



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

“PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO SOFTWARE DE SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019.

---

PRESENTADOR POR:  
JOLBIN HUANCACHOQUE LLICAHUA  
ROSARIO, HUARAYA ARELLANO

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

ASESOR:  
MGT. ING. JEAN FERNANDO PÉREZ MONTESINOS

CUSCO – PERÚ

2021



## DEDICATORIA

*La presente tesis de investigación va dedicada a:*

*En Primer Lugar, a Dios, por brindarme voluntad, entusiasmo y apoyarme en mis momentos críticos en esta etapa de la Tesis.*

*En segundo Lugar, a mis Padres, Ruth Arellano Pillco y Jesús E. Huaraya Rodrigo, quienes fueron mis motores y fuente de energía brindándome un amor y apoyo incondicionalmente a través de toda la carrera y ahora en esta etapa final Universitaria, por ser un ejemplo ellos para mi persona en muchas virtudes, como la constancia y la dedicación y esfuerzo.*

*En tercer lugar, a mi hermano Breadth, por brindarme un apoyo emocional y optimista en culminar con este Objetivo Profesional, por siempre estar motivándome a lo largo de la elaboración y culminación de la Tesis.*

*En cuarto lugar, a amigos y demás familiar a quienes conozco y siempre me han brindado ese cariño y quienes comparten mis logros personales.*

*Atte. Rosario Huaraya Arellano*



*Gracias a Dios por dejarme llegar a este punto, dándome fuerza y salud para lograr mis metas, así como su infinita bondad y amor.*

*Estoy lleno de amor a mis padres Valentín Huancachoque Huamán y Filomena LLicahua Huillca. He dedicado todo mi arduo trabajo a la realización de este trabajo. Les agradezco su sacrificio y dedicación, y les agradezco su perseverancia por sus ejemplos, por su valentía, han sido apoyo incondicional y su amor.*

*Gracias a mis hermanos Eloy y Nelly por su continuo consejo, apoyo y compañía, esto demuestra que nuestros padres han moldeado nuestra unidad y lealtad.*

*Jolbin Huancachoque LLicahua*



## AGRADECIMIENTO

*Agradecimiento Especial, a Dios por habernos brindado lo necesario para poder cumplir con esta meta en el trayecto de nuestras vidas.*

*Agradecer a mis padres, por brindarme todo lo necesario para tener una educación y por su constante amor y apoyo siempre.*

*Agradecer a la Universidad y en especial a los Docentes de nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme acogido y llevado a nuestro objetivo, un agradecimiento especial a nuestro Asesor el Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos, por brindar interés y paciencia en el paso a paso de la elaboración y culminación de la tesis.*

*Atte. Rosario Huaraya Arellano*





*Agradezco a mis padres y a mis hermanos, les agradezco no solo por estar presentes y aportar cosas hermosas a mi vida, sino también por su apoyo incondicional, agradeciéndoles la gran alegría y las diversas emociones que siempre me han traído.*

*Me gustaría agradecer a todos los profesores de la escuela de ingeniería civil y también agradecer en mi formación profesional al Ing. Jean F. Pérez Montesinos que recibe tutoría para este trabajo de investigación.*

*Y todos mis amigos y las personas que hicieron posible la conclusión de esta investigación.*

*Atte. Jolbin Huancachoque LLicahua*



## RESUMEN

La presente Tesis de investigación tiene por estudio el Proyecto de la Vía Expresa el cual, nos hemos percatado que con la constante creciente del parque automotriz año a año, el tipo de vía esperada sería una vía rápida o como se denomina en el nombre una vía expresa, el cual analizando y leyendo el proyecto de la vía expresa contempla óvalos semaforizados, durante todo el proyecto, el cual nos ha llevado al estudio y a la propuesta de nuestro tema de investigación el analizar las distintas variables de transitabilidad que conlleva el tráfico, mejorando así el Nivel de servicio y tiempos de recorrido, entre otras variables mediante una reconfiguración geométrica de una vía a desnivel deprimida del tipo zanjón, y evaluando así mediante un software los indicadores para obtener una comparativa y conclusiones con respecto a las diferencias.



## ABSTRAC

The present Thesis of investigation has for study the Project of the Express Way which, we have realized that with the constant increasing of the automobile park year by year, the type of expected way would be an express way or as it is denominated in the name an express way, which analyzing and reading the project of the express way contemplates semaphore ovals, during the whole project, which has led us to the study and the proposal of our research topic to analyze the different variables of trafficability that involves traffic, thus improving the level of service and travel times, among other variables through a geometric reconfiguration of a depressed roadway, and thus evaluating through software indicators to obtain a comparative and conclusions regarding the differences.



# TESIS FINAL

por Jolbin Huancachoque; Rosario Huaraya Universidad Andina Del  
Cusco

---

**Fecha de entrega:** 18-mar-2023 05:26p.m. (UTC-0400)

**Identificador de la entrega:** 2040174830

**Nombre del archivo:** 1.\_TESIS\_Huancachoque-Huaraya\_TERMINADA\_levantada\_marzo\_2023.pdf  
(10.52M)

**Total de palabras:** 31658

**Total de caracteres:** 171782



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

"PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE VÍA A  
DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA  
EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES -  
PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO SOFTWARE DE  
SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y  
NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN  
SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019.

---

PRESENTADOR POR:  
JOLBIN HUANCACHOQUE LLICAHUA  
ROSARIO, HUARAYA ARELLANO

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

ASESOR:  
MGT. ING. JEAN FERNANDO PÉREZ MONTESINOS

CUSCO – PERÚ  
2021



INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

13 %

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7 %
2	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1 %
3	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
5	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1 %
6	<a href="http://repositorio.udes.edu.ar">repositorio.udes.edu.ar</a> Fuente de Internet	1 %
7	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
8	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
9	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y social de nuestra ciudad en los últimos años, ha creado un incremento significativo en la zona urbana del Cusco y el mayor movimiento turístico han motivado a una mayor carga en las vías urbanas de la ciudad, como parte de los planes provinciales y desarrollo urbano.

La disposición urbana actual y la insuficiente infraestructura vial que carece de áreas especialmente destinadas a estacionamientos, el congestionamiento de tráfico y la creciente cantidad de vehículos de transporte público trajeron consigo el peligro para con peatones y vehículos, por las obstrucciones de calles debido a buses, micros, autos estacionados existiendo desorden con tendencia a agravar cada vez más en desmedro del ornato y desarrollo regulado de la ciudad.

El propósito de diseñar una vía a desnivel deprimida tipo zanjón, es aliviar el congestionamiento vehicular en uno de los accesos principales al centro de la ciudad, que disminuirá considerablemente el tiempo de recorrido y mejorando los niveles de servicio, reduciendo los accidentes de tránsito e incrementando la seguridad vial, brindando así comodidad al conductor y pasajero.

La presente tesis realiza una propuesta de reconfiguración geométrica mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón del proyecto “ MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES – PUENTE COSTANERA – NODO VERSALLES” usando un software de simulación, para la optimización de tiempos de recorrido y niveles de servicio en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco, lo cual contara con rampas de acceso en la avenida principal con señalizaciones para obtener una buena orientación al momento de la circulación de vehículos, lo cual también servirá como un atractivo turístico, por la infraestructura innovadora.

Para ello, esta investigación tiene como objetivo determinar respuestas, direcciones y pautas para promover y orientar las mejores soluciones para este enfoque urbano.



INDICE

AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	vi
ABSTRAC .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	viii
INDICE DE TABLAS .....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. Identificación del Problema .....	18
1.1.1. Descripción del Problema.....	18
1.1.1.1. Ubicación temporal y geográfica del área de estudio: .....	19
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema: .....	21
1.2. Justificación e Importancia de la investigación .....	22
1.2.1. Justificación técnica:.....	22
1.2.2. Justificación social .....	22
1.2.3. Justificación por viabilidad .....	22
1.2.4. Justificación por relevancia.....	23
1.3. Limitaciones de la Investigación .....	23
1.3.1. Limitaciones por Espacio:.....	23
1.3.2. Limitaciones por Tiempo:.....	23
1.3.3. Limitaciones por datos:.....	23
1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base:.....	24
1.4. Objetivos de la Investigación.....	24
1.4.1. Objetivo General.....	24
1.4.2. Objetivos Específicos.....	24
1.5. Hipótesis .....	25
1.5.1. Hipótesis General:.....	25
1.5.2. Sub Hipótesis: .....	25
1.6. Definición de variables .....	26
1.6.1. Variable Independiente: .....	26
1.6.2. Variables Dependientes: .....	26
1.7. Cuadro de Operacionalización de Variables.....	27





CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	28
2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual:.....	28
2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional:.....	28
2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional: .....	29
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes: .....	30
2.2.1. ANTECEDENTES DE LA VÍA EXPRESA.....	30
2.2.2. INFRAESTRUCTURA VIAL.....	30
2.2.3. DEFINICIÓN DE VÍA .....	31
2.2.4. PARTES PRINCIPALES DE LA VÍA.....	31
2.2.5. COMPONENTES DE LA VÍA .....	32
2.2.6. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA.....	33
2.2.7. NIVEL DE SERVICIO.....	45
2.2.8. INTERSECCIONES VIALES.....	52
CAPITULO 3: METODOLOGIA .....	81
3.1. Metodología de la Investigación.....	81
3.1.1. Tipo de Investigación.....	81
3.1.2. Nivel de Investigación .....	81
3.1.3. Método de Investigación.....	82
3.2. Diseño de Investigación.....	82
3.2.1. Diseño Metodológico.....	82
3.2.2. Diseño de Ingeniería .....	83
3.3. Población y Muestra. ....	85
3.3.1. Población.....	85
3.3.2. Muestra .....	85
3.4. Instrumentos.....	86
3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de Recolección de Datos.....	86
3.4.2. Instrumentos de Ingeniería. ....	93
3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	95
3.5.1. Codificación de Movimientos Vehiculares.....	95
3.5.2. RECOLECCIÓN DE AFORAMIENTOS VEHICULARES .....	99
3.5.3. RECOLECCIÓN DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.....	118
3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	121
3.6.1. Procesamiento y Análisis.....	121



3.6.2. Procesamiento y Análisis.....	127
CAPÍTULO IV – RESULTADOS.....	166
CAPÍTULO V – DISCUSIONES.....	170
CONCLUSIONES.....	173
RECOMENDACIONES.....	175
REFERENCIAS.....	176
ANEXO.....	177



