en el tránsito mixto por el cierre de esta infraestructura vial lo largo de las calles del corredor, así como cuantificar los beneficios de la implementación de un carril exclusivo para esta zona. Se pudo notar que las demoras en las intersecciones disminuyeron en un promedio de 32.57 %, mejorando los niveles de servicio en promedio de F a C para el transporte público colectivo de buses.

Como se ven en los resultados, los niveles de servicio en **la dirección del corredor vial** han mejorado para la circulación del servicio de Transporte Público colectivo de buses. Sin embargo, para el tránsito transversal, es decir las calles en sentido opuesto, algunas demoras se han incrementado con el fin de dar una prioridad al transporte público colectivo de buses. Esta mejora está dirigida a potenciar la circulación de los vehículos de transporte público colectivo de buses únicamente ya que son las que llevan la mayor cantidad de pasajeros al centro histórico.

En Cusco no existe prioridad para el transporte público colectivo de buses, este corredor vial mejora la calidad de transporte en menor tiempo, realizando una planificación vial. Un factor de evaluación de la calidad del transporte público es la cantidad de kilómetros de dedicación exclusiva, en Cusco este valor es CERO.



## ABSTRACT

Collective public bus transport is vulnerable when it does not have a treatment or an exclusive infrastructure, the mixed traffic of vehicles in a road corridor with limited capacity and with excessive demand affects the speed of circulation and therefore affects the quality of the service, expressed in service levels for the collective public transport of buses.

The restriction on the circulation of private vehicles and taxis in this road corridor that starts in Limacpampa Grande and ends in Ca. Belén with Ca. Tecte takes most of the collective public transport buses, according to the concession contracts for routes from the municipality of Cusco, of the 40 routes (30 urban and 10 interurban) existing in the city of Cusco, there are 21 routes through this road corridor, transporting a massive number of passengers.

The impact generated in mixed traffic has been evaluated by closing this road infrastructure along the streets of the corridor, as well as quantifying the benefits of the implementation of an exclusive lane for this area. It was noted that delays at intersections decreased by an average of 32.57%, improving service levels on average from F to C for collective public bus transport.

As seen in the results, the service levels in the direction of the road corridor have improved for the circulation of the collective bus public transport service. However, for the transverse traffic, that is to say the streets in the opposite direction, some delays have been increased in order to give priority to the collective public transport of buses. This improvement is aimed at boosting the circulation of buses public transport only vehicles since they are the ones that take the largest number of passengers to the historic center.

In Cusco there is no priority for collective public transport of buses, this road corridor improves the quality of transport in less time, making road planning. An evaluation factor of the quality of public transport is the number of kilometers of exclusive dedication, in Cusco this value is ZERO.



## INTRODUCCIÓN

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

En el presente proyecto de tesis se analizará la factibilidad de la segregación modal del corredor vial definido por las calles: ZETAS, CA. ABRACITOS, CA. SAN AGUSTÍN, CA. MARURI, PAMPA DEL CASTILLO, CA. AFLIGIDOS, CA. AYACUCHO DEL CENTRO HISTÓRICO DEL CUSCO, en favor del modo de transporte público colectivo de buses. Siendo este modo el que desplaza o lleva la mayor cantidad de personas hacia el principal punto atractor de viajes de la ciudad que es el centro. Es de necesidad darle una prioridad y analizar el impacto que genere este cambio, así mismo proponer soluciones para su aplicación.

En el capítulo III, se presenta la metodología del HCM que describe el cálculo de los niveles de servicio como indicador de mejora para la circulación de transporte público colectivo de buses.

En el capítulo IV, se presentan los resultados del análisis de niveles de servicio en el corredor vial segregado, demostrando que si es posible mejorar la calidad del transporte público colectivo de buses mediante uno de sus indicadores que son las demoras y tiempos de viaje.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Ámbito de influencia de la Tesis.....	1
1.1.1. Ubicación Geográfica:.....	1
1.1.2. Ámbito de influencia Teórica.....	2
1.2. Descripción del problema:.....	2
1.3. Justificación de la investigación: .....	5
1.3.1. Justificación técnica: .....	5
1.3.2. Justificación social.....	5
1.3.3. Justificación por viabilidad.....	5
1.3.4. Justificación por relevancia .....	6
1.3.5. Limitaciones .....	7
1.4. Formulación del Problema .....	8
1.4.1. Formulación interrogativa del problema general .....	8
1.4.2. Problemas específicos .....	8
1.5. Objetivos de la investigación.....	9
1.5.1. Objetivo General .....	9
1.5.2. Objetivos Específicos.....	9
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS .....	10
2.1. Antecedentes de la Tesis:.....	10



2.1.1. Antecedentes a nivel Local: .....10

2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional: .....10

2.1.3. Antecedentes a nivel Internacional:.....11

2.2. Bases Teórico – Científicas: .....12

2.2.1. Características de tránsito.....12

2.2.1.1. Volumen .....12

2.2.1.2. Velocidad .....12

2.2.1.2.1. Velocidad promedio de rodaje.....12

2.2.1.2.2. Velocidad promedio de viaje .....12

2.2.1.2.3. Velocidad media espacial.....13

2.2.1.2.4. Velocidad media temporal .....13

2.2.1.2.5. Velocidad de flujo libre .....13

2.2.1.2.6. Velocidad percentil .....13

2.2.2. Variables relacionadas con el flujo vehicular y la demanda .....13

2.2.3. Variables relacionadas con la densidad .....15

2.2.4. Niveles de servicio .....16

2.2.5. Cálculo de la capacidad .....18

2.3. Hipótesis: .....20

2.3.1. Hipótesis General:.....20

2.3.2. Sub Hipótesis: .....20

2.4. Variables e Indicadores:.....21

2.4.1. Variables Dependientes: .....21

2.4.2. Variables Independientes:.....22

2.4.3. Indicadores de Variables Independientes: .....22

2.5. Cuadro de Operacionalización de Variables: .....24

2.6. Matriz de consistencia.....25

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....26





- 3.1. Metodología de la Investigación: .....26
  - 3.1.1. Tipo de Investigación: .....26
  - 3.1.2. Nivel de Investigación: .....26
  - 3.1.3. Método de Investigación: .....26
- 3.2. Diseño de la Investigación: .....26
  - 3.2.1. Diseño Metodológico:.....26
- 3.3. Diseño de Ingeniería .....27
- 3.4. Población y Muestra:.....28
  - 3.4.1. Población: .....28
    - 3.4.1.1. Descripción de la Población: .....28
    - 3.4.1.2. Cuantificación de la Población: .....28
  - 3.4.2. Muestra: .....28
    - 3.4.2.1. Descripción de la Muestra: .....28
    - 3.4.2.2. Cuantificación de la Muestra: .....28
    - 3.4.2.3. Método de Muestreo: .....29
    - 3.4.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:.....29
  - 3.4.3. Criterios de Inclusión: .....29
- 3.5. Instrumentos: .....30
  - 3.5.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos: .30
    - 3.5.1.1. Ficha de aforo vehicular .....30
    - 3.5.1.2. Ficha de características geométricas .....32
    - 3.5.1.3. Ficha de características semafóricas de la vía .....32
  - 3.5.2. Instrumentos de Ingeniería:.....33
    - 3.5.2.1. Cámara filmadora:.....33
    - 3.5.2.2. Estación total:.....33
    - 3.5.2.3. SYNCHRO 8 educacional: .....33
- 3.6. Procedimientos de Recolección de Datos: .....33



3.6.1. Codificación de movimientos vehiculares.....	33
3.6.2. Identificación de puntos de aforo.....	52
3.6.3. Registro fílmico.....	55
3.6.4. Recolección de volúmenes vehiculares. ....	55
3.6.5. Recolección de las características geométricas de la vía .....	61
3.6.6. Recolección de características semafóricas .....	62
4. CAPITULO IV: RESULTADOS.....	64
4.1 Resultados para la situación sin cierre al tráfico mixto - año 2017.....	64
4.2. Resultados para la situación con cierre al tráfico mixto 2018.....	68
4.3. Resultados para la situación con cierre al tráfico mixto 2018 y optimizado. ... .....	76
5. CAPITULO V: DISCUSIÓN .....	87
GLOSARIO .....	92
CONCLUSIONES .....	96
RECOMENDACIONES .....	98
REFERENCIAS.....	100



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corredor vial para segregar a favor del Transporte Público colectivo (buses).....	1
Figura 2. Corredor vial seleccionado.....	2
Figura 3. Plano de rutas preferentes para el transporte público. ....	4
Figura 4. Intersecciones del sistema numeradas. ....	54
Figura 5. Intersecciones con volumen vehicular – 2017 – antes del cierre .....	56
Figura 6. Volumen vehicular intersección 01 .....	57
Figura 7. Volumen vehicular intersección 02 .....	57
Figura 8. Volumen vehicular intersección 03 .....	58
Figura 9. Volumen vehicular intersección 04 .....	58
Figura 10. Volumen vehicular intersección 05.....	59
Figura 11. Volumen vehicular intersección 06.....	59
Figura 12. Volumen vehicular intersección 07.....	60
Figura 13. Volumen vehicular intersección 08.....	60
Figura 14. Volumen vehicular intersección 09.....	61
Figura 15. Fases y tiempos semafóricos Intersección 01 .....	62
Figura 16. Fases y tiempos semafóricos Intersección 06 .....	62
Figura 17. Fases y tiempos semafóricos Intersección 07 .....	62
Figura 18 ases y tiempos semafóricos Intersección 08.....	63
Figura 19. Fases y tiempos semafóricos Intersección 09 .....	63
Figura 20. Demoras en segundos/vehículo para la situación posterior al cierre de tráfico mixto – Año 2018 .....	69
Figura 21. NDS para la situación posterior al cierre de tráfico mixto– Año 2018 .....	71
Figura 22. ICU% para la situación posterior al cierre de tráfico mixto– Año 2018 .....	73
Figura 23. Relación V/C para la situación anterior posterior cierre de tráfico mixto– Año 2018 .....	75
Figura 24. Demoras para la situación posterior al cierre de tráfico mixto y optimizado – Año 2018 .....	77
Figura 25. NDS para la situación posterior al cierre optimizado – Año 2018 ....	79



Figura 26. ICU% para la situación posterior al cierre de tráfico mixto– Año 2018  
.....81

Figura 27. Relación V/C para la situación posterior cierre y optimizado – Año  
2018 .....83



## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Factores de corrección para el cálculo de la intensidad de saturación .....	19
Tabla 2. Ficha de aforo usados.....	30
Tabla 3. Ficha de aforo vehicular detallado .....	31
Tabla 4. Formato de ficha de características geométricas de la vía. ....	32
Tabla 5. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo. ....	34
Tabla 6. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo. ....	34
Tabla 7. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo .....	35
Tabla 8. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo .....	35
Tabla 9. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección NO semaforizada en CA. San Agustín y CA. Maruri. ....	36
Tabla 10. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección NO semaforizada en CA. San Agustín y CA. Maruri. ....	36
Tabla 11. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo. ....	37
Tabla 12. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección NO semaforizada en CA. Abracitos y CA. San Agustín.....	37
Tabla 13. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Zetas y CA. San Agustín.....	38
Tabla 14. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Maruri/Afligidos .....	38
Tabla 15. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Maruri/Afligidos. ....	39
Tabla 16. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Arrayan .....	39
Tabla 17. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Arrayan. ....	40



Tabla 18. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....40

Tabla 19. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....41

Tabla 20. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....41

Tabla 21. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....42

Tabla 22. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....42

Tabla 23. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....43

Tabla 24. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.....43

Tabla 25. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho .....44

Tabla 26. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho. ....44

Tabla 27. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho. ....45

Tabla 28. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho. ....45

Tabla 29. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho. ....46

Tabla 30. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho .....46

Tabla 31. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.....47

Tabla 32. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.....47

Tabla 33. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.....48

Tabla 34. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho .....48



Tabla 35. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho. ....49

Tabla 36. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.....49

Tabla 37. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.....50

Tabla 38. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.....50

Tabla 39. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.....51

Tabla 40. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.....51

Tabla 41. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.....52

Tabla 42 Demoras situación sin cierre al tráfico mixto .....64

Tabla 43. Niveles de Servicio situación sin cierre .....65

Tabla 44. ICU % situación sin cierre al tráfico mixto .....66

Tabla 45 Volumen/Capacidad situación sin cierre al tráfico mixto .....67

Tabla 46. Demoras situación con cierre al tráfico mixto .....68

Tabla 47 . Niveles de Servicio situación con cierre.....70

Tabla 48. ICU % situación con cierre .....72

Tabla 49. Volumen/Capacidad situación con cierre al tráfico mixto .....74

Tabla 50. Demoras situación Optimizada .....76

Tabla 51. Niveles de Servicio situación optimizada .....78

Tabla 52. ICU% situación optimizada .....80

Tabla 53. Volumen/capacidad situación optimizada .....82

Tabla 54. Escenario 01 – sin cierre al tráfico mixto 2017:.....84

Tabla 55 .Escenario 02 – con cierre al tráfico mixto propuesta.....84

Tabla 56. Escenario 02 – Con cierre al tráfico optimizado 2018 propuesta .....85

## 1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Ámbito de influencia de la Tesis

#### 1.1.1. Ubicación Geográfica:

El corredor vial tiene la siguiente ubicación geográfica:

- Las calles: Zetas, Abracitos, San Agustín, Maruri, Afligidos, Ayacucho, Pampa del Castillo.



Figura 1. Corredor vial para segregar a favor del Transporte Público colectivo (buses).

Fuente: Google Eath

El corredor vial se compone por las siguientes calles para el sentido oeste-este de la siguiente forma:

- a Para el sentido este a oeste

Inicio: Limacpampa Grande

- o Calle Zetas, Calle Abracitos, Ca. San Agustín, Ca. Maruri, Ca. Afligidos, Ca. Ayacucho, Ca Belén intersección con Ca. tecte

Fin: Intersección entre Ca. Belén con Ca. Tecte

- b Para el sentido oeste a este

- Inicio: Intersección entre Ca. Belén con Ca.Tecte.



- Calle Ayacucho, Calle Afligidos, Ca. Pampa del castillo, Ca. Zetas.Ca Abracitos.
- Fin: Limacpampa Grande.

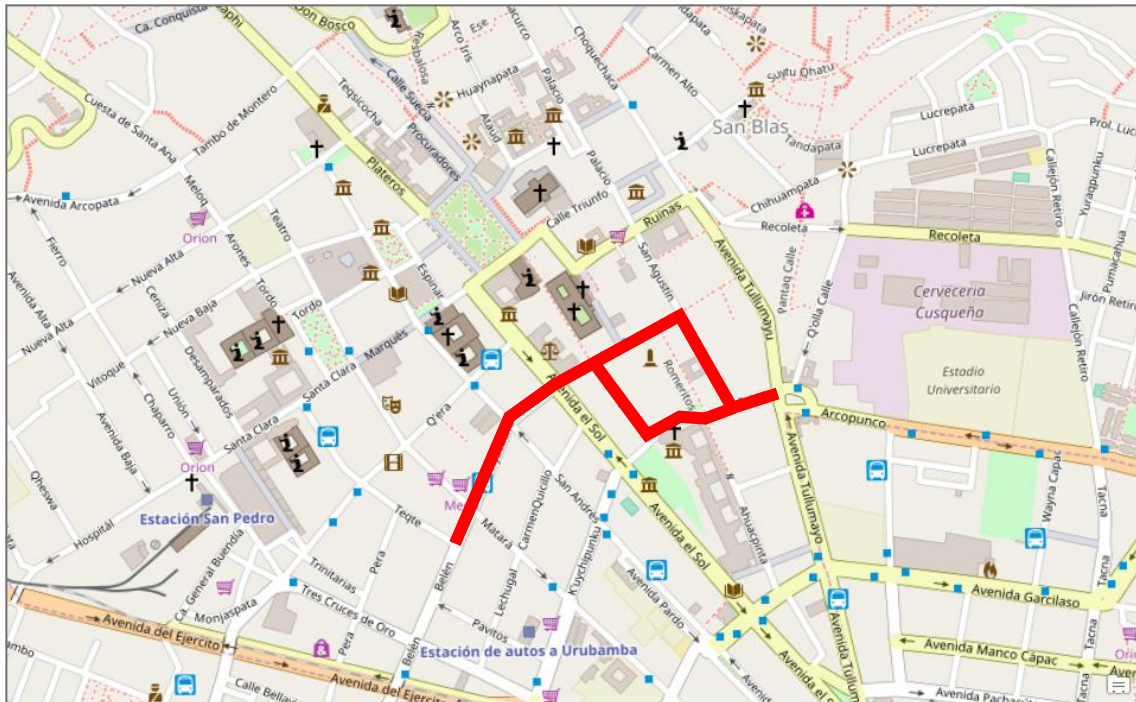


Figura 2. Corredor vial seleccionado

Fuente: Google Maps

**Referencia: Open Street Maps**

**1.1.2. Ámbito de influencia Teórica**

El área donde aporta la investigación será el ámbito de la Ingeniería del Transporte en la Ingeniería Civil. Específicamente en referencia a Vialidad.

**1.2. Descripción del problema:**

En la actualidad el Sistema de Transporte Público viene compitiendo deslealmente contra otros modos como el vehículo privado y el taxi. Especialmente en el Centro Histórico de la ciudad se puede observar la gran cantidad de estos vehículos generando una congestión y caos. Aproximadamente 20 años atrás la presencia de vehículos privados y taxis era muchísimo menor en la composición del tránsito, entonces los vehículos dedicados al transporte público no tenían que luchar por circular con tiempos de viaje competitivos, los cuales en la actualidad se han reducido tremendamente.



El aumento de los tiempos de viajes producto del tráfico excesivo de otros modos reduce la calidad del sistema de transporte público. Esta reducción en los niveles de servicio de transporte público impacta negativamente al usuario quien opta por no subir a un bus por las demoras que se generan, y que al adicionarse al tiempo de carga y descarga de pasajeros se hace interminable.

La movilidad hacia el centro de la ciudad representa más del 30% de la movilidad actual, según los estudios de Origen y Destino de los años 2011, el centro es el principal atractor de viajes en todos los modos de transporte. De las 40 rutas (30 urbanas y 10 interurbanas) que circulan por la ciudad del cusco, 21 de estas pasan por este corredor vial, se calculó de acuerdo al aforo que circulan por este corredor vial ,121 vehículos de transporte público colectivo de buses por hora, llevando un promedio de 35 pasajeros por vehículo, teniendo un horario de trabajo de 14 horas (6 a.m a 10 p.m) llegando a transportar un total de 118 mil pasajeros diarios aproximadamente, este dato se obtuvo del trabajo de campo. Las rutas que observamos al hacer el aforo vehicular son los siguientes:

- 1.- Arco Iris.
- 2.-C4M.
- 3.-Cabildo.
- 4.-Chaska.
- 5.-Columbia.
- 6.-Corre Caminos.
- 7.-Dorado.
- 8.-Huancaro.
- 9.-Illary Qosqo.
- 10.-Inka Express.
- 11.-León de San jerónimo.
- 12.- Liebre.
- 13.-Los Leones.

- 14.-Rapidos.
- 15.-Patrón San Sebastián.
- 16.-Santiago Express.
- 17.-Satelite.
- 18.-Servicio Andino.
- 19.-Servicio Rápido.
- 20.-Ttio la Florida.
- 21.-El zorro.

Según el Plan Maestro del Centro Histórico, en la propuesta aprobada sobre movilidad y espacios públicos plano P-10, se muestra al corredor vial en estudio como una **INFRAESTRUCTURA PREFERENTE PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO**, tal como se observa en la siguiente imagen:

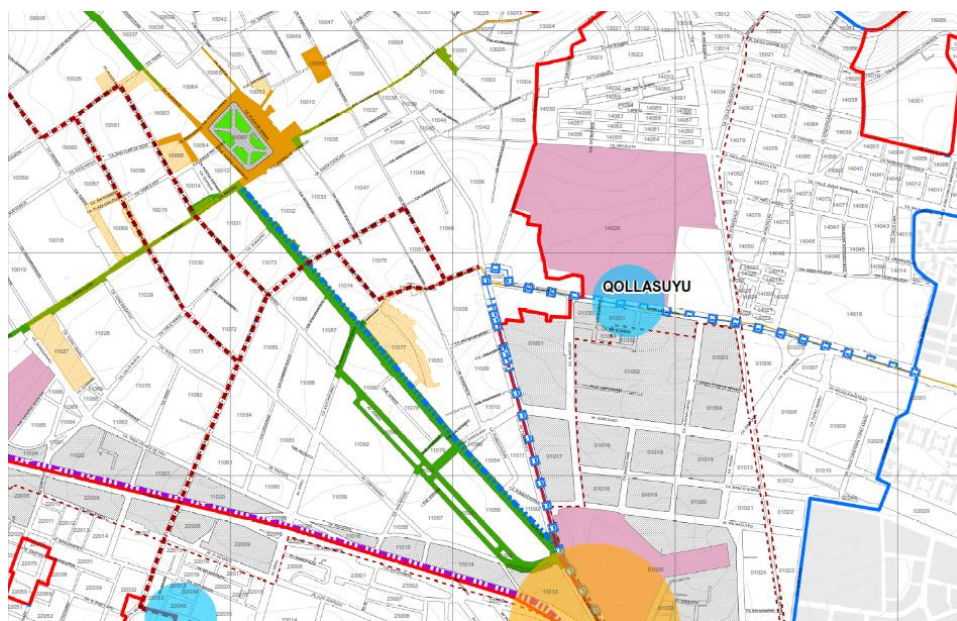


Figura 3. Plano de rutas preferentes para el transporte público.