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de intersecciones del proyecto Vía Expresa.....	18
Tabla 2: Ubicación en Coordenadas UTM, del tramo estudiado.....	19
Tabla 3: Operacionalización de Variables .....	27
Tabla 4: Clasificación de vías según su función .....	34
Tabla 5: Clasificación de vías según su demanda.....	34
Tabla 6: Parámetros de Diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas.....	38
Tabla 7: Anchos mínimos de calzada en tangente .....	42
Tabla 8: Anchos de berma .....	43
Tabla 9: Rangos de Velocidad de Diseño en Función a la Carretera por Demanda y Orografía .....	45
Tabla 10: Nivel de servicio .....	46
Tabla 11: Análisis de nivel de servicio .....	48
Tabla 12: Medición de eficiencia de niveles de servicio .....	51
Tabla 13: Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel .....	71
Tabla 14: Volúmenes de servicio máximo según calidad de flujo .....	72
Tabla 15: Relación entre el nivel de servicio básico de carreteras y la calidad de flujo de tramos de entrecruzamiento. ....	73
Tabla 16: Longitud mínima de entrecruzamiento .....	73
Tabla 17: Velocidad de Diseño, ancho de calzada .....	75
Tabla 18: Velocidades de Diseño en ramales de enlace .....	76
Tabla 19: Radios mínimos con Peraltes Máximos.....	76
Tabla 20: Bermas mínimas en ramales de enlace .....	77
Tabla 21: Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio Vías Principales (Carril 2 y 3).....	88
Tabla 22: Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio Vías Secundaria (Carril 1 y 4).....	89
Tabla 23: Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores - Vía Expresa.....	90
Tabla 24: Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Qosqo. ....	91
Tabla 25: Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Velazco Astete ....	92
Tabla 26: Características Geométricas.....	93



Tabla 27: Ficha de conteo vehicular Av. 28 de Julio – Ovalo Libertadores, vías principales .....	100
Tabla 28: Ficha de conteo vehicular Av. 28 de Julio – Ovalo Libertadores, vías auxiliares.	101
Tabla 29: Ficha de Conteo Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Vía Expresa (Entrada y Salida) .....	102
Tabla 30: Ficha de Conteo Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Qosqo (Entrada y Salida) .....	103
Tabla 31: Ficha de Conteo Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Velazco Astete (Entrada y Salida) .....	104
Tabla 32: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Republica de Perú total de los Giros 1, 2, 3.....	106
Tabla 33: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Republica de Perú total de los Giros 4, 5, 6. ....	107
Tabla 34: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Republica de Perú total de los Giros 7, 8, 9. ....	108
Tabla 35: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Las Palmeras total de los Giros 1, 2, 3.....	110
Tabla 36: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Las Palmeras total de los Giros 4, 5, 6.....	111
Tabla 37: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Las Palmeras total de los Giros 7, 8, 9.....	112
Tabla 38: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 1, 2, 3.....	114
Tabla 39: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 4, 5, 6.....	115
Tabla 40: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 7, 8, 9.....	116
Tabla 41: Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 10, 11, 12.....	117
Tabla 42: Recolección de características geométricas Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio .....	119



Tabla 43: Recolección de características geométricas Av. Republica de Perú a Av. Tomas Tuyro Tupac.....	120
Tabla 44: Recolección de características geométricas Av. Tomas Tuyro Tupac a Av. Tomas Katari.....	121
Tabla 45: Flujograma de Hora Pico del Ovalo Libertadores .....	123
Tabla 46: Flujograma de Hora Pico de c/ Av. Republica de Perú .....	124
Tabla 47: Flujograma de Hora Pico de c/ Ca. Las Palmeras .....	125
Tabla 48: Flujograma de Hora Pico de c/ Ca. Tomas Katari .....	126
Tabla 49: Calculo del Trafico Futuro – Ovalo Libertadores.....	127
Tabla 50: Calculo del Trafico Futuro – Av. Republica del Perú .....	127
Tabla 51: Calculo del Trafico Futuro – Ca. Las Palmeras.....	128
Tabla 52: Calculo del Trafico Futuro – Tomas Katari.....	128
Tabla 53: Denominación del número de detectores.....	135
Tabla 54: Tiempos de Viaje o Recorrido Actual de la Vía Expresa.....	137
Tabla 55: Tiempos de Viaje o Recorrido del Proyecto Propuesto de la Vía Expresa. ....	138
Tabla 56: Tiempos de demora del Nodo 1 Vía Expresa Actual. ....	140
Tabla 57: Tiempos de demora del Nodo 2 Vía Expresa Actual. ....	141
Tabla 58: Tiempos de demora del Nodo 3 Vía Expresa Actual .....	141
Tabla 59: Tiempos de demora del Nodo 4 Vía Expresa Actual. ....	142
Tabla 60: Tiempos de demora del Nodo 5, Vía Expresa Actual. ....	142
Tabla 61: Tiempos de demora del Nodo 6, Vía Expresa Actual. ....	143
Tabla 62: Tiempos de demora del Nodo 1, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.....	144
Tabla 63: Tiempos de demora del Nodo 2, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.....	145
Tabla 64: Tiempos de demora del Nodo 3, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.....	145
Tabla 65: Tiempos de demora del Nodo 4, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.l.....	146
Tabla 66: Tiempos de demora del Nodo 5, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.....	146
Tabla 67: Tiempos de demora del Nodo 6, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.....	147
Tabla 68: Tipo de Intersecciones del Proyecto Vía Expresa .....	148
Tabla 69: Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas.....	148
Tabla 70: Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas.....	149
Tabla 71: Nivel de Servicio por Nodos en el Actual en la Vía Expresa.....	149



Tabla 72: Nivel de Servicio por Intersección de la Propuesto a Desnivel tipo Zanjón del Proyecto Vía Expresa.....	152
Tabla 73: Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio – Bajada (Via Secundaria) .....	155
Tabla 74: Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio – Bajada (Via Principal).....	156
Tabla 75: Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. Vía Expresa – Subida (Vía Principal).....	157
Tabla 76: Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. Qosqo – Entrada.....	158
Tabla 77: Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertador - Av. Velazco Astete – Entrada	159
Tabla 78: Relación de Saturación V/C – Av. republica del Perú - Vía Expresa – Bajada ....	160
Tabla 79: Relación de Saturación V/C – Av. republica del Perú - Av. Vía Expresa - Subida .....	161
Tabla 80: Relación de Saturación V/C – Av. republica del Perú – Sentido Este - Oeste .....	162
Tabla 81: Relación de Saturación V/C – Av. Las Palmeras - Bajada.....	163
Tabla 82: Relación de Saturación V/C – Av. Las Palmeras - Subida.....	164
Tabla 83: Relación de Saturación V/C – Av. Las Palmeras – Sentido Este - Oeste.....	165
Tabla 84: Nivel de Servicio de la Vía expresa Proyecto vs Propuesto .....	166
Tabla 85: Tiempos de Demora de la Vía expresa proyecto vs Propuesto .....	168
Tabla 86: Relación Volumen – Capacidad del Proyecto Vía Expresa.....	169
Tabla 87: Grafico Comparativo Relación Volumen - Capacidad.....	169



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	: Área de influencia del Proyecto.....	20
Figura 2	: Partes Principales de una Vía.....	32
Figura 3	: Componentes de un Tipo de Vía Urbana - Perfil transversal de Av. Perú....	33
Figura 4	: Sección Transversal Típica para una carretera con una calzada de dos carriles, en zonas urbanas.....	41
Figura 5	: Nivel de servicio .....	47
Figura 6	: Representación esquemática de intersección y enlace.....	53
Figura 7	: Intersección sin canalizar y canalizada .....	54
Figura 8	: Tipos de isletas.....	56
Figura 9	: Tipos de intersecciones a nivel .....	58
Figura 10	: Intersecciones de tres ramales.....	59
Figura 11	: Intersecciones de cuatro ramales .....	60
Figura 12	: Intersecciones de cuatro ramales .....	60
Figura 13	: Esquema de una intersección giratoria o glorieta .....	61
Figura 14	: Ramales de pase a desnivel (enlace).....	63
Figura 15	: Intersecciones a desnivel tipo trompeta .....	64
Figura 16	: Intersecciones a desnivel tipo T.....	65
Figura 17	: Tipo de intersección a desnivel con condición de parada.....	66
Figura 18	: Intersección a desnivel tipo diamante Clásico .....	67
Figura 19	: Intersección a desnivel tipo diamante modificado.....	67
Figura 20	: Intersección a desnivel tipo Trébol Parcial.....	68
Figura 21	: Intersección a desnivel tipo Trébol.....	69
Figura 22	: Intersección a desnivel tipo Trébol.....	69
Figura 23	: Sentido y ubicación de carriles de la vía expresa .....	87
Figura 24	: Pantalla de trabajo Software AutoCAD .....	95
Figura 25	: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Ovalo los Libertadores .....	96
Figura 26	: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Calle Topacios – Calle Brasil – Ovalo Brasil.....	96
Figura 27	: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Av. Republica del Perú – Ovalo República del Perú.....	97



Figura 28	: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Av. Tomas Tuyro Tupac – Ovalo Av. Tomas Tuyro Tupac .....	97
Figura 29	: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Av. Las Palmeras – Ovalo Av. Las Palmeras .....	98
Figura 30	: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Calle Jr. Los Geranios – Ovalo Jr. Los Geranios.....	98
Figura 31	: Flujograma de Hora Pico del Ovalo Libertadores .....	122
Figura 32	: Flujograma de Hora Pico de Vía Expresa c/ Av. Republica de Perú.....	124
Figura 33	: Flujograma de Hora Pico de Vía Expresa c/ Ca. Las Palmeras .....	125
Figura 34	: Flujograma de Hora Pico de Vía Expresa c/ Ca. Tomas Katari.....	126
Figura 35	: Definición de links y conectores en intersecciones .....	129
Figura 36	: Composición de trafico .....	130
Figura 37	: Edición de Composición de trafico.....	130
Figura 38	: Asignación de Tráfico en la Av. Qosqo de la Estación 1 – Ovalo Libertadores .....	131
Figura 39	: Asignación de Rutas en la Av. Expresa .....	131
Figura 40	: Definición del Área de Conflictos .....	132
Figura 41	: Ciclo semafórico del Modelo Actual de la Vía Expresa.....	132
Figura 42	: Parámetros de Modelación de la Vía Expresa .....	133
Figura 43	: Definición de Tiempo de Viaje de Oeste – Vía Expresa .....	133
Figura 44	: Definición de Tiempo de Viaje de Oeste – Vía Expresa .....	134
Figura 45	: Visualización del las Intersecciones Formadas de la Vía Expresa .....	135
Figura 46	: Visualización del Modelamiento Puente a Desnivel del Ovalo Libertadores.	135
Figura 47	: Visualización del Modelamiento Ovalo Semaforizado Tomas Katari.....	136
Figura 48	: Grafico Circular de Porcentajes del proyecto Vía Expresa actual .....	167
Figura 49	: Grafico Circular de Porcentajes de la Propuesta del Proyecto Vía Expresa	167
Figura 50	: Tiempos de Demora de la Vía expresa proyecto vs Propuesto.....	168





## CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Identificación del Problema

#### 1.1.1. Descripción del Problema

La velocidad de diseño y el diseño geométrico que propone el Proyecto: “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los Libertadores – Puente costanera – Nodo Versalles”, no sería el caso más óptimo, por lo que los tiempos de viaje y nivel de servicio en el tramo estudiado (0+000 km – 5+175 km) en un futuro no serían los esperados, por lo que, el proyecto contempla rotondas en cada intersección (ver tabla n°1) debidamente semaforizadas, además que en el ovalo Libertadores es usual encontrar embotellamientos y colas de vehículos en las avenidas que conectan a esta, especialmente en horas de mayor demanda de vehículos, teniendo como única vía de descongestionamiento la del aeropuerto y luego la de av. “Vía Evitamiento”.

**Tabla 1**

*Cuadro de intersecciones del proyecto Vía Expresa*

<b>Tramo</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Tipo</b>
<b>Ovalo Los Libertadores</b>	Km 0+250	Intercambio Vial Elevado
<b>Calle Topacios y calle Brasil → Óvalo Brasil</b>	km 0+850	Ovalo semaforizado
<b>Av. República del Perú → Óvalo República del Perú</b>	km 2+200	Ovalo semaforizado
<b>Av. Tomás Tuyro Túpac → Óvalo Av. Tomás Tuyro Túpac</b>	km 2+800	Ovalo semaforizado
<b>Av. Palmeras → Óvalo Av. Palmeras</b>	km 3+250	Ovalo semaforizado
<b>Calle Jr. los Geranios → Óvalo Jr. Los Geranios</b>	km 3+650	Ovalo semaforizado
<b>Calle sin nombre → Óvalo Parque zonal II</b>	km 4+750	Ovalo semaforizado
<b>Calle Tomas catari → Óvalo Tomas Catari</b>	km 5+175	Ovalo semaforizado

*Fuente: Gobierno Regional de Cusco – Proyecto Especial Regional Plan Copesco*



Viendo que el Proyecto ofrece una velocidad de diseño de 50 km/h, con un mejoramiento integral, según el proyecto a nivel de preinversión más no se estaría optimizando el ancho de la vía ni las intersecciones semaforizadas, teniendo como consecuencia futura una pérdida en el tiempo de recorrido en esta vía.

Los tramos estudiados son en base al planteamiento vial y semafórico que está proponiendo el Proyecto para un mejoramiento integral, por lo que se encontró, que se contara con bastantes rotondas semaforizadas, influenciando en el nivel de servicio que brindara en el futuro.

#### 1.1.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio:

El tema de investigación realizada estuvo ubicado en la Vía Expresa desde el Ovalo Libertadores hasta la Intersección Tomas Katari.

El cuadro de coordenadas del Proyecto de Tesis se define por la siguiente tabla:

**Tabla 2**

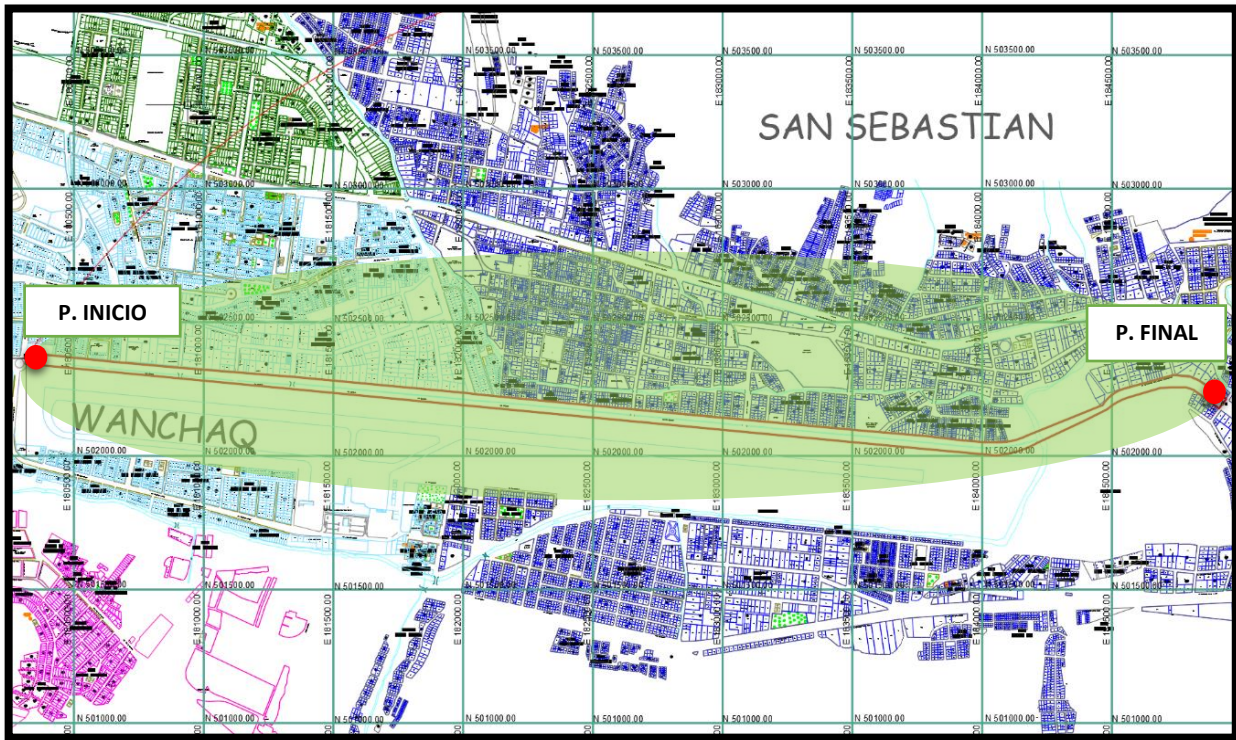
*Ubicación en Coordenadas UTM, del tramo estudiado*

Departamento	CUSCO	Provincia	CUSCO
<b>Distritos abarcados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wánchaq</li> <li>• San Sebastián</li> </ul>	Vía Expresa: Inicio: Ovalo Libertadores Final: Intersección Tomas Katari	
<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Inicio (A)</b>	<b>Final (B)</b>	19 L
	E 180315.31	E 184926.80	0+000 km
	N 8502364.83	N 8502195.54	4+925 km

*Fuente: Elaboración Propia*

Figura 1

Área de influencia del Proyecto – Punto de Inicio y Fin.



Fuente: Elaboración Propia

En el tema de nuestra investigación de la vía expresa involucra las siguientes intersecciones, vías o calles estudiadas:

- Av.28 de Julio
- Av. Velasco Astete
- Ca. Brillantes
- Ca. Los Rubíes
- Ca. Topacios
- Ca. República de Chile
- Ca. República de Argentina
- Ca. Republica de Paraguay
- Ca. Prolongación Diego de Almagro
- Ca. Prolongación Sucre
- Av. Tomasa Tuyro Tupac
- Ca. Junín
- Jr. Pacifico
- Jr. Arica
- Av. Qosqo
- Ca. Onix
- Ca. Zafiro
- Ca. Diamantes
- Av. República de Colombia
- Ca. Republica de Ecuador
- Ca. República de Venezuela
- Ca. Republica de Perú
- Ca. Perú
- Ca. Prolongación Espinar
- Jr. Zarumilla
- Jr. 2 de mayo
- Jr. Tacna
- Av. Las Palmera



- Ca. Los Rosales
- Ca. Los Clavales
- Jr. Magnolias
- Ca. Andrés Alicante
- Jr. Las Gardenias
- Jr. Los Gladiolos
- Jr. Los Geranios
- Prolg. Dinamarca

### 1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:

#### 1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cuál será el nivel de servicio y tiempo de recorrido con la nueva geometría al Proyecto “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: ¿Ovalo los libertadores – Puente costanera – Nodo Versalles” en el tramo (0+250 km - 5+175 km) con una reconfiguración geométrica mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón en la ciudad de cusco 2019?

#### 1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problema Específicos

**Problema específico N°1:** ¿Cómo varía el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) influenciadas por las condiciones de tráfico en las intersecciones a nivel, en el proyecto: " Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" en comparación a una vía a desnivel, propuestas en la nueva geometría, ¿usando un software de simulación VISSIM v5.3; en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019?

**Problema específico N°2:** ¿Cómo mejorara las Características Geométricas que influyen en el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km – 5+175 km) en las intersecciones a nivel del proyecto: " Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón, propuesta en la nueva geometría, usando un software de simulación VISSIM v5.3; en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019?

**Problema específico N°3:** ¿Cuál es la diferencia de los tiempos de demora en el tramo (0+250 km - 5+175 km) que influyen en el nivel de servicio de las intersecciones a nivel en comparación al tiempo de demora de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón, del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" usando un software



de simulación VISSIM v5.3, en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019?

**Problema específico N°4:** ¿Qué relación de congestión V/C en las intersecciones a nivel, del tramo (km 0+250 – km 5+175) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: ¿Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" con respecto a la nueva propuesta de configuración geométrica de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón es la más alta?

## 1.2. Justificación e Importancia de la investigación

### 1.2.1. Justificación técnica:

Aplicando un software de simulación, las aportaciones técnicas de esta investigación serán:

- Determinar el nivel de servicio del tramo (0+250 km - 5+175 km) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los libertadores – Puente costanera – Nodo Versalles" comparando con el nivel servicio por medio de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón.
- Realizar el pre – diseño de la vía a desnivel deprimida propuesta tipo zanjón con las intersecciones a nivel mostrando los radios de velocidad de 80 a 90 KPH ofreciendo una infraestructura vial más eficiente para optimizar los tiempos de recorrido.
- Hallar respuestas mediante el uso de lineamientos para soluciones y diseño de nuevos proyectos.

### 1.2.2. Justificación social

En condiciones actuales del proyecto se tendrá mayores demoras por los óvalos semaforizado planteados en cada intersección dado que es una solución a nivel, mientras que en la solución propuesta de la vía a desnivel deprimida tipo zanjón los viajes serán más directos, de esa manera mejorar los tiempos de recorrido y disminuir el estrés causado por el embotellamiento generado por días festivos y horas puntas, por lo que se realiza la presente investigación, para hallar las respuestas a estos problemas y mejorar las características viales para un mejor servicio.