Fuente: Plan Maestro del Centro Histórico-Cusco 2018.

### **1.3. Justificación de la investigación:**

#### **1.3.1. Justificación técnica:**

Actualmente la Municipalidad del Cusco, está buscando soluciones técnicas para el mejoramiento de los niveles de servicio para el transporte público y la mitigación de los impactos que este pueda causar.

Evaluación de la propuesta de cierre al tráfico mixto y diagnóstico de soluciones complementarias para su ejecución y aplicación. Desarrollo de configuraciones semafóricas para la optimización del tránsito en el corredor vial priorizado.

Los aportes técnicos se resumen en:

- Determinación de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas en del corredor vial priorizado y comparación con el nivel servicio y capacidad antes y después del cierre a los vehículos taxi y autos particulares.
- Determinación de la configuración vial más eficiente para que los usuarios ahorren en tiempo de viaje.

#### **1.3.2. Justificación social**

El usuario, persona residente del Cusco, podrá experimentar en un futuro menores tiempos de viaje a lo largo de este segmento vial o corredor, en caso de que esta investigación pueda aportar a una implementación física.

Además, la investigación esta direccionada a analizar resultados que en un futuro de implementación física y que pueda generar un impacto positivo en la calidad de vida del usuario, quien apostará por el uso de transporte público al ver que este sistema es competitivo.

#### **1.3.3. Justificación por viabilidad**

La presente investigación es viable porque se contó con los siguientes datos:

- Se tiene acceso a la zona de investigación.
- La metodología del HCM y el acceso a software de modelamiento están al alcance y disposición de cualquier operario.



- Contamos con el financiamiento requerido para realizar la investigación eficientemente.
- Se dispone de tiempo para la recolección de datos, procesamiento y análisis.

#### **1.3.4. Justificación por relevancia**

El tema de investigación es de gran importancia ya que muchos usuarios transitan este corredor vial diariamente tratando de llegar al centro de la ciudad. Varios escolares, padres de familia, trabajadores y servidores públicos hacen uso del transporte público colectivo de buses, que es un sistema que necesita ser estudiado y revalorado con una prioridad sobre los demás modos de la movilidad.

Por lo que ya se está implementando mediante la propuesta de movilidad y espacios públicos, en donde se está dando prioridad a áreas de reserva para el transporte, áreas con vocación para el tratamiento integral de espacios públicos, delimitación por áreas de estructuración y delimitación del centro histórico.



### 1.3.5. Limitaciones

El estudio se limita al análisis del corredor vial e intersección con las vías transversales a este. El análisis es horario, utilizando según norma la hora punta del día identificado. El análisis se ha ejecutado con la ayuda de un software de modelación determinístico para el análisis de niveles de servicio y una microsimulación para el análisis de tiempos de viaje. La extensión del estudio se inicia en Limacpampa Grande hasta la intersección de Ca. Belén con Ca. Tecte. El aforo de datos anteriores al cierre se realizó en el año 2017 cuando el proyecto fue autorizado y la propuesta de cierre al tráfico mixto contempla esta información de tráfico, ya que en la actualidad el corredor vial ha sido cerrado parcialmente.

El estudio se limita solo al conteo o aforo de manera manual con la utilización de cámara video filmadoras, en el transcurso de la semana exceptuando los días sábados y domingos, se utilizó instrumentos de ingeniería como wincha, estación total para poder determinar el ancho de calzada y la pendiente, no se consideraron los vehículos menores como las motos

El estudio se limita solo al flujo vehicular no contempla el número de peatones que circulan por las intersecciones ni las transversales que pasan al carril exclusivo, ya que el HCM 2010 proporciona valores recomendados cuando no se pudo obtener los datos del trabajo de campo.

El estudio se limita en condiciones meteorológicas ideales considerando días soleados ya que en nuestra localidad es distinto el tráfico debido a las lluvias.



## 1.4. Formulación del Problema

### 1.4.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cuál será el impacto a nivel operacional (saturación, demoras, y niveles de servicio) que generará la implementación del corredor exclusivo en las calles Zetas, Abracitos, Maruri, San Agustín, Pampa del Castillo, Afligidos y Ayacucho?

### 1.4.2. Problemas específicos

**Problema específico N°1:** ¿Cómo varían los niveles de servicio de las intersecciones del corredor exclusivo planteado con la restricción al tráfico mixto (taxis y vehículos privados)

**Problema específico N°2:** ¿Cómo varían los niveles de servicio de las intersecciones a lo largo del corredor vial exclusivo con respecto a cambios de las fases y tiempos semafóricos?

**Problema específico N°3:** ¿Cómo varían las demoras en las intersecciones al implementar el corredor vial exclusivo y reducir el número de carriles para el tránsito mixto vehicular (vehículo privado, taxi y transporte de carga)?

**Problema específico N°4:** ¿Qué relación saturación Volumen/Capacidad experimentan las intersecciones más importantes del corredor vial exclusivo en el tramo de estudio?

**Problema específico N°5:** ¿Cuál es el porcentaje de reducción en los tiempos de viaje (mejora) que experimentan los buses de transporte público con respecto al nuevo modelo planteado corredor vial de plataforma exclusiva?



## 1.5. Objetivos de la investigación

### 1.5.1. Objetivo General

Calcular y analizar el impacto vial a nivel operacional, cálculo de saturación, demoras y niveles de servicio que se generarán al implementar un carril bus de plataforma exclusiva.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

**Objetivo específico N°1:** Determinar los niveles de servicio, antes y después de la implementación del carril bus, plataforma exclusiva.

**Objetivo específico N°2:** Determinar el cambio en los niveles de servicio por los cambios en las fases y longitud de ciclos, al optimizarlos después de la implementación del carril bus.

**Objetivo específico N°3:** Medir los tiempos de demora a lo largo del corredor vial después de la implementación del carril bus exclusivo y al proponer cambios en la sección de la vía.

**Objetivo específico N°4:** Determinar qué relación de volumen/capacidad existe en las intersecciones antes y después de la implementación del carril bus exclusivo.

**Objetivo específico N°5:** Medir y Calcular el porcentaje de la reducción de tiempos de viajes (mejora) al implementar el nuevo sistema de corredor exclusivo con carril bus.





## 2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

### 2.1. Antecedentes de la Tesis:

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel Local:

**TEMA:** Análisis del Flujo Vehicular – de los Óvalos Libertadores, Garcilaso y Tacna – Intersecciones Giratorias en comparación con el comportamiento de Intersección Semaforizadas sometidas a la misma demanda

**AUTOR:** Jimmy Carol Challco Castillo

**AÑO:** Cusco, 2015

**UNIVERSIDAD:** Universidad Andina del Cusco – Perú

**RESUMEN:** la presente tesis estudio el análisis de la capacidad vial de las intersecciones giratorias (glorietas, rotondas) comparando con el modelamiento de intersecciones viales semaforizadas (ramales Múltiples) sometidas a la misma demanda de la ciudad del Cusco, determinando la capacidad Vial que compara dicho nivel de servicio de las intersecciones de estudio.

**CONCLUSIÓN:** en la presente tesis se llegó a demostrar que la capacidad vial que ofrecen las intersecciones giratorias es mayor y más eficientes en comparación a la capacidad vial que ofrece las intersecciones semaforizadas.

#### 2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional:

**TEMA:** Alternativa de solución vial a la intersección de las avenidas Av. Cáceres y Av. Ramón Mujica

**AUTOR:** Ing. Luis Alonso Otero Seminario

**AÑO :** Piura, 2015

**UNIVERSIDAD:** Universidad de Piura-Perú

**RESUMEN:** La presente tesis busca una solución de las intersecciones de las Av. Cáceres y Ramón Mujica aplicando la metodología del HCM 2010 para determinar la capacidad y los niveles de servicios actuales, con datos de conteos tomado en campo previamente, al analizar los datos actuales los resultados fueron demoras elevadas y niveles de servicios muy bajos, por lo que se procedió a proponer diferentes alternativas de diseño geométrico como soluciones parciales al problema antes mencionado. Entre las propuestas planteadas están Ensanchamiento de carriles, usos de rotondas y pasos a desnivel.



**CONCLUSIÓN:** se llegó a determinar que la metodología HCM 2010 es una buena herramienta que ayuda en el análisis del comportamiento de las intersecciones viales urbanas y que es aplicable en el Perú teniendo en cuenta las modificaciones con respecto a lo vehículos, ya que nos permite determinar las demoras y los niveles de servicios.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel Internacional:**

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

**AUTOR:** Martínez Aldean Diego Fernando

**AÑO** : Ecuador, 2014

**UNIVERSIDAD:** Universidad Técnica Particular de Loja

**RESUMEN:** En el presente estudio se detalla el proceso de investigación del análisis de la vía Loja Vilcabamba , en el tramo Loja –Landangui, con el fin de determinar su capacidad y nivel de servicio , aplicando la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual 2000 , se escogió la vía que conecta la ciudad de Loja con las ciudades de Vilcabamba y Malacatos, esta vía presenta una gran cantidad de flujo vehicular debido a que son unos de los principales puntos de atracción turística en la provincia de Loja.

Este trabajo investigado detalla cada una de las etapas ejecutadas, desde el levantamiento de información de campo (aforo de vehículos y medición de las características geométricas), tabulación de datos y análisis de resultados.

**CONCLUSIÓN:** En la investigación se aprecia que debido al incremento de flujo vehicular en la zona de estudio el nivel de servicio se incrementara de un nivel C a un nivel D en los próximos años esto muestra una correlación con el estudio que se desarrolla en la presente tesis debido a ser la ciudad de Loja una ciudad turística con un número similar de visitantes que posee la ciudad del Cusco.

## **2.2. Bases Teórico – Científicas:**

### **2.2.1. Características de tránsito**

Según (Highway Capacity Manual, 2010)

Se tiene tres factores que son necesarios para describir el tránsito en cualquier vía:

- a) Volumen o razón de flujo,
- b) velocidad y
- c) densidad.

El HCM 2010, divide el tránsito en dos, a) el flujo ininterrumpido y b) el flujo interrumpido. Para éste análisis, se usará como base el flujo interrumpido, ya que el estudio según el manual para este tipo de flujo es solo en las intersecciones más no en los segmentos, mientras que en el flujo ininterrumpido es usado para el tránsito en carreteras, autopistas donde se estudiara los segmentos.

#### **2.2.1.1. Volumen**

El volumen de tránsito es definido como la cantidad de vehículos que pasan en un punto determinado durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente "vehículos" o "vehículos por unidad de tiempo." (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

#### **2.2.1.2. Velocidad**

La velocidad se considera como una razón de movimiento, en distancia de recorrido por unidad de tiempo, generalmente como kilómetros por hora (km/h). El HCM 2010 usa la velocidad promedio de viaje como la medida de velocidad, (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

#### **2.1.3.1.1. Velocidad promedio de rodaje**

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. Calculada dividiendo la longitud del segmento entre el tiempo promedio de rodaje de los vehículos pasando por dicho segmento. El tiempo de rodaje es medido únicamente cuando los vehículos están en movimiento. (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

**2.1.3.1.1. Velocidad promedio de viaje**

Es una medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje en una longitud dada de una carretera. Esto es 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. (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

**2.1.3.1.2. Velocidad media espacial**

Es considerada como la velocidad promedio de todos los vehículos, ocupando una sección dada de la carretera sobre un período específico de tiempo. (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

**2.1.3.1.3. Velocidad media temporal**

Es la velocidad promedio de todos los vehículos, pasando por un punto de la carretera o segmento sobre un período específico de tiempo.

**2.1.3.1.4. Velocidad de flujo libre**

La velocidad de flujo libre es la velocidad promedio de los vehículos en una carretera dada, medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demoras. (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

**2.2.1.2.6. Velocidad percentil**

Es la velocidad por debajo de la cual un porcentaje de vehículos viajan en una dirección del tránsito. Así, una velocidad del 85 percentil significa que el 85% de los vehículos en el tránsito viajan a cierta velocidad o por debajo de ella. La velocidad del 85 percentil es usada como una medida de la máxima velocidad razonable para el tránsito. (CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

**2.2.2. Variables relacionadas con el flujo vehicular y la demanda**

Las variables relacionadas con el flujo son la tasa de flujo, el volumen el intervalo simple entre vehículos consecutivos y el intervalo promedio entre muchos vehículos.

### 2.2.2.1. Tasa del flujo (q) y Velocidad (Q)

La tasa de flujo, es el número de vehículos  $N$  que pasan durante un intervalo de tiempo  $T$  a una hora, expresada en veh / min. Sin embargo, la tasa de flujo que también puede ser expresada en veh / hora, teniendo cuidado en su análisis, ya que no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o volumen horario "q".

La tasa de flujo se calcula entonces con la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T}$$

### 2.2.2.2. Intervalo simple ( $h_i$ )

Es el intervalo de tiempo entre el paso de los vehículos seguidos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos similares del par de vehículos.

### 2.2.2.3. Intervalo promedio $\bar{h}$

Es el promedio de todos los intervalos simples  $h_i$  existente entre diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\bar{h} = \sum_{i=1}^{N-1} h_i / N - 1$$

Donde:

$h$  : intervalo promedio (s/veh)

$N$  : Numero de vehículos (veh)

$N-1$  : Numero de intervalos (veh)

$h_i$  : intervalo simple entre el vehículo  $i$  y el vehículo  $i + 1$

Las unidades de intervalo promedio  $\bar{h}$  (s/veh) son las unidades inversas de la tasa de flujo  $q$  (veh/s), por lo que se plantea la siguiente ecuación.

$$\bar{h} = \frac{1}{q}$$

### 2.2.3. Variables relacionadas con la densidad

Las variables de flujo vehicular relacionadas con la densidad son: la densidad o concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos.

#### 2.2.3.1. Densidad o concentración (K)

Es el número N de vehículos que ocupan una longitud específica ha, de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh / km), ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada, se calcula como:

$$K = \frac{N}{a}$$

#### 2.2.3.2. Espaciamiento simple (si)

La distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada

#### 2.2.3.3. Espaciamiento promedio ( $\bar{s}$ )

Es el espaciamiento de todos los espaciamientos simples existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad, por tratarse de un promedio se expresa en metros por vehículo (m/ veh) y se calcula, mediante a la siguiente expresión:

$$\bar{s} = \sum_{i=1}^{N-1} si / N - 1$$

Dónde:

S : espaciamiento promedio (m/veh)

N : número de vehículos (veh)

N-1 : número de espaciamientos (veh)

Si : Espaciamiento simple entre el vehículo  $i$  y el vehículo  $i+1$

Las unidades del espaciamento promedio  $\bar{s}$  (m/veh) son las unidades inversas de la densidad  $K$  (veh/m) por lo que también se puede plantearse la siguiente relación:

$$\bar{s} = \frac{1}{K}$$

(Cardenas, 2007)

#### **2.2.4. Niveles de servicio**

SEGÚN: (Highway Capacity Manual, 2010)

El HCM 2010 ha creado una medida cualitativa para definir los diferentes tipos o capacidades de servicio que tiene una vía a los cuales se denomina niveles de servicio (LOS).

El HCM denomina a los niveles de servicio como “una medida de calidad que describe las condiciones de funcionamiento dentro de un flujo de tráfico, por lo general en términos de medidas de servicio tales como la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia.

Según el HCM especifica que hay 6 diferentes niveles de servicio a los cuales los designa con las letras A hasta la F, siendo el nivel “A” el que presta mejores condiciones de funcionamiento y la “F” el de peor.

En el libro de ingeniería de carreteras volumen I de Carlos Kraemer se describe cada uno de los de los niveles de servicio los cuales se presenta a continuación.

##### **2.2.4.1. Nivel de servicio A**

La velocidad de los vehículos es prácticamente igual a la que libremente elegirían sus conductores si no se vieran obligados a modificarla a causa de otros vehículos. Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo con facilidad sin sufrir ninguna demora. Este nivel corresponde a unas condiciones de circulación libre. (Kraemer, 2003)



#### **2.2.4.2. Nivel de servicio B**

La velocidad de los vehículos, especialmente la de los más rápidos, se ve influenciada por otros vehículos, y puede verse demorados durante ciertos intervalos por otros más lentos, pero no llegan a formarse colas. Este nivel corresponde a unas condiciones de circulación estable. (Kraemer, 2003)

#### **2.2.4.3. Nivel de servicio C**

La mayor parte de los conductores deberán ajustar su velocidad teniendo en cuenta la de los vehículos que les preceden, porque las posibilidades de adelantamiento son reducidas y se forman grupos de vehículos que circulan a la misma velocidad. La circulación sigue siendo estable, porque las perturbaciones debidas a los cambios de velocidad se suelen disipar sin llegar a producir una detención total. (Kraemer, 2003)

#### **2.2.4.4. Nivel de servicio D**

Todos los vehículos deben regular su velocidad teniendo en cuenta la marca de los vehículos precedentes. La velocidad media se reduce y se forman largas caravanas, ya que resulta difícil adelantar a otros vehículos. La circulación se aproxima a la inestabilidad, y cualquier incremento en la intensidad del tráfico puede dar lugar a la detención de la circulación. (Kraemer, 2003)

#### **2.2.4.5. Nivel de servicio E**

La velocidad media de todos los vehículos es prácticamente igual, y se forman largas caravanas con separaciones muy pequeñas entre vehículos, ya que es imposible rebasar. Son frecuentes las detenciones bruscas debidas a cualquier tipo de accidente. La intensidad alcanza la capacidad de la carretera. (Kraemer, 2003)

#### **2.2.4.6. Nivel de servicio F**

Corresponde a congestión, se ira formando una cola de vehículos que avanzaran muy lentamente. La velocidad media es muy baja e incluso en ocasiones nula. La situación resulta completamente impecable.

(Kraemer, 2003) .





### 2.2.5. Cálculo de la capacidad

En este capítulo se dedica un primer apartado a describir muy brevemente el cálculo de la capacidad que propone el Highway Capacity Manual (Manual de Capacidad Vial norteamericano) para las intersecciones semaforizadas, para pasar posteriormente a describir los procesos utilizados en esta tesis para llegar a determinar la capacidad de una intersección partir de la relación fundamental del tráfico y las intensidades reales registradas.(Highway Capacity Manual, 2010)

#### 2.2.5.1. Capacidad de intersecciones semaforizadas SEGÚN HCM 2010

SEGÚN: (Highway Capacity Manual, 2010)

El método de cálculo de la capacidad más conocido y utilizado es el expuesto en el HCM preparado en estados unidos por el Transportation Research Board. Este método está basado en estudios realizados en este país desde 1935 y ha sido objeto de cinco ediciones, la última en el año 2016. Aunque algunos países han desarrollado métodos de cálculo de la capacidad con técnicas diferentes, en otros muchos, se ha empleado el manual americano con las modificaciones que la experiencia ha ido aconsejando para su adaptación a las circunstancias locales.

Según. (Highway Capacity Manual, 2010), define los siguientes

Conceptos:

V: Duración de la fase verde (se permite el paso de vehículos) [seg]

R: Duración de la fase roja (no se permite el paso de vehículos) [seg]

T: Ciclo del semáforo = V + R [seg]

Mientras el semáforo esté en su fase de verde podrá pasar por el acceso un número máximo de vehículos hora, que constituye lo que se denomina intensidad de saturación.