### 1.2.3. Justificación por viabilidad

La investigación actual es factible porque tenemos los siguientes datos:

- Acceso a la zona de investigación ubicada en los distritos de Wánchaq y San Sebastián.



- Acceso al estudio de pre inversión a nivel de factibilidad del proyecto.
- Se cuenta con financiamiento requerida para realizar la investigación.

#### **1.2.4. Justificación por relevancia**

El objeto de estudio es importante porque esta vía ha sido identificada como un vínculo de alto impacto por ser uno de los accesos principales a la ciudad del cusco, esta vía presenta muchos problemas de circulación por falta de mantenimiento, por esta razón se propone una reconfiguración geométrica con una vía a desnivel deprimida tipo zanjón, para mejorar los tiempos de recorrido el nivel de servicio y de esta forma direccionar lineamientos que promuevan y encaminen a la solución de nuevos proyectos.

### **1.3. Limitaciones de la Investigación**

#### **1.3.1. Limitaciones por Espacio:**

El estudio se realizó en siete intersecciones, ubicadas en el sistema vial de la vía expresa Cusco y sus vías colindantes, en la provincia del Cusco, departamento del Cusco:

- Intersección Ovalo los Libertadores – Vía Expresa
- Calle Topacios y Calle Brasil - Ovalo Brasil
- Av. Republica del Perú – Ovalo Republica del Perú
- Av. Tomas Tuyro Tupac – Ovalo Av. Tomas Tuyro Tupac
- Av. Palmeras – Ovalo Av. Palmeras
- Calle Jr. Los Geranios – Ovalo Jr. Los Geranios
- Calle sin Nombre – Ovalo Parque Zonal II
- Calle tomas Catari – Ovalo Tomas Catari

#### **1.3.2. Limitaciones por Tiempo:**

En la actualidad las dificultades en el transito van en aumento día a día, como la congestión vehicular y embotellamientos en los futuros óvalos semaforizados, ya que el mayor porcentaje de vehículos pesados transitan por esa vía, se tiene que tener en consideración los grandes porcentajes en aumento y variación de la capacidad vial y niveles de servicio en dichas vías

#### **1.3.3. Limitaciones por datos:**

Se tuvo la inexistencia de datos actualizados referentes a volúmenes de tránsito. Hecho que se superó mediante la obtención de datos con el apoyo de métodos topográficos y el





trabajo en campo realizado, como son los aforos manuales en campo, e inventarios de datos semaforicos.

#### **1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base:**

Para el estudio de la Capacidad y Niveles de Servicio en el Perú no se cuenta con una metodología Propia es por eso que se recurrió a la utilización de la metodología expuesta por el manual norteamericano Highway Capacity Manual (HCM 2010).

### **1.4. Objetivos de la Investigación**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Analizar a nivel de servicio y tiempo de recorrido del Proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los libertadores – Puente costanera – Nodo Versailles" en el tramo (0+250 km - 5+175 km) versus una reconfiguración geométrica, con una vía a desnivel deprimida de tipo zanjón en la ciudad de cusco 2019.

#### **1.4.2. Objetivos Especificos**

**Objetivo específico N°1:** Comparar el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) influenciadas por las condiciones de tráfico en las intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versailles" en comparación con una vía a desnivel deprimida de tipo zanjón usando un software de simulación VISSIM v5.3, en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019.

**Objetivo específico N°2:** Mejorar las Características Geométricas que influyen en el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) en las intersecciones a nivel, en el proyecto: " Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versailles" mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón, propuesta en la nueva geometría, usando un software de simulación VISSIM v5.3,, en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019.

**Objetivo específico N°3:** Determinar cuáles serán los tiempos de demora en el tramo (0+250 km- 5+175 km) que influyen en el nivel de servicio de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón en comparación al tiempo de demora de las intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco:



Ovalo Libertadores - Puente Costanera" usando un software de simulación VISSIM v5.3, en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019.

**Objetivo específico N°4:** Determinar qué relación de congestión V/C en las intersecciones a nivel en el tramo (0+250 km - 5+175km) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" con respecto a la nueva propuesta de configuración geométrica de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón es la más alta.

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis General:

El nivel de Servicio del Proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los libertadores – Puente costanera – Nodo Versalles" en el tramo (0+250 km - 5+175 km) será mayor con una reconfiguración geométrica de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón y además el tiempo de recorrido será menor en comparación al propuesto del proyecto, en la ciudad de cusco 2019.

### 1.5.2. Sub Hipótesis:

**Sub Hipótesis 1:** El tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) influenciadas por las condiciones de tráfico se optimizará con la propuesta de la nueva geometría, usando un software de simulación (vissim 5.3), en los distritos de Wánchaq y san Sebastián en la ciudad del cusco 2019.

**Sub Hipótesis 2:** Las características geométricas, mejorara sustancialmente en el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km – 5+175 km) mediante la vía a desnivel deprimida tipo zanjón, en comparación a las intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles", usando un software de simulación VISSIM v5.3. En los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019.

**Sub Hipótesis 3:** Los tiempos de demora en el tramo (0+250 km - 5+175 km) disminuirán en la entrada y en la salida y no existirán en las intermedias con la nueva geometría propuesta, mostrando un mejor nivel de servicio en la vía a desnivel deprimida de tipo zanjón, en comparación a los tiempos de demora de las intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la





Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera – Nodo Versalles" usando un software de simulación VISSIM v5.3, en los distritos de Wánchaq y san Sebastián en la ciudad del cusco 2019.

**Sub Hipótesis 4:** La relación de congestión V/C en las intersecciones a nivel en el tramo (0+250 km - 5+175 km) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera – Nodo Versalles" es mucho mayor con respecto a la nueva propuesta de configuración geométrica de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón.

## 1.6. Definición de variables

### 1.6.1. Variable Independiente:

- Geometría de la vía

#### 1.6.1.1. Dimensión de Variable Independiente:

- Intersección Semaforizada

#### 1.6.1.2. Indicadores de Variable Independiente:

- Señalización
- Semaforización
- Demanda Vehicular

### 1.6.2. Variables Dependientes:

- Tiempo de Recorrido.
- Nivel de Servicio.

#### 1.6.2.1. Dimensión de las Variables Dependientes

- Condiciones de Trafico:
- Condiciones Geométricas:
- Condiciones Semafóricas:
- Tiempos de demora:
- Conflicto peatonal



### 1.6.2.2. Indicadores de las variables dependientes:

- Variación de los niveles de servicio.
- Velocidad de Diseño.

### 1.7. Cuadro de Operacionalización de Variables

Se observa en detalle en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	NIVEL O SUBVARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
<b>X<sub>1</sub>: GEOMETRIA</b>	Técnica que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en un terreno.	Intersección a Nivel	Señalización	Fichas de campo
			Semaforización	
			Demanda vehicular	
		Vía a Desnivel	Señalización	Fichas de campo
Semaforización				
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
<b>Y<sub>1</sub>: TIEMPO DE RECORRIDO</b>	Es la velocidad que alcanza un vehículo en un tramo de vía.	Condiciones de tráfico	Velocidad de diseño	Software de análisis de simulación
		Características geométricas		
		Condiciones semafóricas		
<b>Y<sub>2</sub>: NIVEL DE SERVICIO</b>	Medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.	Tiempos de demora	Niveles: A, B, C, D, E, F	Software de análisis de demoras y nds
		Relación de congestión v/c		

Fuente: *Elaboración Propia*



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual:

#### 2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional:

##### **Tesis 1: Evaluación de obras viales urbanas Aplicación al caso de la vía rápida " Vía expresa av. Javier prado"**

- AUTOR: Ing. Alberto Julio Ramírez Erazo
- AÑO : Lima, 2003
- UNIVERSIDAD: Universidad Nacional de Ingeniería
- RESUMEN: La Ciudad de Lima es una Metrópoli con aproximadamente 8 millones de habitantes y con un parque vehicular cercano a las 800,000 unidades. Es decir, existe un promedio de 1 vehículo por cada 10 habitantes de la capital. Lima Metropolitana presenta una amplia Red Vial Urbana, gran parte pavimentada, pero en malas condiciones, con una configuración del tipo radial y con una malla vial cuadrículada en el centro o Casco Histórico de la Ciudad. Obviamente, el mal estado que presenta nuestro sistema vial se debe a que determinadas autoridades y funcionarios competentes carecen de los conocimientos necesarios como para comprender la importancia fundamental que tiene implementar una política de conservación, rehabilitación y mantenimiento de nuestro patrimonio vial metropolitano.

De otro lado, existe una serie de Instituciones que de una forma u otra intervienen en la Administración y Regulación del Sistema de Transporte Metropolitano en tanto que la fiscalización y control del buen uso de las vías se encuentra bajo competencia de la Policía Nacional de Tránsito. Esta diversidad de intervenciones, sumado al desordenado y caótico servicio de transporte público ha traído como consecuencia que el Sistema de transporte de la Ciudad capital se encuentre a punto de colapsar.



**Tesis 2: Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular.**

- AUTOR: Cereceda Bautista, Cristhian Josué
- AÑO: Lima, 2018
- UNIVERSIDAD: Universidad Andina del Cusco
- RESUMEN: Lima Metropolitana representa cerca del 41.2% de la población urbana a nivel nacional donde uno de cada cuatro limeños vive en Lima Norte o el cono norte (Carabayllo, Ancón, Puente Piedra, San Martín de Porres, Santa Rosa, Comas, Independencia y Los Olivos).<sup>1</sup> Además, Lima Metropolitana (incluyendo Callao) es la región que tiene más vehículos circulando por sus vías (1'752.919 vehículos), lo que representa el 66% de vehículos que existen en el parque automotor en todo el Perú, es decir más de la mitad de carros que hay en el país circulan por las vías y carreteras de nuestra capital; siendo los automóviles (807.529 unidades) los que más están circulando, seguidos de las station wagon (284.251 unidades) y camionetas rurales (236.502 unidades).<sup>2</sup> La falta de planificación, acompañada del tráfico generado por la sobrepoblación y la mala logística, diseño e infraestructura de las vías urbanas, ocasiona que el tránsito vehicular y transporte de carga se vea afectado, originando el colapso de las intersecciones y retrasos en los recorridos de los usuarios. En el presente trabajo se analizará dos intersecciones congestionadas en la Av. Universitaria, una de las principales vías de transporte en Lima Norte. Las intersecciones son el cruce de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y la Av. Naranjal. Se propone variaciones de canalización en la intersección y modificaciones del ciclo semafórico para reducir la congestión vehicular y se utilizara la metodología del HCM 2010.

**2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional:**

**Tesis 1: Diseño geométrico de un paso a desnivel en la intersección de la Carrera decima con Avenida Primero de Mayo.**

- AUTOR: Laura Vanessa Molano Toro
- AÑO : Bogotá - Colombia, 2017
- UNIVERSIDAD: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



- RESUMEN: La intervención de la infraestructura en la sociedad es fundamental desde un contexto local hasta uno mundial. Es indispensable que por medio de una buena infraestructura como en este caso una infraestructura vial, se pueda lograr una mejor calidad de vida. En donde se logren uno a uno los servicios básicos de un “buen vivir”. De una buena malla vial depende de la calidad de vida de los transeúntes de las distintas vías arteriales de la ciudad, ya que una vía en mal estado no solo afecta posiblemente la salud, sino la seguridad del peatón.

## 2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes:

### 2.2.1. ANTECEDENTES DE LA VÍA EXPRESA

La Vía Expresa es una vía principal que recorre los distritos de San Sebastián, Wánchaq y San Jerónimo, además toda la vía expresa limita con importantes sectores de la ciudad del Cusco, la vía expresa limita con el actual aeropuerto Alejandro Velazco Astete, limita con el Sector Parque Industrial y el Ovalo Libertadores.

El limite que tiene con el actual aeropuerto es de forma perimetral, lo que lleva a que las intersecciones del proyecto de la vía expresa, sean del tipo “T” , por lo que se sabe que el aeropuerto Velazco Astete será reemplazado por el Aeropuerto de Chinchero en construcción, lo cual dejara un área considerable para posible futuros proyectos que contemplara la ciudad del Cusco, en donde se ha ido viendo posibles alternativas, según (Castillo, 2021), en la Página Web el Urbanista.lat, donde las mayoría de propuesta contempla áreas verdes, para esta área el cual, la probabilidad a que se urbanice quedaría en manos de las autoridades correspondientes.

1. Parque Metropolitano del Cusco, Municipalidad del Cusco, 2013
2. Proyecto Ecológico Cusco, Gabriel Reinoso, 2014
3. Un progetto territoriale per l'ex aeroporto di Cusco, Lucía Gallo et al., 2014
4. Re-origen: jardín etnobotánico metropolitano del Cusco, Ana Cecilia Díaz, 2015
5. Los espacios de oportunidad del Cusco, por Fredy Vizcarra, 2017
6. El parque metropolitano del Cusco, por Marcia Milussich, 2021

### 2.2.2. INFRAESTRUCTURA VIAL

- Infraestructural Vial es todo conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro. (MTC, Manual de



Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018). Constituye la vía y todos sus soportes que conforman la estructura de las carreteras y caminos.

La infraestructura vial es el medio a través del cual se le otorga conectividad terrestre al país para el transporte de personas y de carga, permitiendo realizar actividades productivas, de servicios, de distracción y turístico. (Vallverdu, 2010)

La infraestructura vial es siempre esencial en cualquier sistema de transportes urbano inclusive en los casos en que existan o se planeen sistemas de ferrocarril. El sistema vial enfrenta muchos problemas y desafíos, con diferentes niveles de seriedad y frecuencia, algunos son inmediatos, otros de mediano o largo plazo. (Mesalles, 2004).

### 2.2.3. DEFINICIÓN DE VÍA

La vía es el espacio donde se produce el tráfico. Camino se refiere a cualquier calle, autopista o camino abierto al público, así como caminos privados utilizados por un grupo incierto de usuarios. (MTC, 2014).

Limite SUR	: Aeropuerto Alejandro Velazco Astete
Limite NORTE	: Viviendas, zona Urbana.
Limite OESTE	: Ovalo Libertadores (Av. 28 de Julio)
Limite ESTE	: Continuación de la Vía Expresa.

### 2.2.4. PARTES PRINCIPALES DE LA VÍA

#### 2.2.4.1. Plataforma.

Esta es un área de la carretera dedicada al uso de vehículos. Fue inventado por Calzada y bermas. Las vías pueden contener una o más plataformas. (ETRASA, 2009)

#### 2.2.4.2. Calzada.

Forma parte del tráfico vehicular. Incluye una serie de caminos. El camino puede tener uno o más caminos (ETRASA, 2009)

Calzada Estrecha. Es la calzada que tiene 6.5 metros o menos de ancho.

#### 2.2.4.3. Carril.

Esta es cada franja vertical que puede dividir la línea. Su ancho debe ser suficiente para atravesar una fila de automóviles, no motocicletas.

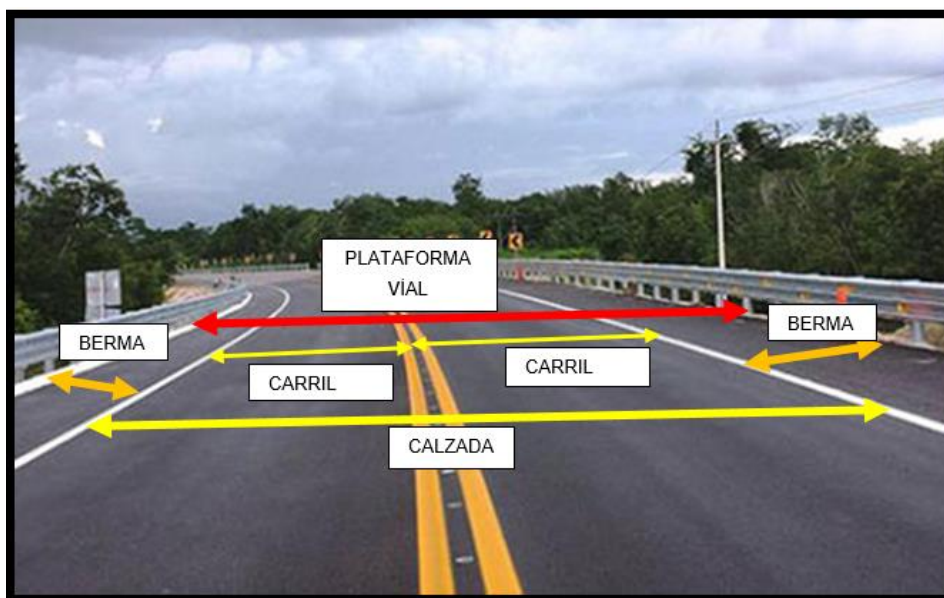
Las rutas pueden estar separadas o no por señales longitudinales. Cada calle tiene al menos un carril, pero dependiendo del ancho, puede haber varios carriles. (ETRASA, 2009)

#### 2.2.4.4. Berma.

Es la franja a lo largo de la calzada, que esta afirmada. No es necesario que la berma este pavimentado, y hay vías en la que ni siquiera existe. Salvo en circunstancias excepcionales la berma no está destinado al uso automovilístico. (ETRASA, 2009)

**Figura 2**

*Partes Principales de una Vía*



*Fuente: Propia*

#### 2.2.5. COMPONENTES DE LA VÍA

Los componentes de la vía, pueden considerarse 22 elementos, como se observa en la Imagen, Considerándose los más relevantes para el tema de investigación.

### Gráfico N° 1

Componentes de la Vía – según el R.N. Gestión en Infraestructura Vial (2006).



Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, MTC, 2006

### Figura 3

Componentes de un Tipo de Vía Urbana - Perfil transversal de Av. Perú



Fuente: Blog Movilidad Recoleta

## 2.2.6. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA

### 2.2.6.1. CLASIFICACION DE LA RED VIAL

#### a. Clasificación de las Vías Según su Función:



**Tabla 4**

*Clasificación de vías según su función*

GENERICA	DENOMINACION EN EL PERU
<b>1. RED VIAL PRIMARIA</b>	<b>SISTEMA NACIONAL.</b> Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.
<b>2. RED VIAL SECUNDARIA</b>	<b>SISTEMA DEPARTAMENTAL.</b> Constituye la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política y de la nación, o zona de influencias económica, constituye las carreteras troncales departamentales
<b>3. RED VIAL TERCIARIA O LOCAL</b>	<b>SISTEMA VECINAL.</b> Compuesta por: - Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones - Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblacionales

*Fuente: Universidad Católica Sedes Sapientia. 2016*

**b. Clasificación de acuerdo a la demanda:**

**Tabla 5**

*Clasificación de vías según su demanda*

Clasificación de Carreteras según la Demanda	
Clase	Característica
<b>Autopista (AP)</b>	IMDA > 4000 veh/día, calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (ingresos y salidas). Flujo vehicular completamente continuo.
<b>Carreteras Duales o Multicarriles (MC)</b>	IMDA > 4000 veh/día, calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control parcial de accesos.
<b>Carretera de 1ra Clase</b>	IMDA entre 4000 - 2001 veh/día de una calzada de dos carriles.
<b>Carretera de 2da Clase</b>	Calzada de dos carriles, que soportan entre 2000 - 400 veh/día.
<b>Carretera de 3ra Clase</b>	De una calzada que soportan menos de 400 veh/día.



**Trochas Carrozable**

Categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores. Construido con un mínimo de movimiento de tierras, que permite el paso de un solo vehículo.

*Fuente: Universidad Católica Sedes Sapientia. 2016*

**a) Autopistas de Primera Clase:**

Es una carretera con más de 6.000 IMDA (Índice Anual Promedio) por día, y la carretera está dividida por una franja mediana de al menos 6,00 m. Cada camino requiere dos o más carriles con un ancho de 3.60 m o más y está equipado con un sistema de control de acceso completo para asegurar el movimiento continuo de vehículos sin intersecciones, caminos, cruces ferroviarios o puentes peatonales. La superficie de estos caminos debe estar pavimentada con asfalto.