Multiplicando esta intensidad de saturación por la relación entre la duración de la fase de verde y la del ciclo se obtiene el máximo número de vehículos que pueden pasar en una hora (capacidad).

$$C = S * \frac{V}{T}$$

Siendo:

C: Capacidad (vehículos/hora)

S: Intensidad de saturación (vehículos/hora)

V: Duración de la fase de verde (segundos)

T: Duración del ciclo (segundos)

Si en un tramo existen carriles reservados para determinados movimientos, como giros a la izquierda o a la derecha, se estudian separadamente de los demás carriles del acceso. Se forman así dentro de un mismo tramo varios grupos de carriles que se analizan separadamente. El procedimiento para el cálculo de la intensidad de saturación para cada grupo es el siguiente:

$$S = 1900 N f_a f_{vp} f_i f_e f_b f_z f_{gd} f_{gi}$$

Siendo:

S: Intensidad de saturación (vehículos/hora)

N: Número de carriles

$f_a, f_{vp}, f_i, f_e, f_b, f_z, f_{gd}, f_{gi}$ : Factores de corrección

Tabla 1. Factores de corrección para el cálculo de la intensidad de saturación

Factores de corrección			
$f$	Corrección por	Fórmula	Variable
$f_a$	Anchura del carril	$(5,4+A)/9$	A : anchura del carril (m)
$f_{vp}$	Vehículos pesados	$100/(100+P)$	P : Porcentaje de pesados (%)
$f_i$	Inclinación de la rasante	$1-I/100$	I : Inclinación de la rasante
$f_e$	Estacionamiento	$1-(0.1+M/20)/N$	M : Movimientos de estacionamiento en una hora
$f_b$	Paradas autobús	$1-B/(250N)$	B : Autobuses que paran por hora
$f_z$	Situación	$(0,9-1)$	En centro urbano 0,9, en otras zonas 1
$f_{gd}$	Giros a la derecha	$1 - 0.15P$	P : Proporción de vehículos que giran a la derecha
$f_{gi}$	Giros a la izquierda	$1/(1+0.05P)$	P : Proporción de vehículos que giran a la izquierda

Fuente: HCM 2010



A pesar de no contar con los datos necesarios para la validar el modelo, es cierto que empiezan a faltar parámetros como la presencia o no de carril bus o la consideración de las paradas en doble fila.

(Highway Capacity Manual, 2010)

#### **2.2.4.6. Relación (ratio) Volumen / Capacidad**

Es conocida también como índice o ratio de saturación o congestión, nos indica el grado o porcentaje de uso de la capacidad calculada para las condiciones locales de cada llegada o pierna. Siendo el valor mayor el representativo de toda la intersección.

### **2.3. Hipótesis:**

#### **2.3.4. Hipótesis General:**

El sistema de transporte público se puede mejorar mediante la implementación del corredor exclusivo en las calles Zetas, Abracitos, Maruri, San Agustín, Pampa del Castillo, Afligidos y Ayacucho.

#### **2.3.5. Sub Hipótesis:**

**Sub Hipótesis 1:** Los niveles de servicio de las intersecciones del corredor vial en estudio mejoran al implementarse el sistema carril bus exclusivo.

**Sub Hipótesis 2:** Los niveles de servicio en las intersecciones del corredor vial exclusivo mejoran con las variaciones en el sistema semafórico.

**Sub Hipótesis 3:** Las demoras que influyen en el cálculo de los niveles de servicio de las intersecciones cambian al implementarse el carril bus exclusivo. Para la situación actual en un rango mayor a 55 segundos y para la situación propuesta en el rango de 20 a 55 para la dirección de circulación del transporte público.

**Sub Hipótesis 4:** La relación de saturación Volumen/ Capacidad cambia en las intersecciones de análisis por la implementación del carril bus. Para la situación actual  $>$  a 0.8 y para la situación propuesta de 0.6 a 0.8.



**Sub Hipótesis 5:** El porcentaje de reducción (mejora) en los tiempos de viaje por la implementación del carril bus en el corredor vial exclusivo está en el rango de 15% a 30%.

#### **2.4. Variables e Indicadores:**

##### **2.4.4. Variables Dependientes:**

- Niveles de servicio de las intersecciones afectadas. Un nivel de servicio es una designación que describe un rango operativo sobre un tipo particular de una carretera.

##### **2.4.4.1. Indicadores de Variables Dependientes:**

- Demoras. - La demora es un término genérico que describe el exceso o el tiempo inesperado perdido en el viaje. La única medida de atraso utilizada para definir el nivel de servicio en una carretera de dos vías, es el porcentaje de tiempo de atraso.
- Relación de saturación Volumen/Capacidad. - viene a ser la máxima capacidad que tiene una infraestructura de una vía con respecto al volumen de diferentes tipos de vehículos.



#### 2.4.5. Variables Independientes:

- Geometría del corredor vial. - se refiere a todas las condiciones geométricas de la sección vial y longitudinal de condicionan el cálculo de nivel de servicio
- Sistemas de control semafórico. - todos los dispositivos de control semaforizados que tienen uno o varios controladores y display o caras de elementos de paso estos dispositivos pueden ser sensores detectores video cámaras etc.
- Señalización horizontal y vertical regulatoria. -
- La señalización vertical implica la producción, suministro e instalación de señales preventivas, reglamentarias, informativas, de seguridad, postes de soporte para señales, pórticos de soporte de señales, hitos kilométricos, postes delineadores rígidos flexibles, guardavías convencionales, entre otros.

La señalización horizontal implica el suministro e instalación de marcas sobre el pavimento, tachas retroreflectivas y tachones reflectivos

- Demanda vehicular y peatonal. - viene a ser la cantidad del flujo vehicular y peatonal que se da en una infraestructura de una vía.

#### 2.4.6. Indicadores de Variables Independientes:

- De tipo geométricos
  - Ancho de carril. - el carril es la franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada delimitada o no por marcas viales longitudinales
  - Número de carriles. -es la cantidad de segmentos en la calzada delimitados por una franja longitudinal por donde puede circular los vehículos



- Sistemas de control semafórico
  - Tipo de semaforización. - son elementos controladores al tráfico que por excelencia se da en zonas urbanas
  - Número de fases semafóricas. - Se cuenta con tres fases semafóricas ámbar rojo y verde
  - Coordinación entre semáforos. -Consiste en programar el encendido de las luces del semáforo de tal manera que los vehículos puedan circular la vía de un extremo a otro, a una velocidad constante y sin tener que realizar alguna parada
- Señalización vertical y horizontal
  - Configuración de la Señalización regulatoria. - Tienen como fin hacer conocer a los usuarios de la vía, la existencia de restricciones, limitaciones que norman el uso de las vías.
- Demanda vehicular y peatonal
  - Cantidad de vehículos. - es el número de flujo vehicular que pasa por una sección transversal en un tiempo determinado.
  - Cantidad de peatones. - número de personas que transitan por una vía
  - Composición de la demanda vehicular. - es el número de vehículos que circula por una infraestructura de una vía

2.5. Cuadro de Operacionalización de Variables:

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE-</b>				
X1: Geometría	Se refiere a todas condiciones geométricas de la sección vial y longitudinal que condicionan el cálculo de niveles de servicio.	Actual y propuesta	-Ancho de carril -Número de carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fichas de campo</li> <li>■ Autocad</li> <li>■ Wincha</li> <li>■ Eclímetro</li> </ul>
X2: Control semafórico	Se describe el tipo de sistema semafórico, las fases y tiempos de fases y ciclo semafórico.	Actual y propuesta	- Tipo de semaforización - Número de fases semafóricas - Coordinación entre semáforos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manual de Dispositivos de control de tránsito</li> <li>▪ Fichas de campo</li> <li>▪ Manual de operaciones de tráfico.</li> </ul>
X3: Control no semafórico	Se describe la señalización horizontal y vertical regulatoria, la que definirá el uso de los carriles.	Actual y propuesta	- Configuración de la señalización regulatoria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manual de Dispositivos de control de tránsito</li> <li>▪ Fichas de campo</li> <li>▪ Software Excel y AutoCad.</li> </ul>
X4: Demanda vehicular y peatonal	Se describe la demanda de usuarios de la infraestructura vial	Actual y propuesta	- Cantidad de vehículos - Cantidad de peatones - Composición de la demanda vehicular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manual de Dispositivos de control de tránsito</li> <li>▪ Fichas de campo</li> <li>▪ Software Excel y AutoCad.</li> </ul>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
Y1: Niveles de servicio	Medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.	Actual y propuesta	- Demoras vehiculares. - Grado de Saturación	- HCM 2010 -SOFTWARE DE MODELACIÓN.



2.6. Matriz de consistencia

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CARRIL EXCLUSIVO EN EL CORREDOR VIAL DE LAS CALLES ZETAS, CA. ABRACITOS, CA. SAN AGUSTÍN, CA. MARURI, CA. AFLIGIDOS, CA. AYACUCHO Y CA. PAMPA DEL CASTILLO DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO**

PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	INDICADOR	METODOLOGÍA
¿Cuál será el impacto a nivel operacional (saturación, demoras, y niveles de servicio) que generará la implementación del corredor exclusivo en las calles Zetas, Abracitos, Maruri, San Agustín, Pampa del Castillo, Afligidos y Ayacucho?	El impacto operacional (a nivel de saturación, demoras, y niveles de servicio) generado por la implementación del corredor exclusivo en las calles Zetas, Abracitos, Maruri, San Agustín, Pampa del Castillo, Afligidos y Ayacucho será positivo.	Calcular y analizar el impacto a nivel operacional, cálculo de saturación, demoras y niveles de servicio que se generarán al implementar un carril bus de plataforma exclusiva.	DEPENDIENTES Y1: Niveles de servicio de las intersecciones afectadas.	(Para Y1) • Demoras vehiculares (Tiempo perdido por cada vehículo) • Relación de saturación vial volumen/capacidad.	ENFOQUE: CUANTITATIVA NIVEL: EXPLICATIVA ..... DISEÑO: CUASI EXPERIMENTAL ..... MÉTODO: HIPOTÉTICO- DEDUCTIVO
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	SUB HIPÓTESIS	OBJ. ESPECÍFICOS	INDEPENDIENTES:		
¿Cómo varían los niveles de servicio de las intersecciones del corredor exclusivo planteado con la restricción al tráfico mixto (taxis y vehículos privados)?	Los niveles de servicio de las intersecciones del corredor vial en estudio mejoran al implementarse el sistema carril bus exclusivo.	Determinar los niveles de servicio, antes y después de la implementación del carril bus, plataforma exclusiva.	X1: Geometría del corredor vial		Instrumentos metodológicos:  - Guías de observación de campo  - Formatos de aforo vehicular.
¿Cómo varían los niveles de servicio de las intersecciones a los largo del corredor vial exclusivo con respecto a cambios en los sistemas semafóricos?	Los niveles de servicio en las intersecciones del corredor vial exclusivo mejoran con las variaciones en el sistema semafórico.	Determinar el cambio en los niveles de servicio por los cambios en los sistemas semafóricos, fases y longitud de ciclos al optimizarlos después de la implementación del carril bus.	X2: Sistemas de control semafórico	(Para X1) X1: Ancho de carril Número de carriles  X1:	
¿Cómo varían las demoras en las intersecciones al implementar el corredor vial exclusivo y reducir el número de carriles para el tránsito mixto vehicular (vehículo privado, taxi y transporte de carga)?	Las demoras que influyen en el cálculo de los niveles de servicio de las intersecciones cambian al implementarse el carril bus exclusivo. Para la situación actual en un rango mayor a 55 segundos y para la situación propuesta en el rango de 20 a 55 para la dirección de circulación del transporte público.	Medir los tiempos de demora a lo largo del corredor vial después de la implementación del carril bus exclusivo y al proponer cambios en la sección de la vía.	X3: Señalización horizontal y vertical	(Para X2) X2: Tipo de semaforización  X2: Número de fases semafóricas X2: Coordinación entre semáforos. (Para X3)	Equipos de Ingeniería: - Eclímetro - Wincha de 50 m
¿Qué relación saturación Volumen/Capacidad experimentan las intersecciones más importantes del corredor vial exclusivo en el tramo de estudio?	La relación de saturación Volumen/ Capacidad cambia en las intersecciones de análisis por la implementación del carril bus. Para la situación actual > a 0.8 y para la situación propuesta de 0.6 a 0.8.	Determinar qué relación de volumen/capacidad existe en las intersecciones antes y después de la implementación del carril bus exclusivo.	X4: Demanda vehicular y peatonal	X3: Configuración de la Señalización regulatoria (Para X4)  X4: Cantidad de vehículos X4: cantidad de peatones X4: Composición de la demanda	Equipos otros: - Cámara fotográfica y video
¿Cuál es el porcentaje de reducción en los tiempos de viaje (mejora) que experimentan los buses de transporte público con respecto al nuevo modelo planteado corredor vial de plataforma exclusiva?	El porcentaje de reducción (mejora) en los tiempos de viaje por la implementación del carril bus en el corredor vial exclusivo está en el rango de 15% a 30%.	Medir y Calcular el porcentaje de la reducción de tiempos de viajes (mejora) al implementar el nuevo sistema de corredor exclusivo con carril bus.			





### 3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

#### 3.1. Metodología de la Investigación:

##### 3.1.1. Tipo de Investigación:

La investigación que se utilizó, por naturaleza del objeto de estudio, es de tipo Cuantitativa. Ya que se recogió y proceso los datos obtenidos del trabajo en campo para la determinación de horas punta, flujos viales críticos, capacidad vial y nivel de servicio. (Sampieri, 2006)

##### 3.1.2. Nivel de Investigación:

El nivel de estudio que se utilizó fue Descriptivo, ya que se describió situaciones y/o eventos. Y se especificó las propiedades importantes de la infraestructura de la vía, como el estado de los dispositivos de control, la geometría, sus características de funcionamiento, capacidad vial y nivel de servicio.

##### 3.1.3. Método de Investigación:

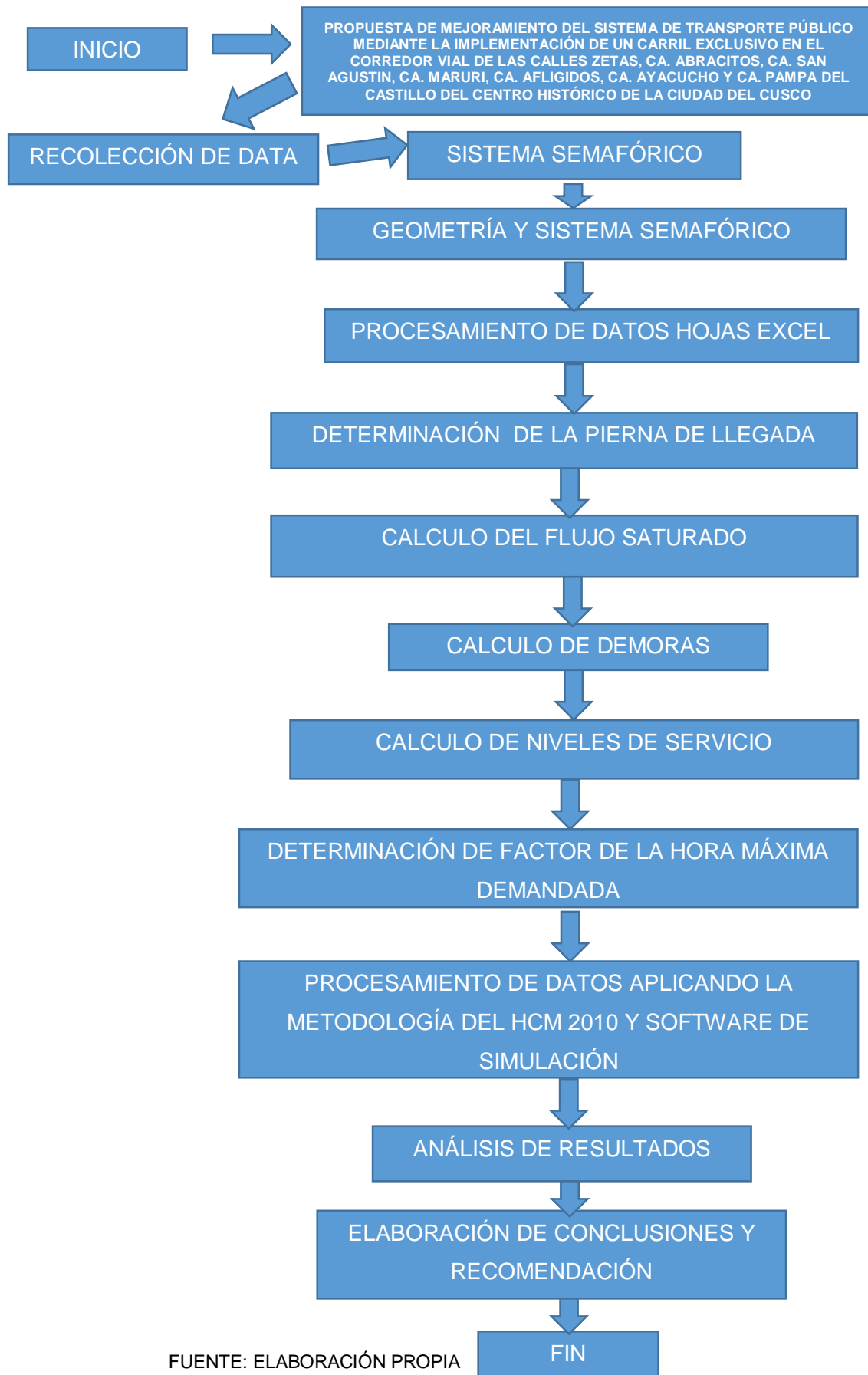
En el presente estudio se empleó el método hipotético – deductivo, ya que se observó el fenómeno a estudiar en las intersecciones seleccionadas y se creó una hipótesis, para explicar dicho fenómeno, la cual fue verificada y comprobada posteriormente. (Sampieri, 2006)

#### 3.2. Diseño de la Investigación:

##### 3.2.1. Diseño Metodológico:

El diseño de la investigación es de tipo Cuasi-Experimental, debido a que no incluye la manipulación de algunas variables intervinientes y se observa el fenómeno bajo condiciones reales sin tomar los datos al azar. (Sampieri, 2010)

### 3.3. Diseño de Ingeniería



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



### **3.4. Población y Muestra:**

#### **3.4.1. Población:**

##### **3.4.1.1. Descripción de la Población:**

La población de esta investigación fueron las intersecciones semaforizadas con alto tránsito vehicular del corredor vial segregado en el centro histórico de la ciudad del Cusco, las cuales por ser de gran importancia necesitan un mayor estudio.

##### **3.4.1.2. Cuantificación de la Población:**

El universo donde se aplicó la investigación fueron las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas del corredor vial para segregación del transporte urbano que inicia en Limacpampa y termina en Ca. Belen con Tecte, con gran demanda vehicular, ya que en estas intersecciones se genera los conflictos y congestionamiento vehicular que afecta el tránsito vial.

#### **3.4.2. Muestra:**

##### **3.4.2.1. Descripción de la Muestra:**

La muestra seleccionada para esta investigación fueron las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas con alto tránsito vehicular en el corredor vial priorizado del centro histórico de ciudad del Cusco. Se trata de un muestreo censal ya que la muestra coincide con la población. En este sentido “La muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra” (Ramirez, 1997)

##### **3.4.2.2. Cuantificación de la Muestra:**

La muestra de la investigación coincidió con la población anteriormente establecida. Cada intersección semaforizada se detallan a continuación:

- c Para el sentido este a oeste  
Inicio: Limacpampa Grande
  - o Calle Zetas, Calle Abracitos, Ca. San Agustín, Ca. Maruri, Ca. Afligidos, Ca. Ayacucho, Ca Belén intersección con Ca. tecteFin: Intersección entre Ca. Belén con Ca. Tecte
- d Para el sentido oeste a este
  - Inicio: Intersección entre Ca. Belén con Ca. Tecte



- Calle Ayacucho, Calle Afligidos, Ca. Pampa del castillo, Ca. Zetas. Ca Abracitos
- Fin: Limacpampa Grande/

#### **3.4.2.3. Método de Muestreo:**

El tipo de muestra en el estudio de la investigación fue no probabilístico, ya que según (Hernández, 2000) “Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y poco arbitrario. Aun así, se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ella se hacen las inferencias sobre la población “. Esto nos indica que no utilizaremos formulas estadísticas para determinar la cantidad de nuestra muestra.

#### **3.4.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:**

- Se evaluó mediante los criterios expuestos por el Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010)
- Los criterios utilizados fueron mediante las Guías de observación
  - Conteos vehiculares
  - Cronograma de aforos
  - Especificación de estaciones de conteo
  - Determinación de las características geométricas.
  - Determinación de las características del tránsito.
  - Determinación de las características semaforicas.

#### **3.4.3. Criterios de Inclusión:**

Los criterios que determinamos para la inclusión son:

- Intersecciones viales que estén dentro de la tipología de intersecciones semaforizadas.
- Intersecciones viales que enlace que enlacen los sistemas viales más importantes del centro histórico de la ciudad del Cusco.
- Intersecciones viales con gran flujo vehicular (demanda).
- Intersecciones viales que ofrezcan mayor infraestructura vial (oferta).