**b) Autopistas de Segunda Clase:**

Estas son carreteras con IMDA de 6000 - 4001 vehículos / día, y las carreteras divididas por una partición central pueden variar de 6,00 m a 1,00 m. En este caso, se instala un sistema de restricción de vehículos. Cada vía tiene dos o más carriles con un ancho de 3.60 m o más y requiere control de acceso parcial (entrada y salida) para tráfico continuo. En áreas urbanas, puede haber cruces de ferrocarril e intersecciones para vehículos y puentes peatonales. La superficie de estos caminos debe estar pavimentada con asfalto. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**c) Carreteras de Primera Clase:**

Se trata de carreteras de dos carriles con un IMDA de 4000-2001 vehículos por día y un ancho de 3,60 m o más. Puede haber una vía férrea o una intersección con una vía férrea, pero se debe instalar un puente peatonal en las áreas urbanas. Si esto no es posible, utilice un dispositivo de seguridad vial para aumentar la velocidad de conducción y mejorar la seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe estar asfaltada. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**d) Carreteras de Segunda Clase:**

Se trata de carreteras con un IMDA de 2000 - 400 vehículos / día y un ancho mínimo de 3,30 m. Puede haber pasos a nivel e intersecciones, y se recomiendan puentes para peatones en áreas urbanas. También es más seguro si no existe un dispositivo de seguridad vial que permita la velocidad de conducción. La superficie de estas carreteras



debe estar pavimentada con asfalto. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**e) Carreteras de Tercera Clase:**

Son carreteras con un IMDA de menos de 400 vehículos / día, y una calzada de dos carriles con un ancho de al menos 3,00 m. En circunstancias especiales, estas carreteras pueden tener carriles de hasta 2,50 m, y se proporciona el soporte técnico correspondiente. Estas carreteras pueden adoptar las llamadas soluciones básicas o económicas, incluida la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y / o micro pavimentos; o, ciertamente, sobre superficies de rodadura. Al pavimentar, debe cumplir con las condiciones geométricas especificadas por la carretera secundaria. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**f) Trochas Carrozables:**

Se trata de carreteras transitables y no suelen alcanzar las características geométricas de las carreteras con menos de 200 IMDA por día. El ancho mínimo de la calzada debe ser de 4,00 m. En este caso, al menos cada 500 m, La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. La superficie de carrera se puede confirmar o no (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**c. Clasificación según su Orografía:**

**a) Terreno Plano (Tipo I):**

El trazo no es un gran problema ya que la pendiente a través de la calzada es menor al 10%, la pendiente longitudinal es generalmente menor al 3% (3%) y requiere un movimiento mínimo del suelo. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**b) Terreno Ondulado (Tipo II):**

Es necesario mover el terreno de manera moderada porque la pendiente horizontal de la carretera es del 11% al 50% y la pendiente vertical del 3% al 6%. Esto permite alinear y entrelazar líneas rectas con curvas. Con un radio grande, no ocurren problemas importantes. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

**c) Terreno Accidentado (Tipo III):**

Se requiere un movimiento de tierra significativo, ya que la inclinación horizontal con respecto al eje de la línea es del 51% al 100% y la inclinación predominantemente



vertical es del 6% al 8%. Entonces, ¿por qué es tan difícil de desarrollar? (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)

**d) Terreno Escarpado (Tipo IV):**

El posicionamiento es muy difícil porque el eje de la carretera tiene una pendiente horizontal de más del 100% y una pendiente vertical especial de más del 8% requiere un movimiento máximo de la Tierra. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)

***Número de carriles:***

El número de carriles por vía se establece en base a una combinación de pronósticos y tráfico, de acuerdo con el proyecto IMDA y el nivel de servicio requerido.

Los carriles de adelantamiento no se cuentan en el número de carriles. Los anchos de carril utilizados son 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m. Se considerarán los siguientes factores: En autopistas: el número mínimo de carriles por carril es de dos. En carreteras de calzada única tendrá dos carriles.

Los carriles de adelantamiento no están incluidos en el número de carriles. Los caminos utilizados son de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m. Se tienen en cuenta los siguientes factores: Para autopistas: el número mínimo de carriles por carril es 2. En carreteras de calzada única tendrá dos carriles.

**2.2.6.2. TIPO DE VÍA**

Los tipos de Vía que existen según la (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010) , es la siguiente, en donde así mismo se clasifica en calle urbanas.

- Vías Expresas
- Vías Arteriales
- Vías Colectoras
- Vías Locales



Tabla 6

Parámetros de Diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas.

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
<b>Velocidad de Diseño</b>	Entre 80 y 100 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
<b>Características del flujo</b>	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es ininterrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
<b>Control de Accesos y Relación con otras vías</b>	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
<b>Número de Carriles</b>	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
<b>Servicio a propiedades adyacentes</b>	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	
<b>Servicio de Transporte Público</b>	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo. El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	No permitido
<b>Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías.</b>	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.		El estacionamiento está permitido y se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Fuente: Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas - 2005 - VCHI



### c. CLASIFICACIÓN DE LAS CALLES URBANAS

Según la (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010) ,se tiene la siguiente clasificación de vías Urbanas.

- **Residencial Ligera**, estas calles no son largas y se encuentran en áreas residenciales. Ellas pueden ser calles sin retorno o con retorno. Sirven para tráficos de aproximadamente 20 ó 30 lotes o casas. Los volúmenes de tráfico son bajos, menores de 200 vehículos por día (vpd), con tráfico diario promedio de camiones (ADTT por sus siglas en inglés) de 2 a 4 (en dos direcciones, excluyendo camiones de los ejes y cuatro llantas). Las cargas máximas para estas calles son ejes simples de 80 kN y ejes tándem de 160 kN. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Locales. (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010)
- **Residenciales** Estas calles soportan tráficos similares a las residenciales ligeras, mas algún camión pesado ocasional. Estas calles soportan tráficos que sirven hasta 300 casas, así como para recolectar todo el tráfico residencial ligero dentro del área y distribuirlo en el sistema principal de calles. Los volúmenes de tráfico van de 200 a 1000 vpd, con aproximadamente 10 a 50 ADTT. Las cargas máximas para estas calles son de 98 kN para ejes simples y 160kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Locales. (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010)
- **Colectoras** estas calles recolectan el tráfico de diferentes Vías Locales y pueden tener varios kilómetros de largo. Pueden servir como rutas a de buses y para el movimiento de camiones. Los volúmenes de tráfico varían de 1000 a 8000 vpd, con aproximadamente 50 a 500 ADTT. Las cargas máximas para estas calles son 116 kN para ejes simples y 196 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Colectoras. (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010)
- **Comerciales** Las calles comerciales proporcionan acceso a tiendas y al mismo tiempo sirven al tráfico en la zona comercial. Las calles comerciales están frecuentemente congestionadas y las velocidades son bajas debido a los elevados volúmenes de tráfico, pero con un bajo porcentaje de ADTT. Los volúmenes de tráfico varían de 11000 a 17000 vpd, con aproximadamente 400 a 700 ADTT, con cargas máximas similares a las de las calles colectoras. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Expresas. (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010).



- **Industriales** las calles industriales proporcionan acceso a áreas o parques industriales. Los volúmenes totales de vpd pueden ser bajos, pero el porcentaje de ADTT es alto. Los valores típicos de vpd esta alrededor de 2000 a 4000, con un promedio de 300 a 800 ADTT. Los volúmenes de camiones no son muy diferentes que los de la clase comercial, sin embargo, las máximas cargas por eje son más pesadas, de 133 kN para ejes simples y 231 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Colectores. (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010).
- **Arteriales** Las arteriales llevar tráfico hacia y desde vías expresas y sirven para los movimientos principales dentro y a través de área metropolitanas no atendidas por las vías expresas. Las rutas de buses y camiones son usualmente por arterias. Para propósitos de diseño, se dividen en arteriales mayores y menores, dependiendo de tipo capacidad del ADTT. Las arterias menores soportan alrededor de 4000 a 15000 vpd, con 300 a 600 ADTT. Las arterias mayores soportan alrededor de 4000 a 30000 vpd, con 700 a 1500 ADTT y usualmente están sometidas a cargas de camiones mas pesados. Las cargas máximas para arteriales menores son de 116 kN para ejes simples y 196 kN para ejes tándem. Las arteriales mayores soportan cargas máximas de 133 kN para ejes simples y 231 kN para ejes tándem. Para los fines de esta Norma se considera dentro de esta clasificación a las Vías Arteriales. (NTE C.10 Pavimentos Urbanos, 2010).

### 2.2.6.3. Diseño geométrico de la sección transversal

El diseño geométrico de las secciones proporciona una representación de los elementos lineales en el plano de las secciones verticales perpendiculares al horizonte, permitiendo la posición y tamaño de los elementos en cada sección y en cada punto del terreno natural. La sección transversal de una línea de un punto a otro es una combinación de los distintos elementos que componen la línea, con diferentes tamaños, formas y proporciones de la función que desempeña y sus características.

El elemento más importante de la sección transversal es el área utilizada para la superficie de rodadura o camino de entrada, cuyas dimensiones son el servicio esperado del proyecto sin comprometer la importancia del peso del proyecto de otros elementos de la sección transversal como los salientes. es necesario tener en cuenta el nivel. Aceras, terraplenes y otros elementos. Conforman una única sección transversal que corresponde a intersecciones de vehículos planas o irregulares, puertas de



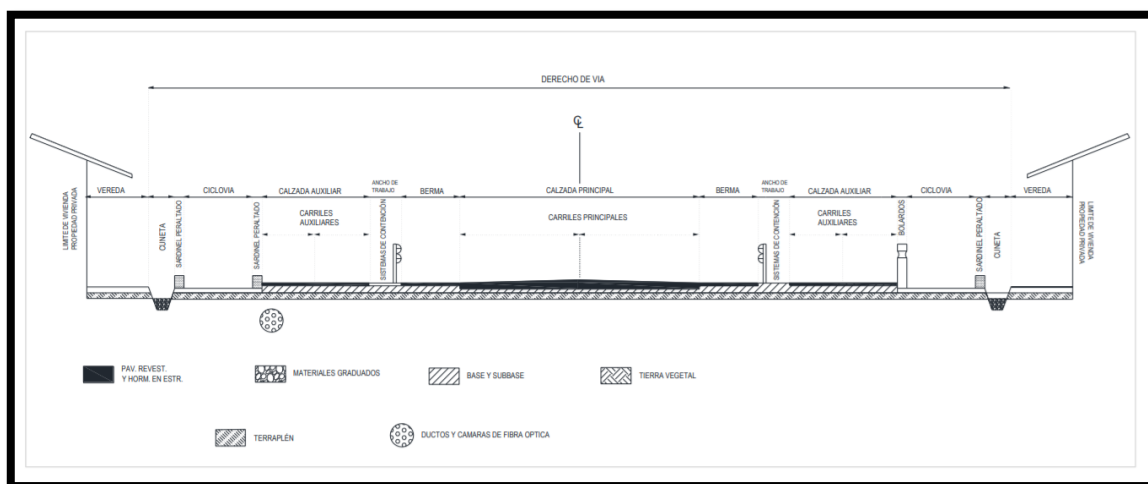
vehículos, puertas de peatones, túneles, casetas de peaje, estaciones de pesaje y extensiones de muelles.

El elemento más importante de la sección transversal es el área utilizada para la superficie de rodadura o camino de entrada, y su tamaño es el servicio esperado del proyecto, y no afecta la importancia del peso del proyecto para otros elementos de la sección transversal ( como proyección). Es necesario considerar el nivel. Aceras, terraplenes y otros elementos. Forman una sola sección transversal, correspondiente a intersecciones de vehículos planas o irregulares, puertas de vehículos, puertas de peatones, túneles, estaciones de peaje, estaciones de pesaje y extensiones de terminales.

Los elementos que componen la sección transversal de la vía son carril derecho, calzada o tobogán, terraplén, cuneta, vía y otros elementos (fibras ópticas, vallas de seguridad como barandillas, conductos, cámaras). Según el proyecto. Si hay mucho tráfico de bicicletas, debería considerar incluir carriles para bicicletas (carriles para bicicletas) que estén separados del tráfico y de los peatones. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)

#### Figura 4

*Sección Transversal Típica para una carretera con una calzada de dos carriles, en zonas urbanas*



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018*





Parte de una carretera para vehículos que consta de uno o más carriles sin plataforma. La carretera está dividida en carriles y las filas de vehículos que viajan en la misma dirección se mueven.

Una sección de una carretera para el tráfico de vehículos de motor que consta de uno o más carriles, excluida la mediana. La carretera está dividida en carriles, lo que permite que una gran cantidad de tráfico fluya en la misma dirección.

El ancho de la tangente depende del nivel de servicio requerido al final de la fase de diseño. Por lo tanto, el ancho y el número de carriles se determinan analizando la capacidad y el nivel de servicio. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)

**Tabla 7**

*Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			5.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018

**Bermas:**

Las franjas verticales paralelas y adyacentes a la calzada o la superficie de la calzada están diseñadas para evitar el desgaste en el flujo del vehículo y proporcionar un área segura para estacionar el vehículo en caso de emergencia. Independientemente del acabado superficial del revestimiento, generalmente es necesario mantener la misma elevación y pendiente (bombeo o pendiente) que el pavimento o carretera, y según la evaluación económica y técnica del proyecto, se hace del mismo material. ... De la superficie de la carretera. Cada carretera tiene voladizos internos y externos, y el ancho del voladizo inicial es estrecho.



En la carretera, la superficie de la carretera debe tener el mismo ancho. Además, la berma mejora las condiciones del tráfico y su seguridad. Por lo tanto, el pavimento cumple otras funciones en proporción a su ancho, como la protección de la vía y las capas debajo de ella, cortes ocasionales de energía y zonas de seguridad para operaciones de emergencia. La función de zona segura se refiere al caso en que el vehículo abandona la carretera, en cuyo caso la zona forma un límite seguro para realizar operaciones de emergencia para evitar un accidente. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)

**Tabla 8**

*Anchos de berma*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

**Notas:**  
a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)  
b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018

#### 2.2.6.4. Velocidad de diseño.

Esta es la velocidad elegida para el proyecto, sabiendo que será la velocidad máxima que se puede mantener de forma segura y cómoda en la carretera particular donde se dan las condiciones del proyecto. Al asignar la velocidad de diseño, la seguridad del tráfico de usuarios debe ser la máxima prioridad. Por esta razón, la velocidad del proyecto a lo largo de la ruta no debe cambiar repentinamente y / o con frecuencia para que el conductor pueda completar la ruta con seguridad.

Para garantizar la coherencia de la velocidad, los diseñadores deben definir secciones uniformes a lo largo de las rutas a las que se les pueda asignar la misma velocidad



según las condiciones del terreno. Esta velocidad, denominada velocidad de diseño de la sección homogénea, se utiliza como base para determinar las características de los elementos geométricos contenidos en la sección. Para definir tramos similares y establecer su velocidad de diseño, se deben cumplir los siguientes criterios:

Para garantizar la consistencia de la velocidad, el diseñador debe definir un segmento uniforme a lo largo de la ruta donde se puedan asignar velocidades similares en función de las condiciones del sitio. Esta velocidad, denominada velocidad de cálculo de secciones homogéneas, se utiliza como base para determinar las características de los elementos geométricos presentes en la sección. Para definir vanos similares y establecer su velocidad de diseño, se deben cumplir los siguientes criterios:

- 1) La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3.0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4.0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 y 120 km/h).
- 2) La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h). No obstante, lo anterior, si debido a un marcado cambio en el tipo de terreno en un corto sector de la ruta, es necesario establecer un tramo con longitud menor a la especificada, la diferencia de su Velocidad de Diseño con la de los tramos adyacentes no deberá ser mayor de diez kilómetros por hora (10 km/h).



**Tabla 9**

*Rangos de Velocidad de Diseño en Función a la Carretera por Demanda y Orografía*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)														
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130				
<b>Autopista de primera clase</b>	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
<b>Autopista de segunda clase</b>	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
<b>Carretera de primera clase</b>	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
<b>Carretera de segunda clase</b>	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
<b>Carretera de tercera clase</b>	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															

*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018*

### 2.2.7. NIVEL DE SERVICIO

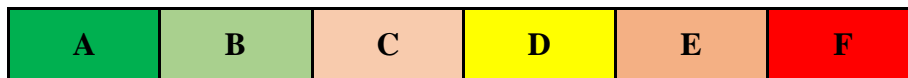
Ésta es una medida de la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que describe las condiciones del tráfico y la percepción de velocidad, tiempo de viaje, libertad de control, confusión, fragmentación y comodidad por parte de conductores y pasajeros. En este caso, a diferencia de la capacidad, es una medida de la combinación de oferta y demanda. Esta metodología establece seis niveles de servicio denominados A, B, C, D, E y F. La clase A se adapta al tráfico más flexible y a las mejores condiciones. El nivel F corresponde a un ciclo muy coercitivo. Lo más destacado de este nivel F es la congestión absoluta.

En la siguiente Tabla N°8 se ilustra los niveles utilizando el concepto de "semáforo". Aquí, el nivel A (el nivel más alto) se muestra en verde y el nivel F (el nivel más bajo). Está representado en rojo.



**Tabla 10**  
*Nivel de servicio*

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA POR CONTRON (SEGUNDOS/VEHICULO)
A	$\leq 10$
B	$> 10 - 20$
C	$> 20 - 35$
D	$> 35 - 55$
E	$> 55 - 80$
F	$> 80$



*Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018*

#### **2.2.7.1. Nivel de Servicio A:**

Representa el movimiento libre. Los usuarios se consideran individuos que prácticamente no se ven afectados por la presencia de otros usuarios en el tráfico. Tienen la máxima libertad para elegir la velocidad deseada y controlar el tráfico. El nivel general de comodidad y conveniencia que brinda el transporte es excelente.

#### **2.2.7.2. Nivel de Servicio B**

Se empezaron a observar otros vehículos en tránsito, pero aún en la zona de libre tránsito. La libertad para elegir la velocidad deseada no se ve relativamente afectada, pero la libertad de maniobra se reduce un poco. El nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento de un individuo.

#### **2.2.7.3. Nivel de Servicio C**

Está dentro de un cierto flujo, pero marca el comienzo de un área donde las actividades de los usuarios individuales están muy influenciadas por su interacción con otros usuarios. Las elecciones de velocidad están influenciadas por la presencia de otros y comienzan a limitar la libertad de movimiento. El nivel de comodidad y practicidad se reduce significativamente.



#### 2.2.7.4. Nivel de Servicio D

Tiene una circulación estable a pesar de una alta densidad. La velocidad y la libertad de uso están muy limitadas y los usuarios tienen un bajo nivel de comodidad y conveniencia. Los aumentos leves en el tráfico a menudo causan problemas de rendimiento, incluso si la cola es pequeña.

#### 2.2.7.5. Nivel de Servicio E

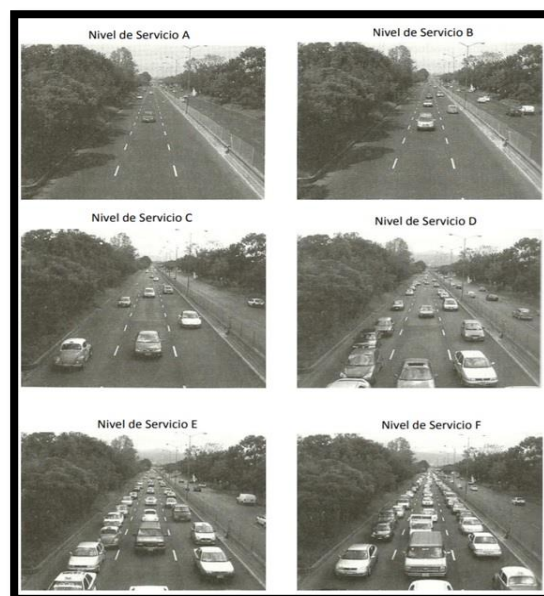
Funciona en o cerca de los límites de capacidad. Cada velocidad cae a un valor bajo y bastante uniforme. La libertad de movimiento es muy difícil y se consigue obligando al vehículo a "ceder". El nivel de comodidad y practicidad es muy bajo y la frustración del conductor es muy alta. El sistema circulatorio normal es inestable y un ligero aumento del flujo o una ligera alteración de la circulación provoca un colapso.

#### 2.2.7.6. Nivel de Servicio F

Es la representación a una condición de flujo forzado. Esto se da cuando la cantidad de tráfico que se acerca a un punto excede la cantidad que puede pasar por ese punto. Las ideas que se forman en estos lugares y actividades se caracterizan por la presencia de olas de arranque y parada muy inestables propias de un "cuello de botella".

### Figura 5

*Nivel de servicio*



*Fuente: Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000, aplicando MathCad*



### 2.2.7.7. CRITERIOS PARA ANALIZAR EL NIVEL DE SERVICIO

Los factores externos que afectan los niveles de servicio, como los factores físicos, se pueden medir libremente. Por otro lado, los factores internos están sujetos a cambios y deben medirse durante los períodos de tráfico pico, como los factores de tiempo de demanda máxima. Durante este período, el tráfico máximo de vehículos por hora no se distribuyó de manera uniforme. Para tener en cuenta esto, es útil determinar el rendimiento para el período de tiempo máximo durante la demanda máxima. Generalmente cada 15 minutos.

**Tabla 11**

*Análisis de nivel de servicio*

<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>% DE TIEMPO SIN SOBREPASO</b>	<b>VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE</b>
<b>A</b>	<b>&lt;= 35</b>	<b>&gt;88</b>
<b>B</b>	<b>&gt;35 - 50</b>	<b>&gt;80 - 88</b>
<b>C</b>	<b>&gt; 50 - 65</b>	<b>&gt;72 - 80</b>
<b>D</b>	<b>&gt;35 - 80</b>	<b>&gt;64 - 72</b>
<b>E</b>	<b>&gt;80</b>	<b>&gt;=64</b>

*Fuente: TRB, Highway Capacity Manual. HCM 2000.*

En general, no se ha realizado una encuesta de capacidad para determinar el número máximo de vehículos que pueden caber en una carretera en particular. Lo que se hace es tratar de determinar el nivel de servicio al que está operando un componente en particular, o la velocidad de línea que es aceptable en ese nivel de servicio en particular. En algunos casos, se realiza un análisis para predecir la cantidad de rendimiento y cuándo alcanzar la capacidad de esa parte de la red de carreteras.