Tabla 2. Ficha de aforo vehicular detallado


FICHA DE AFORO VEHICULAR														
<b>TESIS:</b>														
<b>TESISTAS:</b>														
<b>INTERSECCION</b>							<b>CODIGO</b>							
<b>DIA</b>							<b>TURNO</b>							
HORA	MOTO	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				TOTAL	
							2E LIGERO	2E PESADO	2E <input type="checkbox"/>	3E	4E	5E		6E
<b>SUB TOTAL</b>														
<b>SUB TOTAL</b>														
<b>SUB TOTAL</b>														
<b>TOTAL</b>														
<b>(%)</b>														

Fuente : Elaboración propia

### 3.5.1.2. Ficha de características geométricas

Nos permitió realizar un inventario vial mediante levantamiento topográfico realizado en campo considerando una serie de características que se detallan a continuación:

Tabla 3. Formato de ficha de características geométricas de la vía.

FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA	
 TESIS:	
TESISTAS:	
INTERSECCIÓN:	NÚMERO DE CALZADA
DÍA:	
SENTIDO DE CIRCULACIÓN	
ANCHO DE CALZADA	
PENDIENTE %	
ANCHO DE SEPARADOR	
NÚMERO DE CARRILES	
ANCHO DE CARRIL	
ANCHO DE BERMA	

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.1.3. Ficha de características semafóricas de la vía

Nos permitió realizar inventario vial semafórico para obtención de datos referentes a la señalización tanto horizontal como vertical.



### **3.5.2. Instrumentos de Ingeniería:**

#### **3.5.2.1. Cámara filmadora:**

Este instrumento se usó para registrar los flujos vehiculares y peatonales, fue necesario instalar una cámara filmadora con su respectivo trípode estratégicamente con la finalidad de registrar los movimientos vehiculares en hora pico.

#### **3.5.2.2. Estación total:**

Es un instrumento que facilito determinar la medición de la dimensiones topográficas y ubicación de señales de tránsito de las infraestructuras viales para realizar la adecuada colecta de datos de dicha infraestructura. Complementariamente para realizar el levantamiento topográfico se utilizó instrumentos como:

GPS, primas, porta prismas, wincha y radios; necesarios para realizar el levantamiento topográfico de las intersecciones de estudio.

#### **3.5.2.3. SYNCHRO 8 educacional:**

Instrumento utilizado para realizar la simulación de transporte en las intersecciones semaforizadas de estudio.










### **3.6. Procedimientos de Recolección de Datos:**

#### **3.6.1. Codificación de movimientos vehiculares**

En las intersecciones de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, esto facilito el procesamiento de datos. La nomenclatura utilizada se observa en los siguientes gráficos.












Tabla 4. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		LIMACPAMPA - TULLUMAYO				SENTIDO		LIMACPAMPA - ABRACITOS 					
PUNTO DE CONFLICTO		1				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Moto		
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E	4E		5E	6E
						TOTAL							TOTAL
12:00-12:15	163	12	2	3	30								
12:15-12:30	167	15	5	2	31								
12:30-12:45	169	17	6	3	29								
12:45-01:00	171	18	9	5	31								
<b>SUB TOTA</b>	<b>670</b>	<b>62</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>121</b>	<b>888</b>							<b>888</b>
Porcentaje	75.450%	6.982%	2.477%	1.464%	13.626%								

Fuente: Propia

Tabla 5. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		LIMACPAMPA - TULLUMAYO				SENTIDO		LIMACPAMPA - TULLUMALLO 					
PUNTO DE CONFLICTO		1				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Moto		
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E	4E		5E	6E
						TOTAL							TOTAL
12:00-12:15	95	9	8	6	4								
12:15-12:30	97	11	10	7	5								
12:30-12:45	111	12	11	8	2								
12:45-01:00	113	15	13	10	5								
<b>SUB TOTA</b>	<b>416</b>	<b>47</b>	<b>42</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>552</b>							<b>552</b>
Porcentaje	75.362%	8.514%	7.603%	5.616%	2.839%								

Fuente: Propia

Tabla 6. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		LIMACPAMPA - TULLUMAYO				SENTIDO		TULLUMALLO P. ARRIBA-TULLUMALLO				↓	
PUNTO DE CONFLICTO		1				DÍA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Moto		
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E	Moto
						TOTAL							TOTAL
12:00-12:15	42	6	12	5	2								
12:15-12:30	52	5	10	2	1								
12:30-12:45	59	3	7	3	3								
12:45-01:00	64	4	5	1	2								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>288</b>							<b>288</b>
Porcentaje	75.347%	6.250%	11.806%	3.819%	2.778%								

. Fuente: Propia

Tabla 7. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		LIMACPAMPA - TULLUMAYO				SENTIDO		ABRACITOS-LIMACPAMPA				↙	
PUNTO DE CONFLICTO		1				DÍA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Moto		
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E	Moto
						TOTAL							TOTAL
12:00-12:15	74	18	12	4	31								
12:15-12:30	77	20	15	3	30								
12:30-12:45	81	22	17	3	32								
12:45-01:00	87	24	17	4	31								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>319</b>	<b>84</b>	<b>61</b>	<b>14</b>	<b>124</b>	<b>602</b>							<b>602</b>
Porcentaje	52.990%	13.953%	10.133%	2.326%	20.598%								

. Fuente: Propia

Tabla 8. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección NO semaforizada en CA. San Agustín y CA. Maruri.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CA. SAN AGUSTIN - CA. MARURI				SENTIDO		SAN AGUSTIN-MARURI					
PUNTO DE CONFLICTO		3				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Moto	
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL							TOTAL
12:00-12:15	109	9	1	1	30								
12:15-12:30	115	12	2	1	28								
12:30-12:45	120	10	3	1	31								
12:45-01:00	126	13	6	3	27								
<b>SUB-TOTA</b>	<b>470</b>	<b>44</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>116</b>	<b>648</b>							<b>648</b>
Porcentaje	72.53%	6.79%	1.85%	0.93%	17.90%								

Fuente: Propia

Tabla 9. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección NO semaforizada en CA. San Agustín y CA. Maruri.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CA. SAN AGUSTIN - CA. MARURI				SENTIDO		SAN AGUSTIN					
PUNTO DE CONFLICTO		3				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Moto	
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL							TOTAL
12:00-12:15	47	3	1	2	1								
12:15-12:30	46	3	3	3	1								
12:30-12:45	50	7	3	2	2								
12:45-01:00	56	7	2	1	0								
<b>SUB-TOTA</b>	<b>199</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>240</b>							<b>240</b>
Porcentaje	82.92%	8.33%	3.75%	3.33%	1.67%								

Fuente: Propia

Tabla 10. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Limacpampa y Tullumayo.

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN	LIMACPAMPA - TULLUMAYO					SENTIDO	LIMACPAMPA - TULLUMAYO P.BAJA							
NTO DE CONFLICTO	1					DIA	03/10/2017							
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MANANA							
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	Moto
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E					
						TOTAL								TOTAL
12:00-12:15	39	6	4	1	5									
12:15-12:30	44	8	6	3	4									
12:30-12:45	47	9	7	5	6									
12:45-01:00	52	12	9	4	5									
<b>SUB TOTAL</b>	<b>182</b>	<b>35</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>276</b>								<b>276</b>
Porcentaje	65.94%	12.68%	9.42%	4.71%	7.25%									

Fuente: Propia

Tabla 11. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección NO semaforizada en CA. Abracitos y CA. San Agustín

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN	CA. ABRACITOS - CA. SAN AGUSTIN					SENTIDO	ABRACITOS A SAN AGUSTIN							
NTO DE CONFLICTO	2					DIA	03/10/2017							
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MANANA							
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	
						2E PESADO	2E liviano	3E						
12:00-12:15	163	12	2	3	30									
12:15-12:30	166	15	5	2	31									
12:30-12:45	168	17	6	3	29									
12:45-01:00	173	20	8	4	31									
<b>SUB TOTAL</b>	<b>670</b>	<b>64</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>121</b>	<b>888</b>								<b>888</b>
porcentaje	75.450%	7.207%	2.365%	1.351%	13.626%									

. Fuente: Propia

Tabla 12. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Zetas y CA. San Agustin

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN	CA. ZETAS - CA. SAN AGUSTIN					SENTIDO	ZETAS A SAN AGUSTIN						
NTO DE CONFLICTO	2					DIA	03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E
						2E PESADO	2E liviano	3E					
12:00-12:15	85	10	7	2	33								
12:15-12:30	89	13	8	3	32								
12:30-12:45	93	15	10	5	33								
12:45-01:00	95	18	11	6	34								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>362</b>	<b>56</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>132</b>	<b>602</b>							<b>602</b>
porcentaje	60.13%	9.30%	5.98%	2.66%	21.93%								

. Fuente: Propia

Tabla 13. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Maruri/Afligidos

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN	PAMPA DEL CASTILLO - CA. MARURI/AFLIGIDOS					SENTIDO	AFLIGIDOS A PAMPA DEL CAS.							
NTO DE CONFLICTO	4					DIA	03/10/2017							
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MANANA							
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	TOTAL
						TOTAL	2E PESADO	2E liviano	3E					
12:00-12:15	20	4	2	1	33									
12:15-12:30	23	5	3	2	32									
12:30-12:45	28	7	3	1	33									
12:45-01:00	29	8	4	3	34									
<b>SUB TOTA</b>	<b>100</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>132</b>	<b>275</b>							<b>275</b>	
porcentaje	36.36%	8.73%	4.36%	2.55%	48.00%									

. Fuente: Propia

Tabla 14. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Maruri/Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		PAMPA DEL CASTILLO - CA. MARURI/AFLIGIDOS				SENTIDO		MARURI A PAMPA DEL CAS.					
NÚMERO DE CONFLICTO		4				DÍA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion					Moto
						2E PESADO	4E liviano	3E	4E	5E	6E	TOTAL	
						TOTAL							
12:00-12:15	8	3	2	1	0								
12:15-12:30	9	2	0	2	0								
12:30-12:45	10	3	2	1	0								
12:45-01:00	13	4	1	2	0								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>63</b>							<b>63</b>
porcentaje	63.49%	19.05%	7.94%	9.52%	0.00%								

Fuente: Propia

Tabla 15. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Arrayan

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		PAMPA DEL CASTILLO - CA. ARRAYAN				SENTIDO		PAMPA D.CASTILLO A CA. ZETAS					
NÚMERO DE CONFLICTO		5				DÍA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion					Moto
						2E PESADO	4E liviano	3E	4E	5E	6E	TOTAL	
						TOTAL							
12:00-12:15	29	6	3	1	33								
12:15-12:30	34	8	4	2	32								
12:30-12:45	38	10	5	2	33								
12:45-01:00	42	13	6	3	34								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>37</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>132</b>	<b>338</b>							<b>338</b>
porcentaje	42.31%	10.95%	5.33%	2.37%	39.05%								

. Fuente: Propia

Tabla 16. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en CA. Pampa del castillo y CA. Arrayan.

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN		PAMPA DEL CASTILLO - CA. ARRAYAN				SENTIDO		ARRAYAN A CA. ZETAS						
PUNTO DE CONFLICTO		5				DIA		03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	TOTAL
						2E PESADO	2E liviano	3E						
						TOTAL								
12:00-12:15	37	12	9	3	0									
12:15-12:30	40	12	11	1	0									
12:30-12:45	43	12	12	1	0									
12:45-01:00	48	11	11	1	0									
SUB TOTAL	168	47	43	6	0	264								264
porcentaje	63.64%	17.80%	16.29%	2.27%	0.00%									

Fuente: Propia

Tabla 17. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		AFLIGIDOS-AYACUCHO						
PUNTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	Moto
						2E LIGERO	2E PESADO	2E liviano	3E					
12:00-12:15	13	4	3	1	28									
12:15-12:30	16	5	4	3	29									
12:30-12:45	21	6	6	5	28									
12:45-01:00	23	8	6	5	27									
SUB TOTAL	73	23	19	14	112	241								241
porcentaje	30.29%	9.54%	7.88%	5.81%	46.47%									

Fuente: Propia

Tabla 18. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		AFLIGIDOS - AV. SOL					
NTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E		
						TOTAL							
12:00-12:15	22	18	18	15	0								
12:15-12:30	22	21	19	17	0								
12:30-12:45	27	25	19	18	0								
12:45-01:00	33	26	24	20	0								
SUB TOTAL	104	90	80	70	0	344							344
porcentaje	30.23%	26.16%	23.26%	20.35%	0.00%								

Fuente: Propia

Tabla 19. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		AV. SOL - C. AFLIGIDOS					
NTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E		
						TOTAL							
12:00-12:15	3	1	1	0	0								
12:15-12:30	4	2	2	1	0								
12:30-12:45	5	5	3	1	0								
12:45-01:00	8	5	5	2	0								
SUB TOTAL	20	13	11	4	0	48							48
porcentaje	41.67%	27.08%	22.92%	8.33%	0.00%								

Fuente: Propia



Tabla 20. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		C. AYACUCHO - C. AFLIGIDOS				
NTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017				
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA				
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL						
12:00-12:15	14	2	1	0	34							
12:15-12:30	17	3	1	0	36							
12:30-12:45	17	3	1	2	35							
12:45-01:00	18	4	3	1	35							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>140</b>	<b>227</b>						<b>227</b>
porcentaje	29.07%	5.29%	2.64%	1.32%	61.67%							

Fuente: Propia

Tabla 21. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		C. AYACUCHO - A. SOL				
NTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017				
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA				
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL						
12:00-12:15	11	13	8	4	10							
12:15-12:30	13	14	9	5	9							
12:30-12:45	15	13	11	7	10							
12:45-01:00	15	15	14	8	11							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>215</b>						<b>215</b>
porcentaje	25.12%	25.58%	19.53%	11.16%	18.60%							

Fuente: Propia

Tabla 22. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		A. SOL - C. AYACUCHO				
PUNTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017				
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA				
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL						
12:00-12:15	7	1	0	0	0							
12:15-12:30	9	1	0	0	0							
12:30-12:45	10	1	1	1	0							
12:45-01:00	12	2	2	1	0							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>48</b>						<b>48</b>
porcentaje	79.17%	10.42%	6.25%	4.17%	0.00%							

Fuente: Propia

Tabla 23. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Av. Sol con Ca. Ayacucho/ CA. Afligidos.

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN		AV. SOL - AYACUCHO/AFLIGIDOS				SENTIDO		A. SOL - AV. SOL				
PUNTO DE CONFLICTO		6				DIA		03/10/2017				
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA				
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL						
12:00-12:15	85	25	20	18	0							
12:15-12:30	89	28	23	20	0							
12:30-12:45	92	31	25	21	0							
12:45-01:00	95	33	28	24	0							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>361</b>	<b>117</b>	<b>96</b>	<b>83</b>	<b>0</b>	<b>657</b>						<b>657</b>
porcentaje	54.95%	17.81%	14.61%	12.63%	0.00%							

Fuente: Propia

Tabla 24. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN	CA. SAN ANDRES - CA. AYACUCHO					SENTIDO	C. AYACUCHO - C. SAN ANDRES					
NTO DE CONFLICTO	7					DIA	03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL						
12:00-12:15	9	1	0	0	11							
12:15-12:30	13	2	1	1	12							
12:30-12:45	16	4	4	3	11							
12:45-01:00	19	4	6	4	10							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>131</b>						<b>131</b>
porcentaje	43.51%	8.40%	8.40%	6.11%	33.59%							

. Fuente: Propia

Tabla 25. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN	CA. SAN ANDRES - CA. AYACUCHO					SENTIDO	C. AYACUCHO - C. AYACUCHO					
NTO DE CONFLICTO	7					DIA	03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
						TOTAL						
12:00-12:15	5	1	2	0	19							
12:15-12:30	7	3	3	2	21							
12:30-12:45	8	5	4	3	21							
12:45-01:00	11	9	6	5	23							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>84</b>	<b>158</b>						<b>158</b>
porcentaje	19.62%	11.39%	9.49%	6.33%	53.16%							

Fuente: Propia

Tabla 26. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CA. SAN ANDRES - CA. AYACUCHO				SENTIDO		C. SAN ANDRES - C. AYACUCHO					
PUNTO DE CONFLICTO		7				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				TOTAL	
						TOTAL	2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
12:00-12:15	13	4	2	1	0								
12:15-12:30	17	5	4	2	0								
12:30-12:45	20	7	6	2	0								
12:45-01:00	22	9	9	5	0								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>128</b>							<b>128</b>
porcentaje	56.25%	19.53%	16.41%	7.81%	0.00%								










Fuente: Propia

Tabla 27. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CA. SAN ANDRES - CA. AYACUCHO				SENTIDO		C. AYACUCHO - C. SAN ANDRES					
PUNTO DE CONFLICTO		7				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MANANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				TOTAL	
						TOTAL	2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E
12:00-12:15	29	8	5	0	44								
12:15-12:30	32	9	6	2	43								
12:30-12:45	40	12	7	3	45								
12:45-01:00	44	14	9	4	44								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>145</b>	<b>43</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>176</b>	<b>400</b>							<b>400</b>
porcentaje	36.25%	10.75%	6.75%	2.25%	44.00%								










Fuente: Propia

Tabla 28. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. San Andrés con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN	CA. SAN ANDRES - CA. AYACUCHO					SENTIDO	C. SAN ANDRES - C. AYACUCHO 					
NTO DE CONFLICTO	7					DIA	03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				TOTAL
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E	
						TOTAL						
12:00-12:15	7	2	0	0	13							
12:15-12:30	9	3	1	0	14							
12:30-12:45	11	5	3	1	15							
12:45-01:00	13	6	5	2	14							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>56</b>	<b>124</b>						<b>124</b>
porcentaje	32.26%	12.90%	7.26%	2.42%	45.16%							

Fuente: Propia

Tabla 29. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho

CONTEO VEHICULAR DÍA -												
UBICACIÓN	CA. MATARA - CA. AYACUCHO					SENTIDO	C. AYACUCHO - C. MATARA 					
NTO DE CONFLICTO	8					DIA	03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion				Moto
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E	
						TOTAL						
12:00-12:15	10	4	1	0	34							
12:15-12:30	13	6	3	2	33							
12:30-12:45	15	7	5	3	34							
12:45-01:00	19	9	7	4	35							
<b>SUB TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>136</b>	<b>244</b>						<b>244</b>
porcentaje	23.36%	10.66%	6.56%	3.69%	55.74%							

Fuente: Propia

Tabla 30. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.

UBICACIÓN		CA. MATARA - CA. AYACUCHO					SENTIDO		C. MATARA - C. AYACUCHO					
NTO DE CONFLICTO		8					DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO							TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmla Pickup	Cmla Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL			
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E		
						TOTAL								
12:00-12:15	4	0	0	0	18									
12:15-12:30	5	1	0	0	18									
12:30-12:45	6	1	0	0	17									
12:45-01:00	7	2	1	1	19									
SUB TOTAL	22	4	1	1	72	100						100		
porcentaje	22.00%	4.00%	1.00%	1.00%	72.00%									










Fuente: Propia

Tabla 31. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN		CA. MATARA - CA. AYACUCHO					SENTIDO		C. MATARA - C. BELEN					
NTO DE CONFLICTO		8					DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO							TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmla Pickup	Cmla Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL			
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E		
						TOTAL							TOTAL	
12:00-12:15	8	5	4	1	0									
12:15-12:30	11	7	5	2	0									
12:30-12:45	14	9	7	4	0									
12:45-01:00	16	12	8	5	0									
SUB TOTAL	49	33	24	12	0	118							118	
porcentaje	41.53%	27.97%	20.34%	10.17%	0.00%									










Fuente: Propia

Tabla 32. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN		CA. MATARA - CA. AYACUCHO				SENTIDO		C. BELEN - C. MATARA 						
NTO DE CONFLICTO		8				DIA		03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	TOTAL
						TOTAL	2E PESADO	2E liviano	3E					
														
12:00-12:15	28	9	3		2	26								
12:15-12:30	32	11	5		3	25								
12:30-12:45	35	12	8		5	24								
12:45-01:00	36	14	10		8	25								
SUB TOTAL	131	46	26	18	100	321								321
porcentaje	40.81%	14.33%	8.10%	5.61%	31.15%									










Fuente: Propia

Tabla 33. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho

CONTEO VEHICULAR DÍA -														
UBICACIÓN		CA. MATARA - CA. AYACUCHO				SENTIDO		C. BELEN - C. MATARA 						
NTO DE CONFLICTO		8				DIA		03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			4E	5E	6E	TOTAL
						TOTAL	2E PESADO	2E liviano	3E					
														
12:00-12:15	26	7	3		1	15								
12:15-12:30	29	9	5		3	14								
12:30-12:45	33	12	8		4	15								
12:45-01:00	35	14	10		5	16								
SUB TOTAL	123	42	26	13	60	264								264
porcentaje	46.59%	15.91%	9.85%	4.92%	22.73%									










Fuente: Propia

Tabla 34. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Matara con Ca. Ayacucho.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN	CA. MATARA - CA. AYACUCHO					SENTIDO	CA. MATARA - C. MATARA 						
NTO DE CONFLICTO	8					DIA	03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus	Camion						
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E	TOTAL	
						TOTAL							
12:00-12:15	24	8	5	3	12								
12:15-12:30	27	10	7	3	14								
12:30-12:45	31	11	8	5	16								
12:45-01:00	35	13	10	7	15								
SUB TOTAL	117	42	30	18	57	264							264
porcentaje	44.32%	15.91%	11.36%	6.82%	21.59%								

Fuente: Propia

Tabla 35. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN	CALLE TECTE CON CA. BELEN					SENTIDO	C. BELEN - C. TECTE 						
NTO DE CONFLICTO	9					DIA	03/10/2017						
PERSONA QUE AFORO						TURNO	MAÑANA						
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus	Camion						
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E	TOTAL	
						TOTAL							
12:00-12:15	17	3	2	0	27								
12:15-12:30	20	5	3	2	26								
12:30-12:45	22	6	5	4	28								
12:45-01:00	24	8	7	6	27								
SUB TOTAL	83	22	17	12	108	242							242
porcentaje	34.30%	9.09%	7.02%	4.96%	44.63%								

Fuente: Propia



Tabla 36. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CALLE TECTE CON CA. BELEN				SENTIDO		C. BELEN - HACIA ARRIBA C. TECTE					
NTO DE CONFLICTO		9				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus			Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E		
						TOTAL							
12:00-12:15	8	0	0	0	19								
12:15-12:30	8	1	0	0	19								
12:30-12:45	9	2	1	0	18								
12:45-01:00	11	2	2	0	20								
SUB TOTAL	36	5	3	0	76	120							120
porcentaje	30.00%	4.17%	2.50%	0.00%	63.33%								

Fuente: Propia

Tabla 37. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CALLE TECTE CON CA. BELEN				SENTIDO		C. TECTE - C. BELEN					
NTO DE CONFLICTO		9				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus			Camion			TOTAL	
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E	6E		
						TOTAL							
12:00-12:15	25	8	5	1	15								
12:15-12:30	27	10	8	3	18								
12:30-12:45	28	12	11	5	17								
12:45-01:00	29	14	11	7	18								
SUB TOTAL	109	44	35	16	68	272							272
porcentaje	40.07%	16.18%	12.87%	5.88%	25.00%								

Fuente: Propia

Tabla 38. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CALLE TECTE CON CA. BELEN				SENTIDO		C. TECTE - C. BELEN					
PUNTO DE CONFLICTO		9				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL		
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E	
						TOTAL							
12:00-12:15	7	3	0	0	0								
12:15-12:30	7	6	1	0	0								
12:30-12:45	8	7	2	2	0								
12:45-01:00	10	9	3	3	0								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>68</b>							<b>68</b>
porcentaje	47.06%	36.76%	8.82%	7.35%	0.00%								










Fuente: Propia

Tabla 39. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CALLE TECTE CON CA. BELEN				SENTIDO		C. BELEN - C. TECTE					
PUNTO DE CONFLICTO		9				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL		
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E	
						TOTAL							
12:00-12:15	29	9	3	1	23								
12:15-12:30	33	10	5	0	23								
12:30-12:45	40	12	6	5	22								
12:45-01:00	41	14	8	6	24								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>45</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>92</b>	<b>313</b>							<b>313</b>
porcentaje	45.69%	14.38%	7.03%	3.51%	29.39%								

Fuente: Propia

Tabla 40. Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada en Ca. Tecte con Ca. Belén.

CONTEO VEHICULAR DÍA -													
UBICACIÓN		CALLE TECTE CON CA. BELEN				SENTIDO		C. BELEN - SUBIDA HACIA C. TECTE 					
NTO DE CONFLICTO		9				DIA		03/10/2017					
PERSONA QUE AFORO						TURNO		MAÑANA					
HORA	Auto movil	Station Wagon	Cmta Pickup	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL		
						2E PESADO	2E liviano	3E	4E	5E		6E	
						TOTAL							
12:00-12:15	8	1	0	1	0								
12:15-12:30	12	3	3	1	0								
12:30-12:45	14	5	5	3	0								
12:45-01:00	14	7	6	5	0								
<b>SUB TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>88</b>						<b>88</b>	
porcentaje	54.55%	18.18%	15.91%	11.36%	0.00%								

Fuente: Propia

### 3.6.2. Identificación de puntos de aforo

Se realizó la identificación de las estaciones de aforo en las intersecciones semaforizadas en estudio. Tomando en cuenta una posición estratégica para una adecuada toma de datos.

Las estaciones de aforo se detallan a continuación:

#### INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 01 – Limacpampa y Tullumayo

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

#### INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 02 – Ca. Abracitos con San Agustín

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

#### INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 03 – Ca. Maruri con San Agustín

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

#### INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 04 – Ca. Maruri con Pampa del Castillo

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida



**INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 05 – Ca. Arrayan con Av. Pampa del Castillo**

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

**INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 06 – Ca. Ayacucho con Av. Sol**

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

**INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 07 – Ca. Ayacucho con Av. San Andres**

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

**INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 08 – Ca. Ayacucho con Av. San Andres**

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

**INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA 09 – Ca. Tecte con Ca. Belén**

- Estacion N° 1 : Sentido de bajada /subida

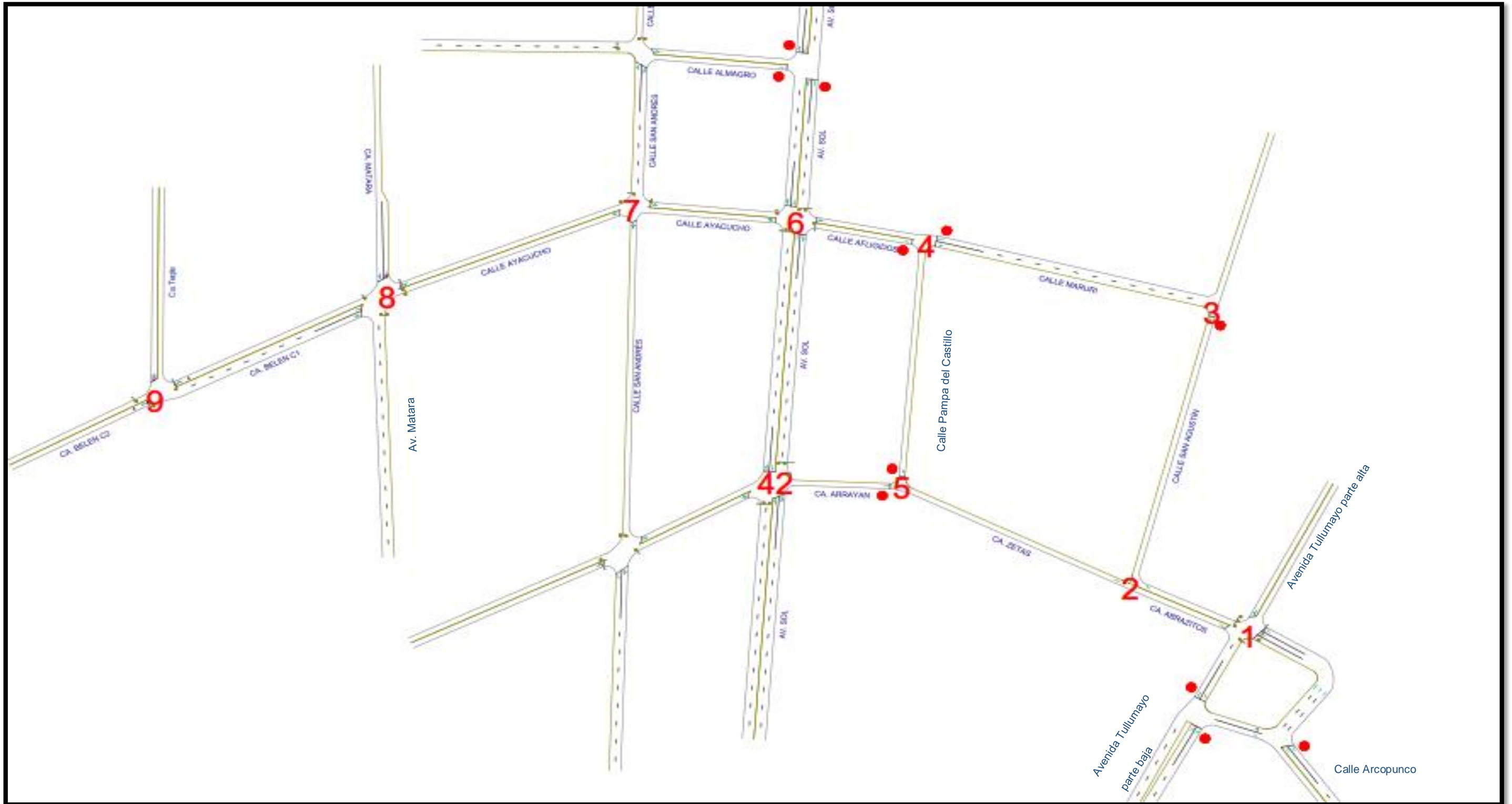


Figura 4. Intersecciones del sistema numeradas.

Fuente: Propia (SYNCRO)

### 3.6.3. Registro fílmico

A efectos de obtener una muestra adecuada se consideró realizar el aforo vehicular durante la hora punta del sistema, de manera tal que se pudo estudiar el comportamiento del flujo vehicular en cada intersección y así poder determinar el día típico como patrón de estudio.

Se realizó los registros fílmicos en los periodos de hora punta del medio día 12:00 a 1:00 pm. De la observación en campo se tuvo que la información de primera mano de la vía y sus condiciones de mayor flujo vehicular se presentaron con mayor cantidad en ese horario.

Cabe mencionar que los aforos vehiculares y peatonales se realizaron en los meses de octubre del año 2017, antes del cierre al tráfico mixto.

Con algunos registros fílmico se procedió a evaluar cada movimiento vehicular para registrarlos en las fichas de aforo, otras intersecciones se aforar manualmente.

### 3.6.4. Recolección de volúmenes vehiculares.

La finalidad de los aforos de los volúmenes vehiculares fue identificar la capacidad vial y el nivel de servicio que presentan las intersecciones semaforizadas y no semaforizadas del estudio, por medio de estos aforos se obtuvo:

- Clasificación vehicular (livianos, pesados).
- Puntos de conflicto
- Movimientos direccionales en las intersecciones semaforizadas en intervalos de tiempo.
- Volúmenes vehicular y peatonal
- El ensayo de volúmenes vehiculares estuvo orientado a la obtención de los siguientes objetivos:

*...” Cuantificación de la demanda de tránsito vehicular que circula por una sección transversal de una vía, durante un periodo determinado.”*

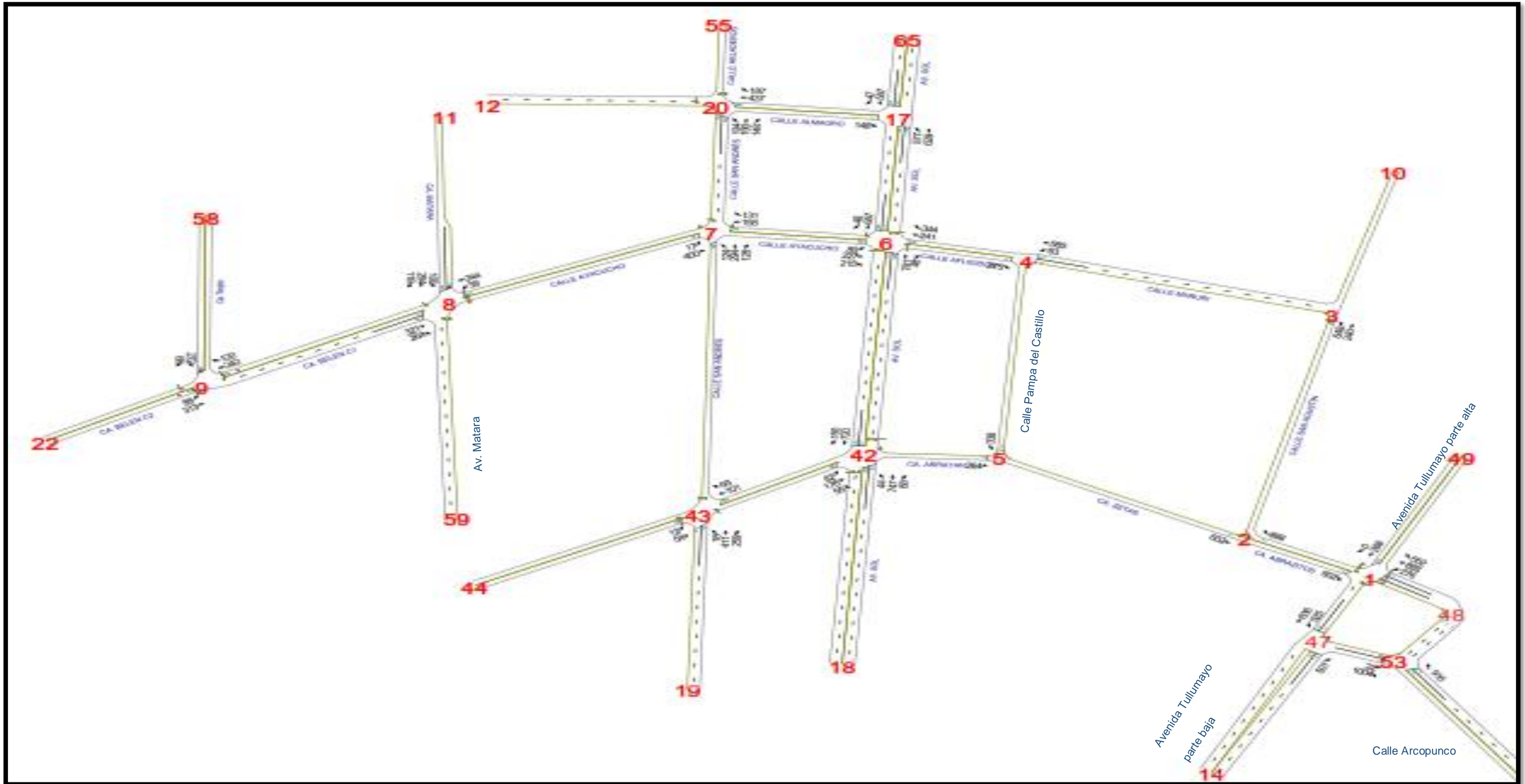


Figura 5. Intersecciones con volumen vehicular – 2017 – antes del cierre

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 6. Volumen vehicular intersección 01

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 7. Volumen vehicular intersección 02

Fuente: Propia (SYNCRO)



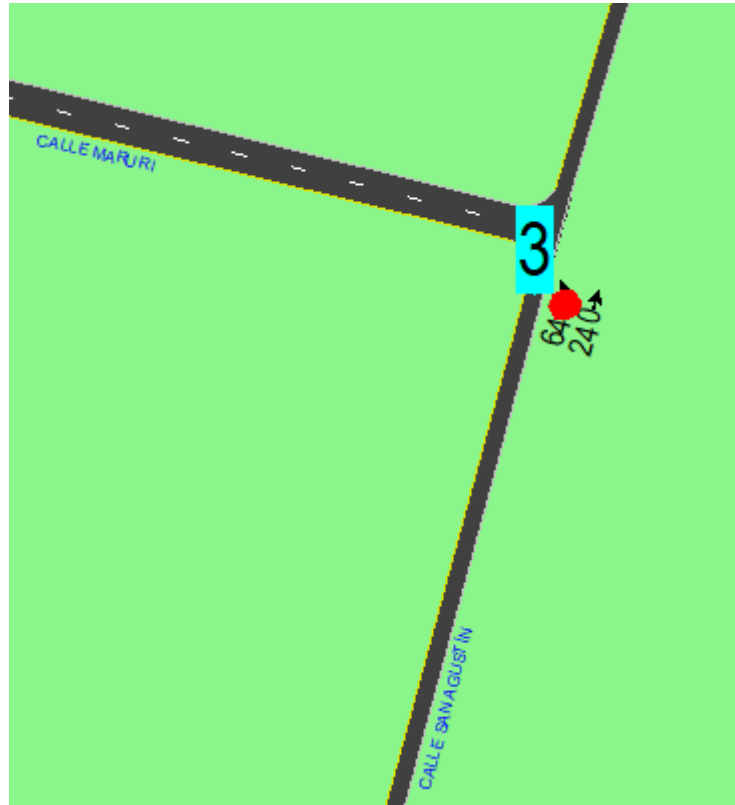


Figura 8. Volumen vehicular intersección 03

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 9. Volumen vehicular intersección 04

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 10. Volumen vehicular intersección 05

Fuente: Propia (SYNCRO)

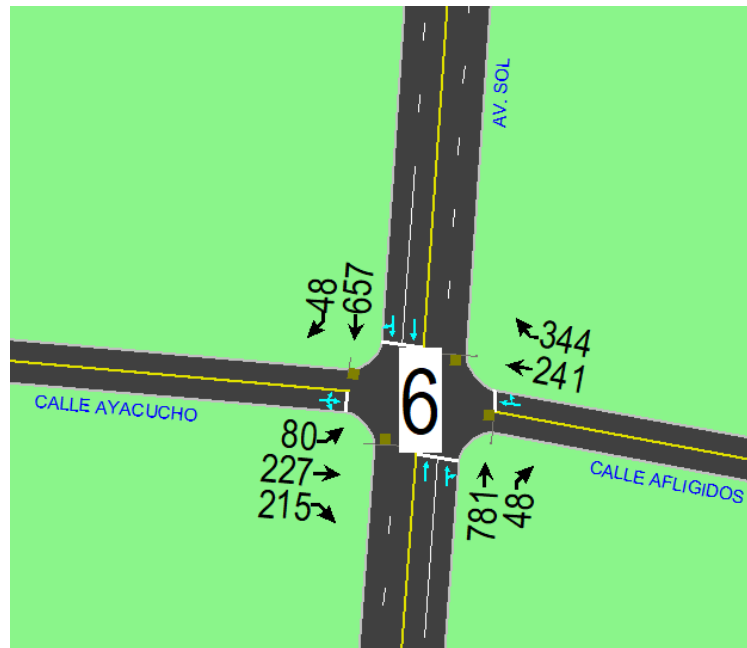


Figura 11. Volumen vehicular intersección 06

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 12. Volumen vehicular intersección 07

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 13. Volumen vehicular intersección 08

Fuente: Propia (SYNCRO)

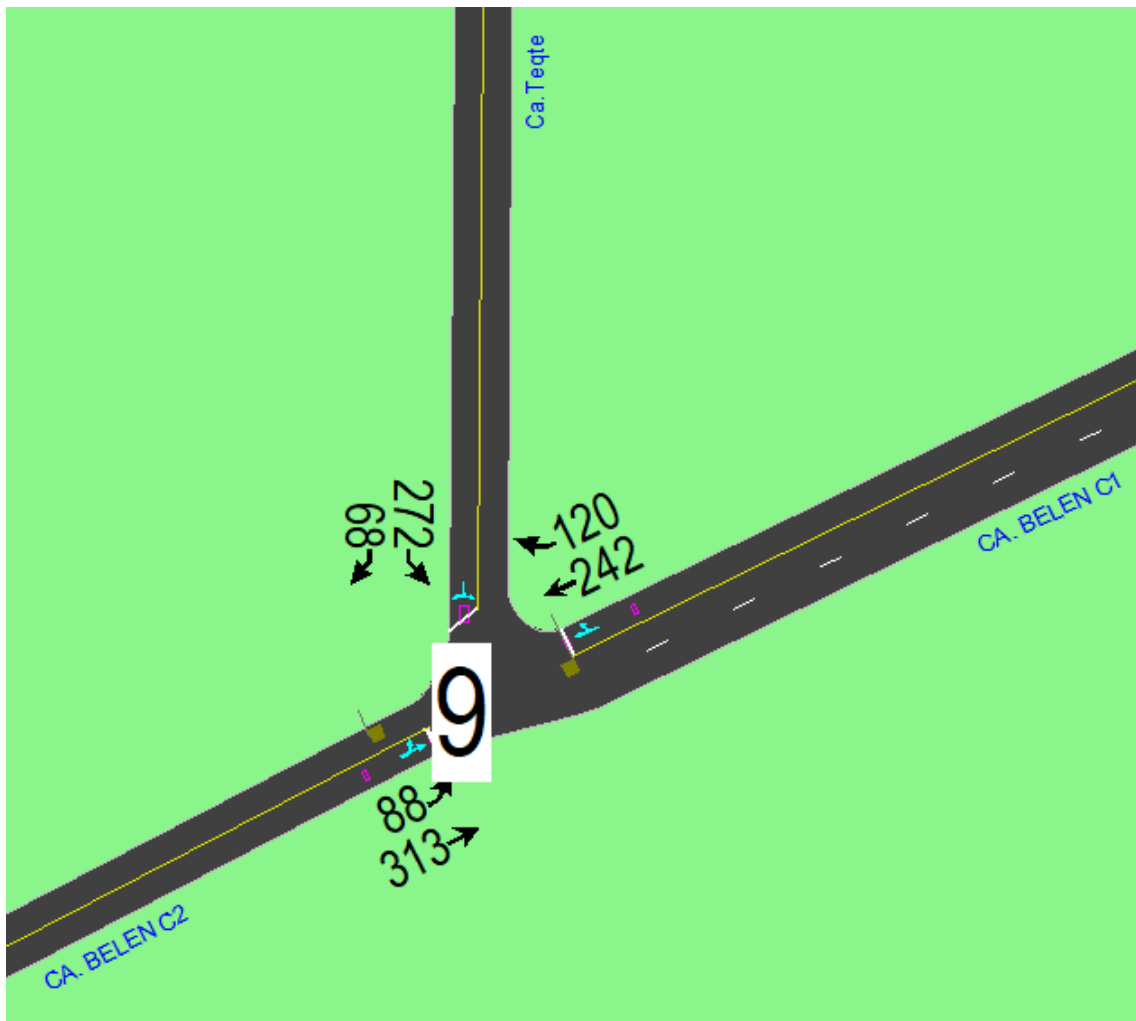


Figura 14. Volumen vehicular intersección 09

Fuente: Propia (SYNCRO)

### 3.6.5. Recolección de las características geométricas de la vía

Para la caracterización del inventario real se realizó el levantamiento topográfico de campo considerando una serie de características las cuales fueron:

- Sentido de circulación
- Ancho de calzada
- Pendiente de calzada (%)
- Ancho de bermas
- N° de carriles
- Ancho de carriles
- Ancho de veredas

**3.6.6. Recolección de características semafóricas**

Se realizó un inventario de las cantidades y ubicaciones de las señales de tránsito vertical y horizontal, así como las demarcaciones. De igual forma se obtuvo los tiempos en verde, ámbar y rojo en cada semáforo.

**TIEMPOS SEMAFÓRICOS ANTES DEL CIERRE DE VÍA PARA TRÁFICO MIXTO.**

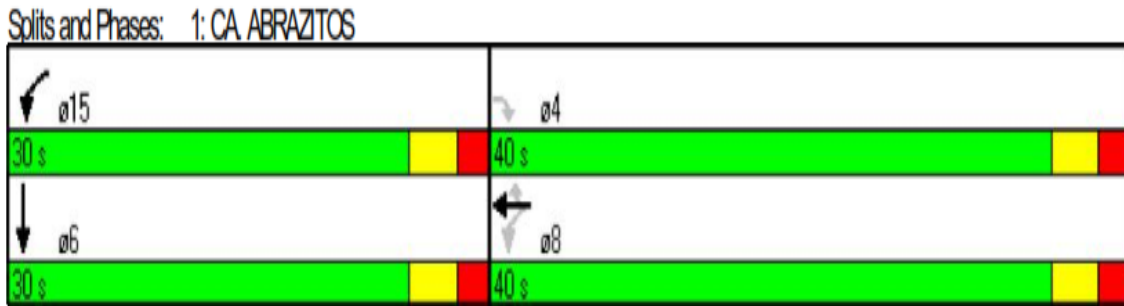


Figura 15. Fases y tiempos semafóricos Intersección 01

Fuente: Propia (SYNCRO)



Figura 16. Fases y tiempos semafóricos Intersección 06

Fuente: Propia (SYNCRO)

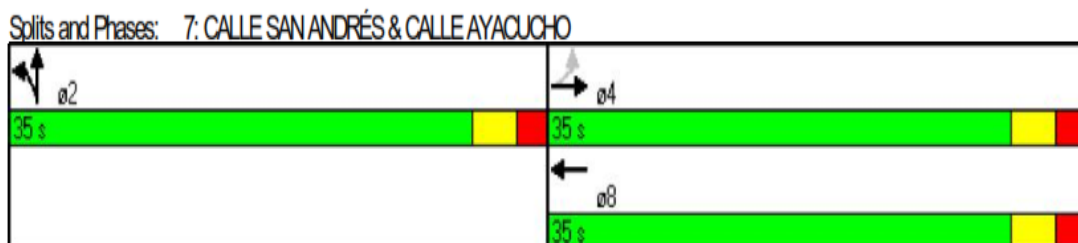


Figura 17. Fases y tiempos semafóricos Intersección 07

Fuente: Propia (SYNCRO)

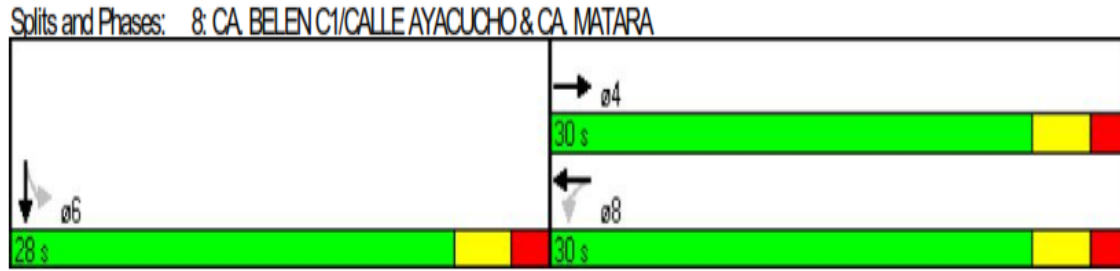


Figura 18 ases y tiempos semafóricos Intersección 08

Fuente: Propia (SYNCRO)

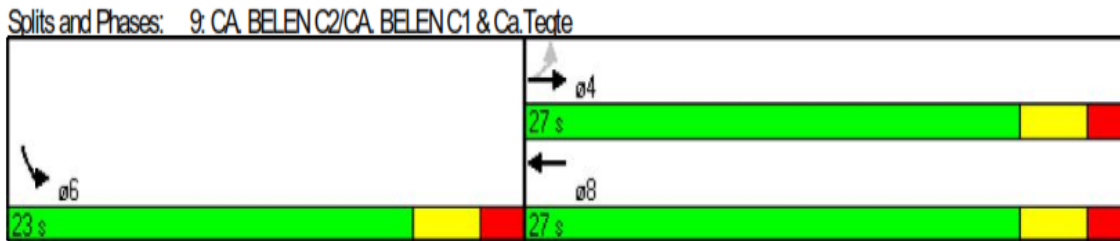


Figura 19. Fases y tiempos semafóricos Intersección 09

Fuente: Propia (SYNCRO)

## 4. CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Resultados para la situación sin cierre al tráfico mixto - año 2017.

Los resultados para las demoras para el sistema sin cierre, sin corredor exclusivo, son los siguientes:

Tabla 41 Demoras situación sin cierre al tráfico mixto

N°	INTERSECCION	DEMORAS
		seg/veh
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	67.6
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	77.8
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	19.3
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	11.9
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	282.1
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	33.3
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	13.6
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	20.7

Fuente: Propia

Nota: El valor de 282 seg/veh son las demoras actuales para una situación sin cierre al tráfico mixto debido a que los vehículos mixtos que circulan en la intersección de la av. Ayacucho y la av. sol que operan al máximo del flujo vehicular generando demoras excesivas.



Los resultados para los niveles de servicio para el sistema sin cierre, sin corredor exclusivo, son los siguientes:

Tabla 42. Niveles de Servicio situación sin cierre

N°	INTERSECCION	NDS
		(A-F)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	<b>E</b>
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	<b>F</b>
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	C
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	B
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	<b>F</b>
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	C
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	B
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	C

Fuente: Propia





Los resultados para la ratio de Utilización de la Intersección para el sistema sin cierre de tráfico mixto, sin corredor exclusivo, son los siguientes:

Tabla 43. ICU % situación sin cierre al tráfico mixto

N°	INTERSECCION	ICU
		%
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	98.3
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	143.8
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	94
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	73
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	121.9
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	90.6
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	80.1
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	89.3

*Fuente: Propia*



Los resultados para la relación de volumen/capacidad o relación de congestión de la Intersección para el sistema sin cierre, sin corredor exclusivo, son los siguientes:

Tabla 44 Volumen/Capacidad situación sin cierre al tráfico mixto

N°	INTERSECCION	V/C
		(Vol-Cap)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	1.31
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	1.09
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	0.83
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	0.5
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	3.71
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	0.96
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	0.7
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	0.79

*Fuente: Propia*

#### 4.2. Resultados para la situación con cierre al tráfico mixto 2018.

Después de realizar un cierre total de todo el corredor de manera ideal y modelada en SYNCHRO se obtuvieron estos resultados.

Los resultados para las demoras para el sistema con cierre de tráfico mixto, con corredor exclusivo de transporte público colectivo (buses), son los siguientes:

Tabla 45. Demoras situación con cierre al tráfico mixto

N°	INTERSECCION	DEMORAS
		seg/veh
1	Limaçpampa con Av. Tullumayo	33.3
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	7.8
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	7.1
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	9.1
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	16.4
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	35.3
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	17.9
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	27.5

*Fuente: Propia*

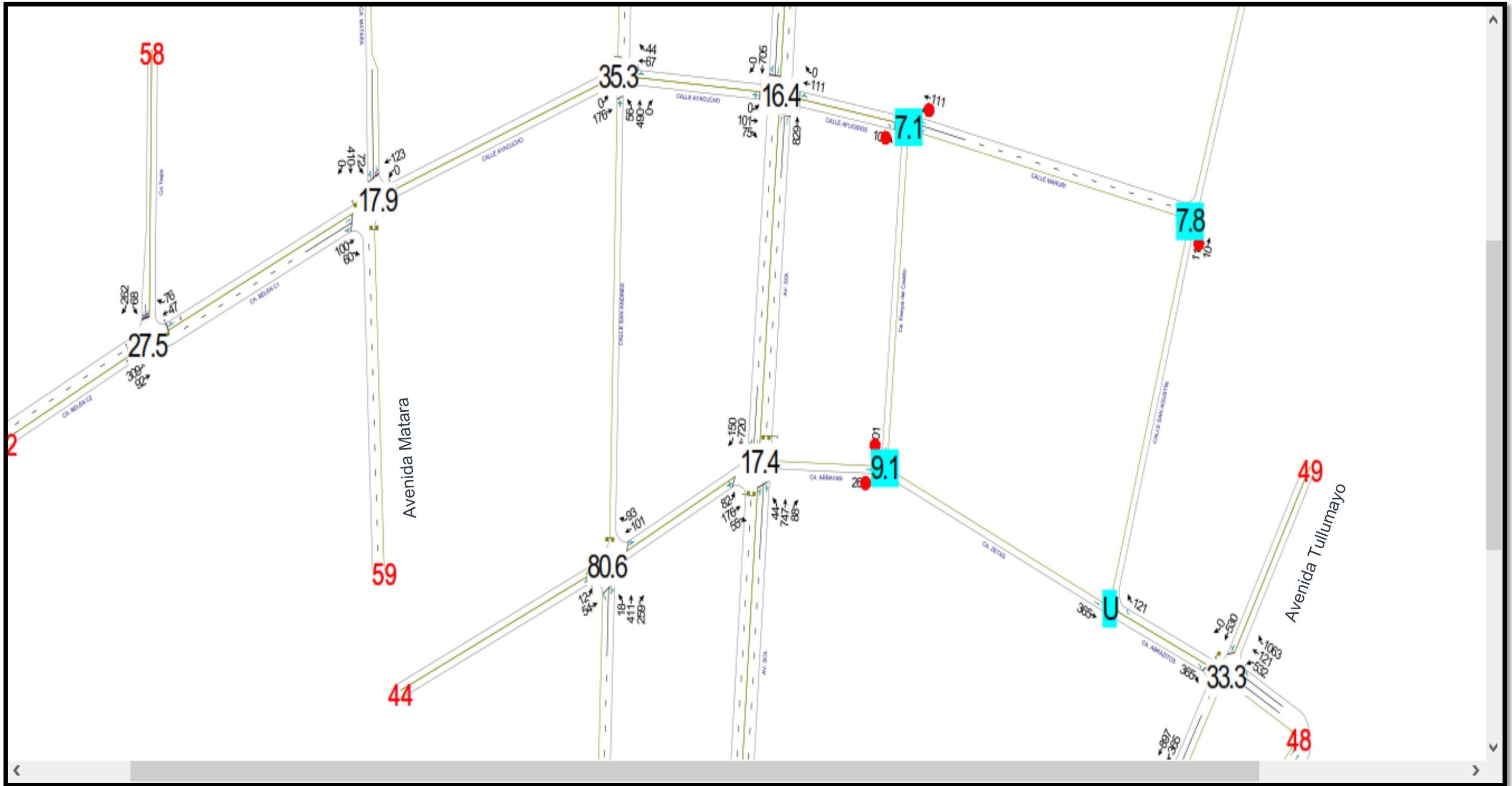


Figura 20. Demoras en segundos/vehículo para la situación posterior al cierre de tráfico mixto – Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)

Los resultados para los niveles de servicio para el sistema con cierre de tráfico mixto, usando corredor exclusivo de transporte público colectivo (buses), son los siguientes:

Tabla 46 . Niveles de Servicio situación con cierre

N°	INTERSECCION	NDS
		(A-F)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	C
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	A
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	A
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	A
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	B
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	D
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	B
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	C

Fuente: Propia (SYNCRO)

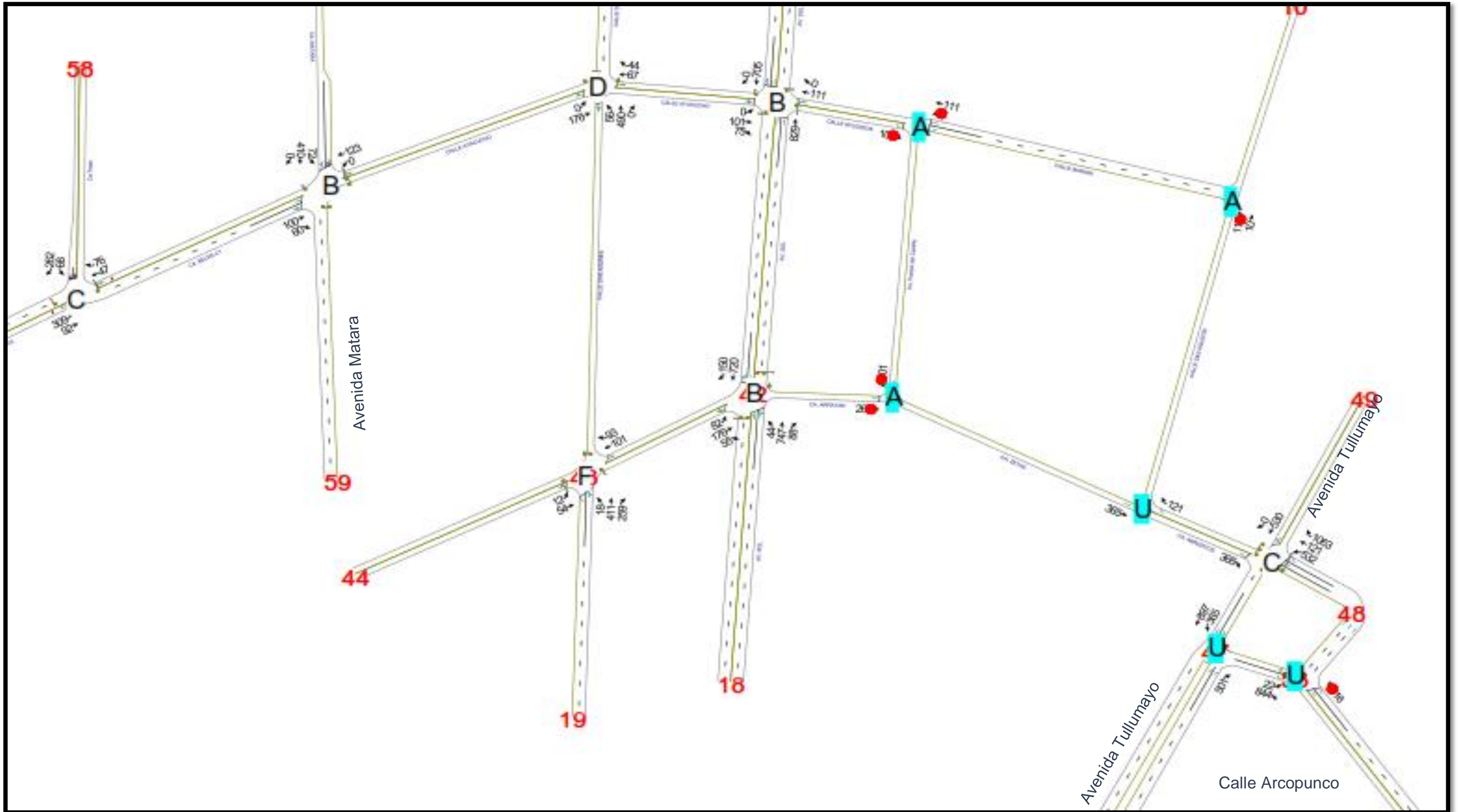


Figura 21. NDS para la situación posterior al cierre de tráfico mixto- Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)



Los resultados para la tasa de utilización ICU% para el sistema con cierre al tráfico mixto, usando corredor exclusivo de transporte público colectivo (buses), son los siguientes:

Tabla 47. ICU % situación con cierre

N°	INTERSECCION	ICU
		%
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	113.8
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	17.9
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	17.9
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	31.4
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	49.9
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	56.7
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	56.7
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	60.9

Fuente: Propia

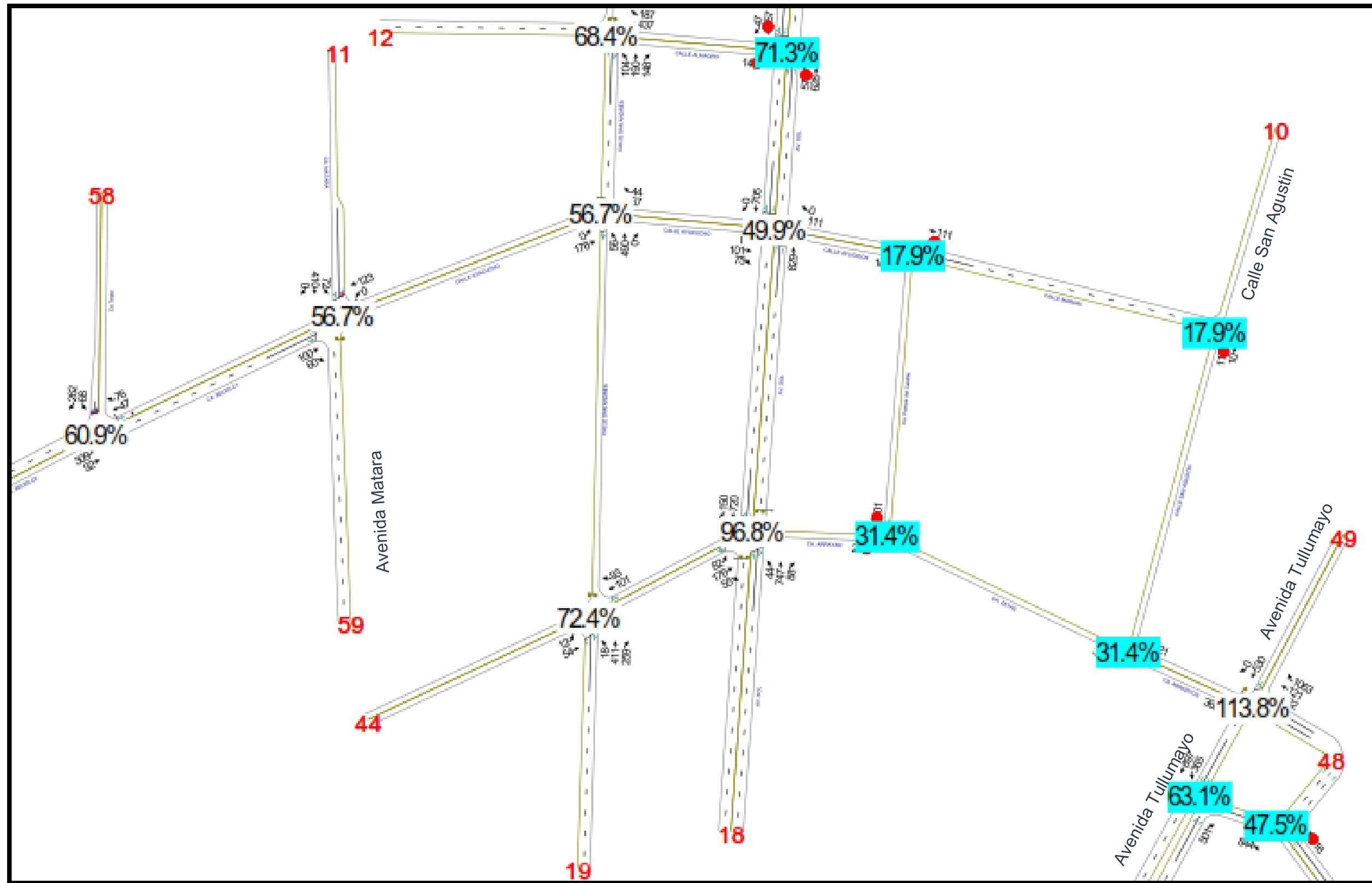


Figura 22. ICU% para la situación posterior al cierre de tráfico mixto- Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)



Los resultados para la relación de volumen/capacidad o relación de congestión de la Intersección para el sistema, con corredor exclusivo, son los siguientes:

Tabla 48. Volumen/Capacidad situación con cierre al tráfico mixto

N°	INTERSECCION	V/C
		(Vol-Cap)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	1.1
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	0.15
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	0.15
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	0.34
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	0.62
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	0.95
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	0.75
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	0.96

Fuente: Propia

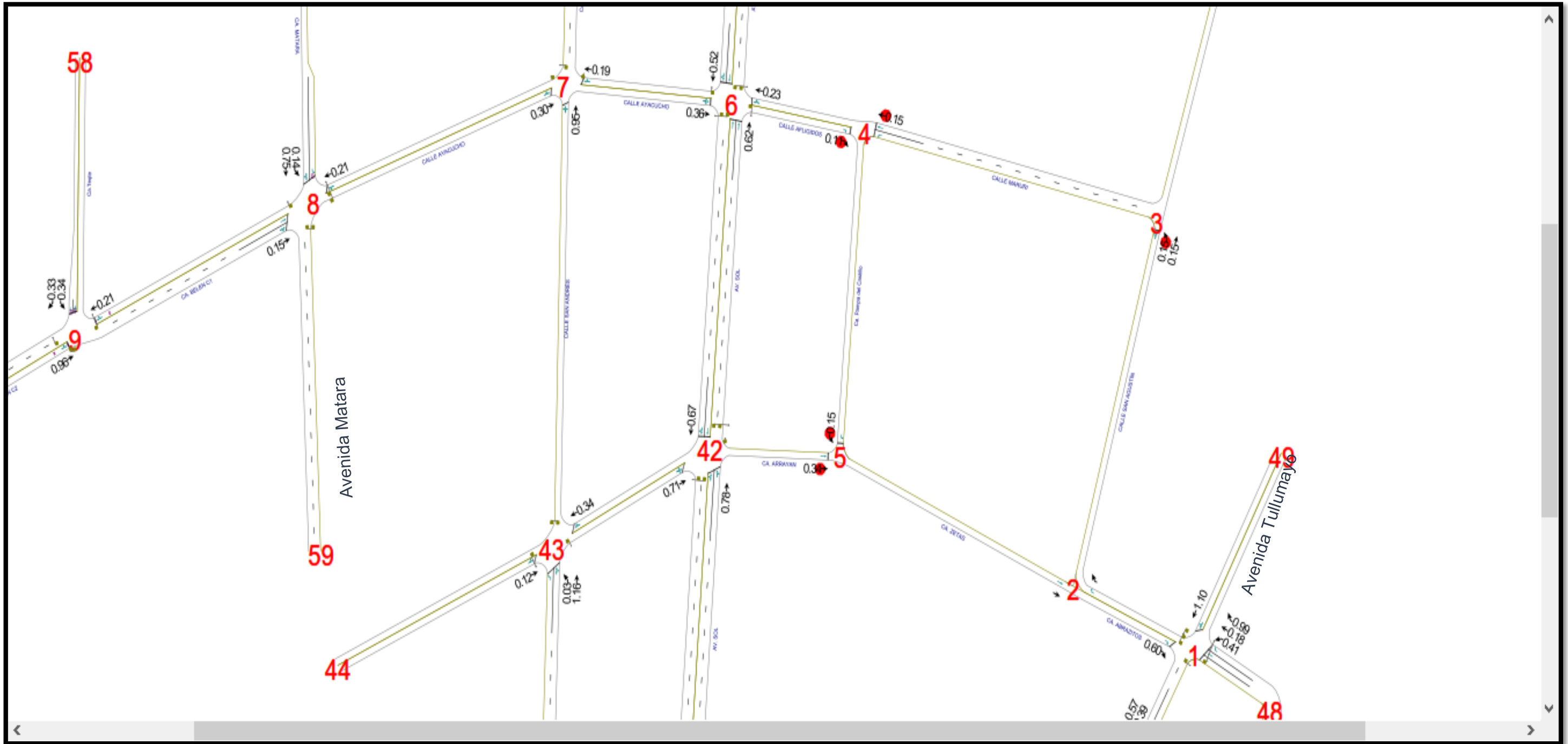


Figura 23. Relación V/C para la situación anterior posterior cierre de tráfico mixto– Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)

#### 4.3. Resultados para la situación con cierre al tráfico mixto 2018 y optimizado.

Después de realizar un cierre total de todo el corredor de manera ideal y modelada en SYNCHRO y con optimización de la semaforización para el nuevo volumen de tránsito se obtuvieron estos resultados.

Los resultados para las demoras para el sistema con cierre al tráfico mixto y optimizado, con corredor exclusivo de transporte público colectivo (buses), son los siguientes:

Tabla 49. Demoras situación Optimizada

N°	INTERSECCION	DEMORAS
		seg/veh
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	25.6
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	7.8
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	7.1
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	9.1
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	8.6
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	13.3
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	14.4
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	13.6

*Fuente: Propia*

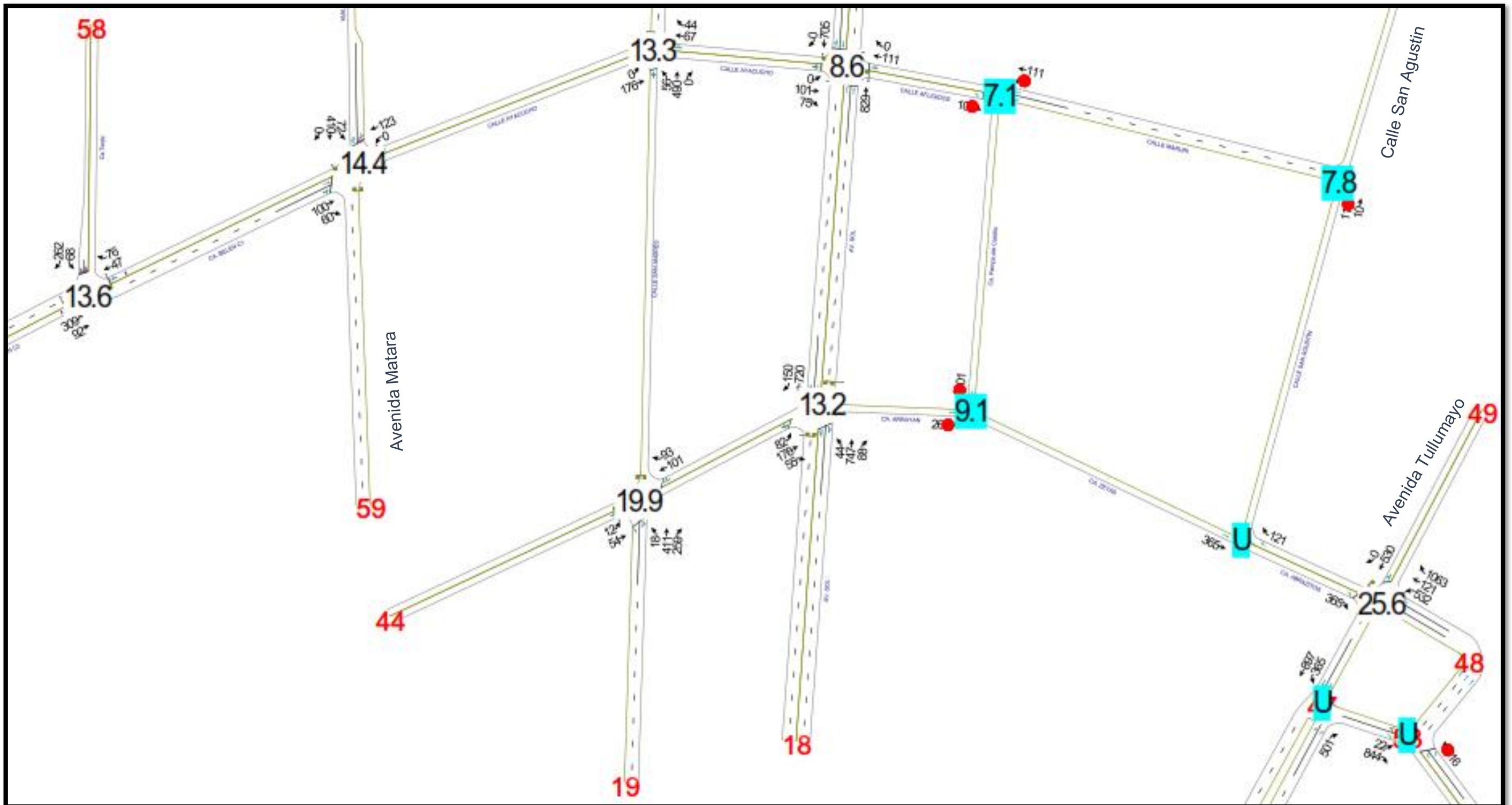


Figura 24. Demoras para la situación posterior al cierre de tráfico mixto y optimizado – Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)



Los resultados para los niveles de servicio para el sistema con cierre y optimizado, usando corredor exclusivo de transporte público colectivo (buses), son los siguientes:

*Tabla 50. Niveles de Servicio situación optimizada*

N°	INTERSECCION	NDS
		(A-F)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	C
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	A
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	A
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	A
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	A
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	B
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	B
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	B

*Fuente: Propia*

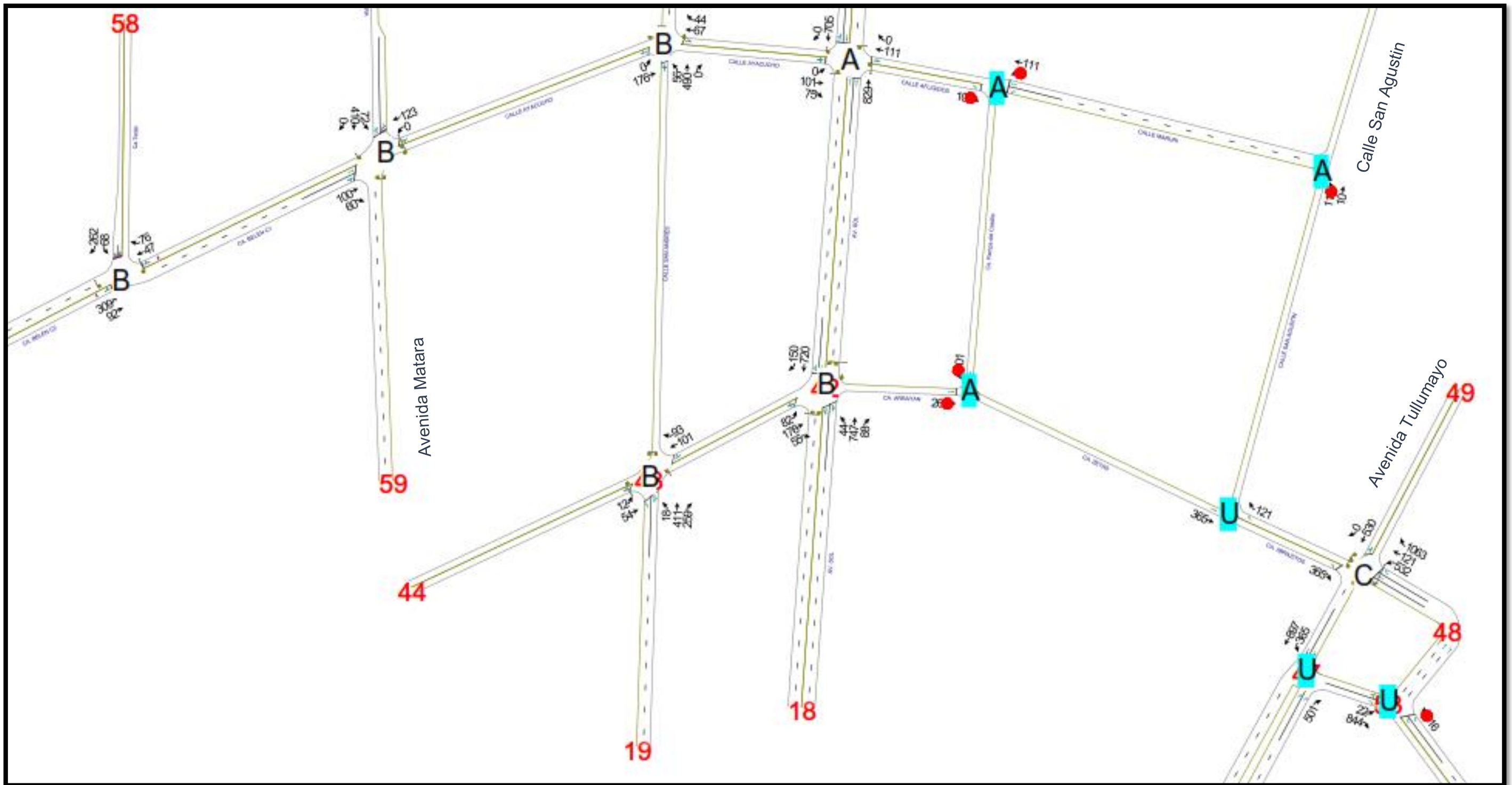


Figura 25. NDS para la situación posterior al cierre optimizado – Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)

Los resultados para la tasa de utilización ICU% para el sistema con cierre OPTIMIZADO, usando corredor exclusivo de transporte público, son los siguientes:

*Tabla 51. ICU% situación optimizada*

N°	INTERSECCION	ICU
		%
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	113.8
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	17.9
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	17.9
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	31.4
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	49.9
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	56.7
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	56.7
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	60.9

*Fuente: Propia*

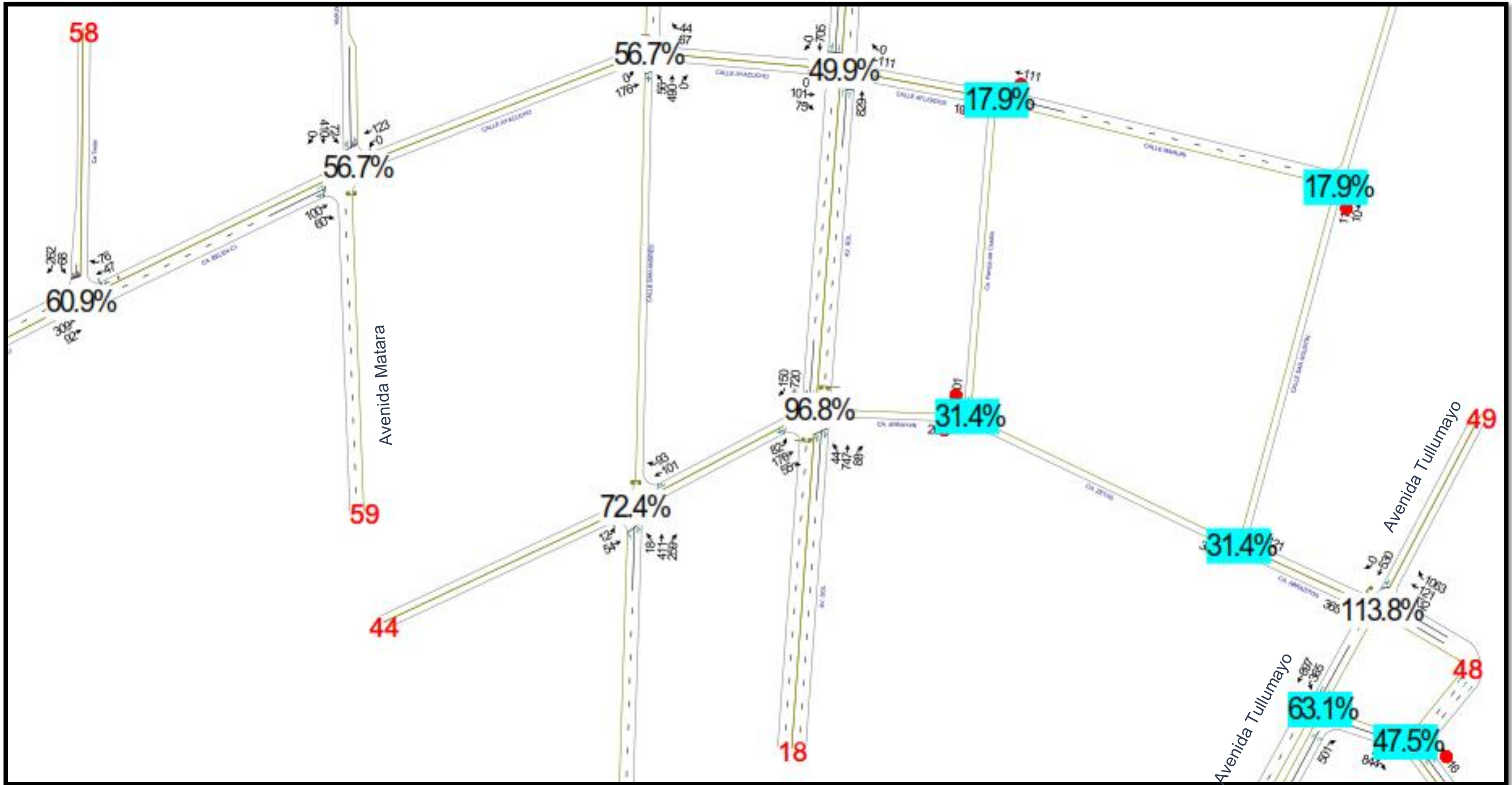


Figura 26. ICU% para la situación posterior al cierre de tráfico mixto– Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)



Los resultados para la relación de volumen/capacidad o relación de congestión de la Intersección para el sistema con cierre al tráfico mixto y con corredor exclusivo, son los siguientes:

Tabla 52. Volumen/capacidad situación optimizada

N°	INTERSECCION	V/C
		(Vol-Cap)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	0.95
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	0.15
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	0.15
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	0.3
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	0.59
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	0.72
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	0.7
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	0.74

Fuente: Propia

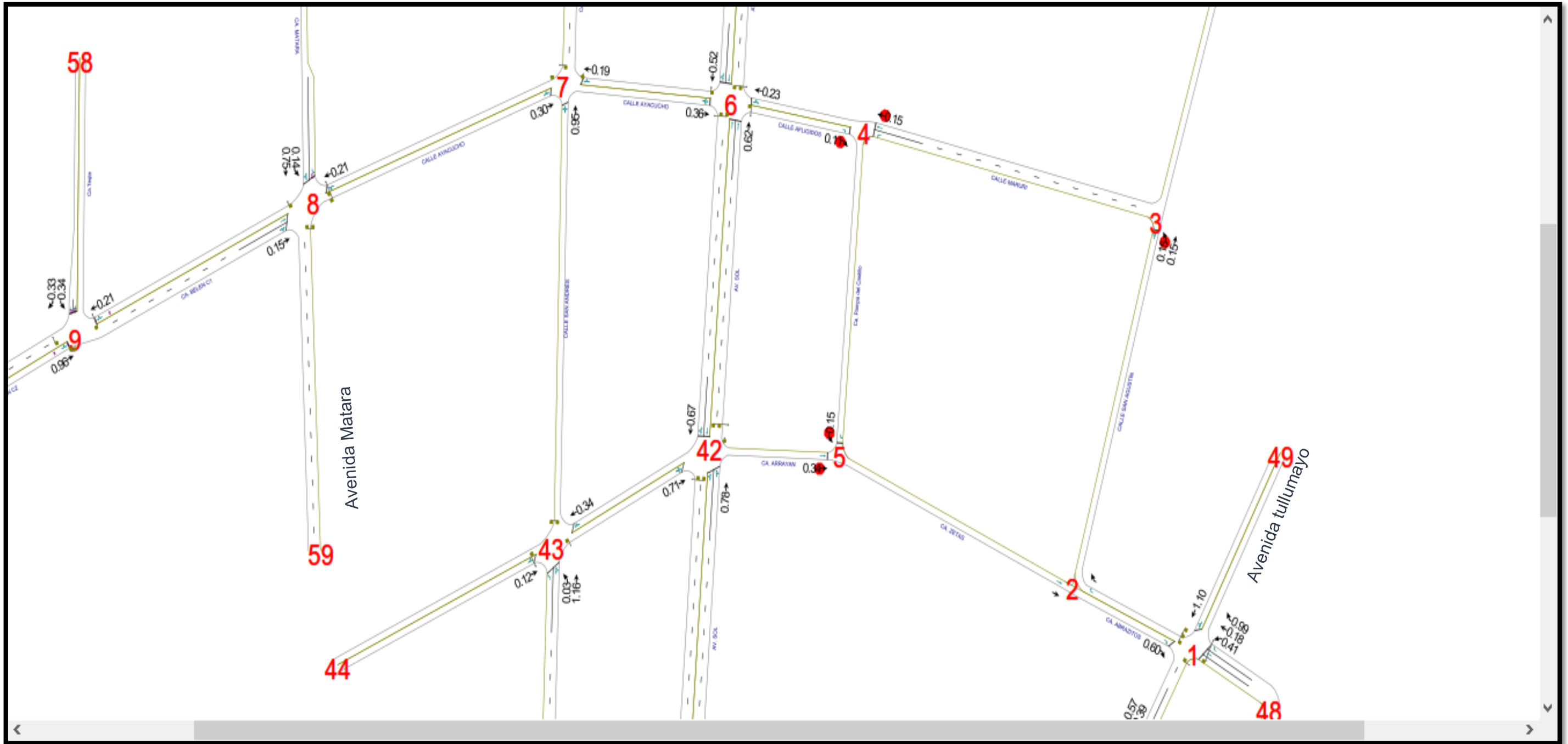


Figura 27. Relación V/C para la situación posterior cierre y optimizado – Año 2018

Fuente: Propia (SYNCRO)

**RESUMEN DE TODOS LOS RESULTADOS.**

*Tabla 53. Escenario 01 – sin cierre al tráfico mixto 2017:*

ESCENARIO 01: SIN CIERRE 2017					
N°	INTERSECCION	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	67.6	<b>E</b>	98.3	1.31
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto	sin conflicto	sin conflicto	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	77.8	<b>F</b>	143.8	1.09
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	19.3	C	94	0.83
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	11.9	B	73	0.5
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	282.1	<b>F</b>	121.9	3.71
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	33.3	C	90.6	0.96
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	13.6	B	80.1	0.7
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	20.7	C	89.3	0.79

*Fuente: Propia*

*Tabla 54 .Escenario 02 – con cierre al tráfico mixto propuesta*

ESCENARIO 02: CON CIERRE -2018					
N°	INTERSECCION	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	33.3	C	113.8	1.1
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto	sin conflicto	sin conflicto	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	7.8	A	17.9	0.15
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	7.1	A	17.9	0.15
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	9.1	A	31.4	0.34
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	16.4	B	49.9	0.62
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	35.3	D	56.7	0.95
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	17.9	B	56.7	0.75
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	27.5	C	60.9	0.96

*Fuente: Propia*

Tabla 55. Escenario 02 – Con cierre al tráfico optimizado 2018 propuesta

ESCENARIO 3: CON CIERRE -2018 OPTIMIZADO					
N°	INTERSECCION	DEMORAS	NDS	ICU	V/C
		seg/veh	(A-F)	%	(Vol-Cap)
1	Limacpampa con Av. Tullumayo	25.6	C	113.8	0.95
2	Ca.San Agustin con Ca. Abracitos	sin conflicto	sin conflicto	sin conflicto	sin conflicto
3	Ca.San Agustin con Ca. Maruri	7.8	A	17.9	0.15
4	Ca. Maruri/Ca. Pampa del Castillo	7.1	A	17.9	0.15
5	Ca. Arrayan con Ca. Pampa del Castillo	9.1	A	31.4	0.3
6	Av. Sol con Ca. Ayacucho	8.6	A	49.9	0.59
7	Ca. Ayacucho con Ca. San Andres	13.3	B	56.7	0.72
8	Ca. Ayacucho con Ca. Matará	14.4	B	56.7	0.7
9	Ca. Belen con Ca. Tecte	13.6	B	60.9	0.74

Fuente: Propia

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE MICROMODELACIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE PARA AMBOS ESCENARIOS EVALUADOS.**

Uno de los indicadores de mejora es el tiempo de viaje para un vehículo que recorre el corredor vial antes y después ser priorizado. A continuación, se presentan los resultados de la microsimulación en VISSIM, ya que el programa SYNCHRO no permite medir el tiempo de recorrido de un vehículo o varios colocando puntos de ingreso y salida en un sector de red. El inicio del recorrido es plazoleta Limacpampa y el punto de salida es Calle Tecte.

DIRECCION	2017 – ANTES DE CIERRE AL TRÁFICO MIXTO	PROPUESTA DE CIERRE AL TRÁFICO MIXTO (CORREDOR EXCLUSIVO).
LIMACPAMPA A TECTE	12.6 MINUTOS	8.9 MINUTOS
CA. TECTE A LIMACPAMPA	11.8 MINUTOS	7.8 MINUTOS



En ambos casos la mejora de tiempos de viaje es aproximadamente de 29.3 % y 33.89 %. Por lo que los viajeros y usuarios de transporte público reducirán la espera. En muchos casos los tiempos de espera sin segregación de carriles es mayor dado que los operadores también se detienen para cargar más pasajeros en Ca. Ayacucho y Belén, especialmente en sentido de oeste a este.



## 5. CAPITULO V: DISCUSIÓN

### Discusión 1:

**¿El cierre o reconfiguración geométrica de las intersecciones influye en el cálculo de los niveles de servicio?**

No, porque la infraestructura vial es la misma. Los niveles de servicio mejoran debido a la reducción de vehículos en la misma infraestructura vial. En esta investigación la infraestructura vial es una constante.

### Discusión 2:

**¿Es posible la adecuación de los métodos y aplicación de la metodología del HCM (Highway Capacity Manual) en el Perú?**

Si, ya que el Highway Capacity Manual es un manual norteamericano, y en nuestro país no contamos con un manual específico para el análisis de la capacidad y nivel de servicio vial, este es utilizado en nuestro país, como se puede apreciar en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras que se refiere explícitamente en su anexo 01: "Capacidades y Niveles de Servicio" a la teoría de capacidad desarrollada por el Transportation Research Board, de acuerdo a metodología descrita en el HCM.

### Discusión 3:

**¿Para los procesos de cálculos, análisis y evaluación de las intersecciones de estudio, es factible el uso del programa especializado SYNCHRO 8.0?**

Si es factible, ya que SYNCHRO 8.0 es un software desarrollado por Trafficware, que realiza el cálculo del flujo de saturación, capacidad, relación volumen – capacidad ( $v/c$ ), niveles de servicio, incorporando a este cálculo todos los ajustes y metodología del Highway Capacity Manual 2010. Adicionalmente el SYNCHRO 8.0 provee un análisis propio del software basado en el método percentil.

**Discusión 4:**

**¿Por qué cada uno de los accesos a la intersección de estudio posee diferente capacidad y nivel de servicio?**

La metodología del Highway Capacity Manual 2010 aplicada en la tesis de investigación, considera las características geométricas, características semaforicas, volúmenes vehiculares y peatonales que contiene cada grupo de carril, lo que hace que cada acceso a la intersección sea único y por ende tenga diferente capacidad y nivel de servicio.

**Discusión 5:**

**¿Se ha cuantificado una mejora en los NDS para los vehículos de Transporte Público en el segmento priorizado?**

Si, tal como se ha mostrado en Resultados, las demoras y relación de congestión han bajado para el caso del corredor vial segregado. Sin embargo, es necesario evaluar a posterior el impacto que generan los vehículos después de ser desviados a otras calles y avenidas en una investigación más ampliada de todo el centro histórico.

**Discusión 6:**

**¿Qué pasaría con los demás vehículos que dejan de circular por el tramo?**

Los vehículos privados y taxis tomaran rutas alternas que permitan llegar a las transversales de las intersecciones del corredor vial, también podrán ingresar en este tramo en horarios establecidos de tal manera que no perjudique el transito regular del transporte público colectivo de buses

**Discusión 7:**

**¿Se conoce alguna normativa vigente que pueda apoyar o restringir la implementación de este carril?**

EN FAVOR	EN CONTRA
Plano: muestra la priorización en el plano de movilidad y espacios públicos	No existe normativa que se apoya debido a que este solamente restrinja la circulación de ciertos vehículos mas no general otros cambios

**PMCH: Plan del municipio del centro histórico del cusco****Discusión 8:**

**¿Se consideró la factibilidad de paraderos en los inicios, intermedios y finales del tramo y las posibles obstrucciones y demoras en estos sectores?**

Si, esta modelado los paraderos ya existentes. La micromodelación del tiempo de viaje considera las demoras, por la carga y descarga de pasajeros, ya que se tomó los tiempos con cierre al tráfico mixto (vehículos privados y taxis), es decir se consideró solo la circulación del transporte público colectivo de buses y los resultados son óptimos

**Discusión 9:**

**¿La vía es una limitante por ser este el tema de estudio?**

No es una limitante en temas de infraestructura porque el ancho de carril ni la pendiente varían. Dentro de la investigación no se ha modificado el diseño geométrico del área de estudio

**Discusión 10:**

**¿Por qué no se utilizó del modo peatón en los cálculos, que influye directamente en el nivel de servicio de las intersecciones?**

El estudio se limita solo al flujo de los vehículos, no se considera en los cálculos a los peatones ya que no se cuenta con la data o la cantidad de peatones que circulan por estas intersecciones, sin embargo, recomendamos que se podrían ampliar la investigación para poder detallar la influencia de los peatones en las intersecciones. Solo se hizo un análisis del corredor vial e intersección con las vías transversales a este. El análisis es horario de 12 a 1 p.m., utilizando según norma, la hora de mayor conflicto de tránsito.



**Discusión 11:**

**¿Se podría realizar la reconfiguración de la vía considerando que es el centro histórico?**

No se modifica la infraestructura, por el tema cultural ya que se prohíbe hacer cambios en el centro histórico del cusco. solo se ha restringido el acceso de los vehículos privados y taxis, reduciendo la capacidad máxima de la vía de tal manera que se tenga una mejor circulación para el transporte público colectivo de buses

**Discusión 12:**

**¿Cuáles son las desventajas de la metodología HCM 2010 sobre el software Syncro?**

- No evalúa tiempos de viajes a lo largo del corredor vial.
- Solo calcula demoras y niveles de servicio.
- No considera el estado del tipo de pavimento de la vía.
- No contempla las condiciones meteorológicas
- No está acorde a las condiciones locales debiéndose calibrar.
- Los valores recomendados que se utiliza en los cálculos, al no tener la cantidad de peatones, no son tan confiables ya que no considera el comportamiento de los peatones y ciclista al cruzar las intersecciones.
- Resultados obtenidos respecto al uso de las metodologías definidas en el HCM han mostrado que su efectividad no es satisfactoria al usar valores recomendados, particularmente cuando el valor de la demanda de vehículos se acerca a la capacidad de la vía. Esto se debe a que el comportamiento de los usuarios de las vialidades difiere en cada país y entre otras diferencias notable. Como por ejemplo la densidad poblacional.

**Discusión 13:****¿Es necesario el conocimiento de otras metodologías para el análisis del flujo vehicular?**

No es necesario otras metodologías porque nos basamos en el D.G 2018 el manual del diseño geométrico de la vía tiene un índice de uso en el HCM 2010. El Manual de Carreteras "Diseño Geométrico", es un documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Contiene la información necesaria para diferentes procedimientos, en la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con la demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial.



## GLOSARIO

### ACCESO

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

### CALZADA

Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles

### CAPACIDAD VIAL

Máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o un carril durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y tránsito.

### CARRIL:

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales.

### CICLO O LONGITUD DE CICLO

Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones del Semáforo.

### CONDUCTOR

Es la persona que realiza el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo.

### CAPACIDAD

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



#### 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 CRÍTICA

Ésta se alcanza cuando el flujo es el máximo del tránsito de una carretera, es decir su capacidad.

#### FACILIDAD

Toda infraestructura diferente a la carretera que le presta un servicio complementario a la misma.

#### FACTOR DE HORA PICO

La relación entre el volumen horario y la máxima razón de flujo se define como el factor de hora pico (FHP)

#### 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.

#### ICU (INDICE DE CAPACIDAD DE USO EN UNA INTERSECCIÓN)

Es un indicador independiente del SYNCHRO, no es parte del HCM. Este indica la reserva de capacidad de la intersección, usando solamente la relación velocidad –capacidad de cada calle



#### INFRAESTRUCTURA VIAL

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.

#### INTERSECCIONES VIALES

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel.

#### PENDIENTE

Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

#### PERÍODO 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.

#### RAMAL

Es un acceso a la intersección.

#### RAZÓN DE FLUJO

Es la cantidad de vehículos que pasan en un tramo en un período de tiempo determinado. Para períodos menores a una hora, generalmente el volumen se expresa como un equivalente horario de las razones de flujo.

#### SEMÁFOROS

Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas.

#### SISTEMA DE TRANSPORTE

Es un conjunto de varios elementos, que deben relacionarse entre sí, para poder realizar el transporte y sus beneficios. Siendo Los componentes de un sistema de transporte: la infraestructura, el vehículo o móvil, el operador y las normas o leyes



#### SISTEMA SEMAFÓRICO:

Son todos los dispositivos de control semaforizados, es decir que tienen uno o varios controladores y display o caras de elementos de paso(semáforo). Estos dispositivos pueden ser caras, controladores, sensores, detectores, videocámaras, etc.

#### TRÁNSITO:

Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circulan por una avenida, calle o autopista.

#### TRANSPORTE:

Es un conjunto de procesos que tienen como finalidad la satisfacción de las necesidades de desplazamiento y comunicación, tanto de personas como de mercancías.

#### VEHÍCULO

Es el nexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene.

#### VELOCIDAD

Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

#### VOLUMEN DE TRÁNSITO

Volumen de Vehículos y peatones que transitan por una vía.

## CONCLUSIONES

### CONCLUSIÓN 01.

Se ha cumplido con la hipótesis principal, la calidad del sistema de transporte público se ha podido mejorar mediante la implementación del corredor exclusivo en las calles Zetas, Abracitos, Maruri, San Agustín, Pampa del Castillo, Afligidos y Ayacucho.

Los parámetros como niveles de servicio, demoras, congestión se han reducido para el tránsito de los vehículos de transporte público tal como se muestra en las tablas 54, 55 y 56 de los Resultados. También, los tiempos de viaje para los buses se han reducido como se muestra en la micromodelación.

### CONCLUSIÓN 02.

Se ha cumplido con la sub hipótesis N° 1, Los niveles de servicio de las intersecciones del corredor vial en estudio mejoran al implementarse el sistema carril bus exclusivo. La cantidad de vehículos que circulan junto a los vehículos de transporte público es nula, por lo que los tiempos semafóricos necesarios para satisfacer al transporte público colectivo (buses) es menor, los tiempos en verde son menores y por lo tanto los ciclos menores generan menos demoras. Después del cierre de la vía para los vehículos mixtos, es necesario reprogramar y optimizar los tiempos semafóricos, en el escenario 3 (tabla 56), se demuestra que los niveles de servicio y parámetros de congestión se reducen después de la optimización. En los resultados se demuestra que la solución optimizada presenta mejora niveles de servicio y menores demoras, así como el ratio o razón de uso ICU se mantiene ya que no depende de la programación de tiempos semafóricos, únicamente depende del volumen vehicular.

### CONCLUSIÓN 03.

Se ha cumplido con la sub hipótesis N° 3, los niveles de servicio en las intersecciones si cambian con la segregación de modos de transporte. Los niveles de servicio mejorarán en un rango de F a C para el transporte público. Como se ve en los resultados los niveles de servicio en la mayoría de intersecciones es nivel B y C, cumpliendo con la mejora de los niveles de servicio y reducción de tiempos de viaje para el transporte público.

**CONCLUSIÓN 04.**

Se ha cumplido parcialmente con la sub hipótesis N° 4, La relación de saturación Volumen/ Capacidad cambia en las intersecciones de análisis por la implementación del carril bus. Para la situación actual  $> 0.8$  y para la situación propuesta de 0.15 a 0.95. Siendo la única intersección que no cumple con la condición de la hipótesis la intersección 01, Limacpampa con Av. Tullumayo con 0.95.

**CONCLUSIÓN 05.**

Se ha cumplido parcialmente con la sub hipótesis N° 5, el porcentaje de reducción (mejora) en los tiempos de viaje por la implementación del carril bus en el corredor vial exclusivo está en el rango de 15% a 30%. Los tiempos de viajes se han optimizado producto de la libertad que experimentan los buses de transporte público al circular por la nueva infraestructura priorizada.





## RECOMENDACIONES

### RECOMENDACIÓN N°1

Se debe implementar los ciclos semafóricos y fases nuevas que se han calculado producto de la optimización semafórica para el caso del cierre de vías a los vehículos mixtos. Tal como se muestra en el Plano de Soluciones Tangibles.

### RECOMENDACIÓN N°2

Se recomienda ampliar la investigación a todo el centro histórico, cuantificando el impacto generado en el resto de vías alternas, ya que los vehículos que se desvían congestionan otras calles como Av. Garcilaso y Ca. Ruinas.

### RECOMENDACIÓN N°3

Se recomienda la optimización de los ciclos de los dispositivos de control de las intersecciones semaforizadas del entorno aledaño al proyecto de segregación para uso exclusivo de transporte público colectivo (buses). Los flujos de vehículos han cambiado a raíz de los desvíos en otras intersecciones por lo que es necesario reconfigurar los ciclos para reducir el impacto.

### RECOMENDACIÓN N°4

Se recomienda realizar futuras investigaciones se analice también la contaminación ambiental disminuida en el corredor vial segregado producto de su cierre al tránsito mixto, ya que los únicos que generarían contaminación por emisiones y sonido serían los buses.

### RECOMENDACIÓN N°5

Se recomienda realizar futuras investigaciones se analice la posibilidad de acceso a estas vías por horarios diversos, ya que existe transporte logístico (de carga) para el abastecimiento de los hoteles y negocios que funcionan en el corredor vial segregado.

**Nota:**

En la intersección de Ca. Tecte incluye el tráfico que viene dese la Ca. Tres cruces de oro, donde se colocaran señales para desviar el tráfico mixto en tres cruces de oro, tanto para el norte (a san pedro) como para el sur (av. Ejercito). No es conveniente hacer las restricciones desde la plazoleta belén por que el tráfico en ese segmento de subida no es muy congestionada ya q Los buses circulan con mayor fluidez.

En resumen, se colocaran señales verticales de desvió y restricciones en la intersección tres cruces de oro con Ca. Belén, desde ahí empezará el carril exclusivo en dirección oeste – este, donde Los vehículos mixtos que bajan por tecte podrán girar a la derecha en sentido oeste para salir por tres cruces de oro.



## REFERENCIAS

- SIECA, C. (2011). *Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geométrico de carreteras*.
- Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., B. (2000). *Manual de carreteras*.
- Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F. (2000). *Manual de carreteras*.
- CAL Y MAYOR & ASOCIADOS. (1998). *Ingeniería de Tránsito*.
- MTC (2008). *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Perú.
- Depiante V. & (2011). (2011). *Capacidad en intersecciones no semaforizadas de tres ramas*. Córdoba Argentina.
- *Highway Capacity Manual HCM*. (2010). WASHINGTON.
- *Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas*.
- LIMA: MDGVU.
- Instituto Nacional de Estadística e informática - INEI. (s.f.).
- Ministerio de Economía y Finanzas, M. (2015). *Guía metodológica para PIP de vialidad urbana, a nivel de perfil*.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras Diseño geométrico DG 2018*.
- Ministerio de transportes y comunicaciones, M. (2016). *Manual de dispositivos de control de Volumen/ tránsito automotor para calles y carreteras*.
- National Transportation Research Board, N. (2000). *Highway Capacity Manual (HCM)*.