Según la diferencia de Nivel de Servicio, existirá la cantidad de vehículos por unidad de tiempo que puede aceptar la carretera o calle, lo que se denomina Flujo de servicio. Este tráfico aumenta a medida que disminuye la calidad del nivel de servicio hasta llegar al nivel E, o la capacidad del tramo de carretera o calle. Más allá de este nivel, se registrarán más desventajas, por ejemplo, en el nivel F, pero el tráfico del servicio no aumentará, sino que disminuirá.

Tradicionalmente, la velocidad se ha considerado el principal indicador para identificar los niveles de servicio. Sin embargo, además de la velocidad, los métodos modernos también introducen otros indicadores, como la densidad en el caso de bucles continuos y el retraso en el caso de bucles discontinuos.

HCM 2000 informa que las carreteras tienen una capacidad de hasta 2,400 vehículos ligeros / hora / carril en condiciones básicas o ideales. A su vez, el manual de carreteras de varios carriles rurales y suburbanos determinó el valor de 2.200 vehículos ligeros / hora / carril como la capacidad o base ideal para dichas carreteras.

El análisis que se realiza habitualmente se utiliza para determinar la influencia de factores externos e internos sobre la capacidad básica o ideal de una determinada vía o calle, y el flujo de servicio correspondiente a un determinado nivel de servicio. Los estudios de capacidad ayudan a aislar y medir estos factores. En general, se han categorizado factores y se han identificado ciertas relaciones que permiten valorarlos.

Si estos factores no existen, entonces se han establecido los factores comunes numéricos, los cuales pueden ser determinados por la experiencia la mayor parte del tiempo y pueden usarse para deducir matemáticamente la capacidad que se poseerá.

Los procedimientos para la determinación y el análisis de estos factores se incluyeron en versiones anteriores de HCM. Vale la pena enfatizar que el Manual de Capacidad de Carreteras 2000 editado por el American Transportation Research Board es el trabajo más extenso realizado hasta la fecha sobre la capacidad de cualquier componente del sistema de caminos urbanos y rurales, aunque muchos factores pueden corresponder a condiciones específicas de los caminos en el país. Estados Unidos Se ha utilizado en otros países / regiones y ha obtenido resultados muy positivos, y donde el programa lo permite, combinado con información de investigación local, el manual de país ha sido ajustado y calibrado de acuerdo a las condiciones de cada país / región.





La capacidad de la infraestructura vial depende de sus variables físicas y de las condiciones del tráfico. Por esta razón, el análisis de capacidad se realiza separando diferentes partes de la red de carreteras, como tramos rectos, curvas, rampas, accesos de intercambio, tramos transversales, tramos, etc. Por lo tanto, el problema es encontrar condiciones uniformes en cada una de estas partes para que los segmentos con diferentes condiciones dominantes tengan diferentes capacidades. Los siguientes criterios se han establecido con el propósito de una interpretación metodológica unificada y ordenada.

- El nivel de servicio se aplica a carreteras o autopistas. Esta pieza puede tener diferentes condiciones de funcionamiento en algunos lugares debido a las diferencias en el tráfico y la producción de vehículos. Las fluctuaciones de potencia se deben a fluctuaciones de ancho, pendiente, límites laterales, intersecciones, etc. Los cambios de flujo son causados por la cantidad de vehículos que entran y salen del área en diferentes momentos del día en puntos específicos a lo largo del sitio. Por lo tanto, el nivel de servicio en esta sección debe tener en cuenta el impacto general de estos límites.
- Por razones prácticas, se han establecido valores de densidad, velocidad promedio, latencia y relación rendimiento / potencia: se identifican las autopistas, autopistas de varios carriles, autopistas de dos carriles, semáforos urbanos, intersecciones con semáforos, intersecciones de servicio. Sin señal de prioridad.
- Los criterios utilizados para determinar de forma eficaz el nivel de servicio de las diferentes infraestructuras viarias indican que deben tenerse en cuenta las medidas de rendimiento mostradas en la tabla 10.



**Tabla 12**

*Medición de eficiencia de niveles de servicio*

Tipo de Infraestructura vial	Medidas de eficiencia
<b><u>Autopistas</u></b>	
Segmentos Básicos	Densidad, velocidad, relación volumen a capacidad
Tramos de Entrecruzamientos	Densidad, velocidad
<b><u>Carreteras</u></b>	
Múltiples Carriles	Densidad, velocidad, relación volumen a Capacidad
Dos carriles	Velocidad, % de tiempo de seguimiento
<b><u>Intersección</u></b>	
Con Semáforos	Demora por Controles
De prioridad	Demora por Controles
<b><u>Arterias Urbanas</u></b>	Velocidad de Recorrido
<b><u>Transporte Colectivo</u></b>	Frecuencia, horas de servicio, carga de pasajeros
<b><u>Ciclo Rutas</u></b>	Eventos, demora, velocidad
<b><u>Peatones</u></b>	Espacio, evento, demoras, velocidad

*Fuente: TRB, Highway Capacity Manual. HCM 2000.*

#### 2.2.7.8. MEDIDAS DE EFICIENCIA PARA LA MEDICION DE LOS NIVELES DE SERVICIO

- **Velocidad promedio de viaje (ATS):** Esta es la longitud del segmento de la autopista dividida por el tiempo promedio de viaje de todos los vehículos que cruzan la sección de la autopista en ambas direcciones durante un período de tiempo.
- **Porcentaje de tiempo de viaje sin posibilidad de sobrepaso (PTSF):** Porcentaje del tiempo de viaje promedio total que un vehículo debe viajar en un escuadrón detrás de un vehículo de movimiento lento porque no puede cruzar una carretera de dos carriles. Por lo tanto, la libertad de operación, la conveniencia y la comodidad de movimiento se expresan a la inversa por esta variable
- **Porcentaje de la velocidad en flujo libre (PFFS):** representa la capacidad de los vehículos para viajar a la velocidad en flujo libre en las condiciones prevalecientes de calzada o cerca de la misma.

En la **Clase I**, lo fundamental es la movilidad, por lo que se deberán verificar tanto el parámetro ATS como el PTSF.



Para la **Clase II**, en la que la movilidad no es tan crítica, el nivel de servicio se define únicamente en función del parámetro PTSF.

Para la **Clase III** se considera la posibilidad que tienen los vehículos a circular cercanos a la máxima velocidad en las condiciones prevalecientes de calzada, por lo cual el parámetro considerado es el PFFS.

#### **2.2.7.9. VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO**

##### *A. Características de la vía:*

- Tipo de vía **Clase I, II o III**.
- Número de Carriles.
- Ancho de Calzada y Carril.
- Tipo de Ancho y Berma.
- Intersecciones (Accesos Laterales).
- Velocidad de circulación: El rango usual de velocidad en este tipo de vía oscila entre los 50 a 80 km/h.

##### *B. Transito:*

- Volumen de tránsito.
- Factor Hora Pico.
- Proporción de vehículos (Camiones o Ómnibus).
- Direccionalidad.

##### *C. Características del entorno de la vía:*

- Topografía.

**(National Transportation Research Board, 2000)**

#### **2.2.8. INTERSECCIONES VIALES**

Aparecen como una solución continua a los problemas provocados por la intersección de dos o más carriles. Estos son los puntos más importantes, ya que las condiciones de conducción y el comportamiento del vehículo cambian según el entorno.

##### **2.2.8.1. TIPOS DE INTERSECCIONES**

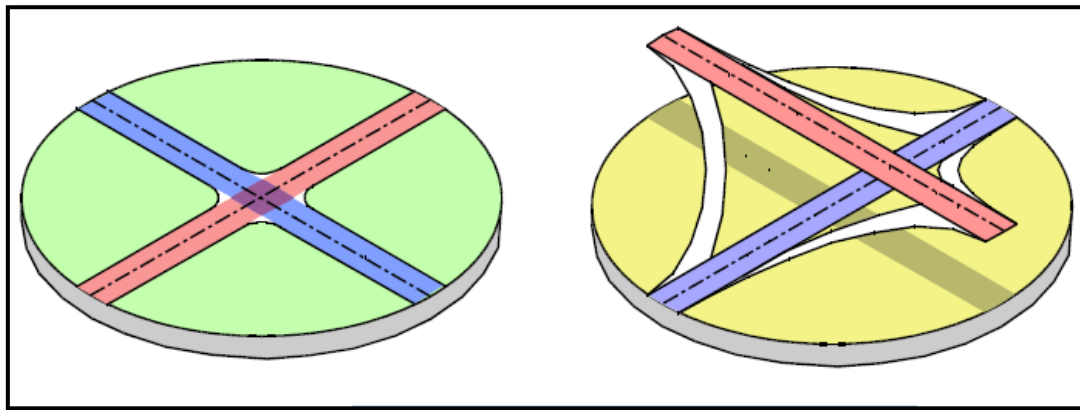
Hay dos tipos básicos de soluciones a estos problemas: intersecciones a nivel e intersecciones a desnivel.



La diferencia es que, si la intersección es horizontal, los ejes de las diferentes carreteras se intersecarán en un punto. En las intersecciones, las intersecciones se crean en un nivel diferente. En este caso, se cruzan en la proyección horizontal de los ejes.

**Figura 6**

*Representación de intersección y enlace*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá Garcia 2000*

Los tipos de intersecciones se pueden predecir casi indefinidamente y sus tipos se pueden establecer en función del número de carreteras y ramales correspondientes. Algunos de estos grupos pueden distinguir dos subgrupos según la geometría aceptada por la rama. La siguiente tabla presenta un resumen del tipo de letra.

Los tipos de intersecciones que puede predecir son prácticamente ilimitados, y puede establecer tipos de intersecciones en función del número de carreteras y bifurcaciones. Algunos de estos grupos pueden distinguir dos subgrupos según la geometría aceptada por la rama. La siguiente tabla resume estas categorías.

#### **A. INTERSECCIONES A NIVEL**

Una intersección es un área común de dos o más carreteras que se cruzan en el mismo nivel y contiene líneas que el vehículo puede utilizar para desarrollar todos los movimientos posibles.

Las intersecciones representan una situación crítica que debe ser abordada específicamente, ya que las líneas que convergen, divergen o se cruzan no son comunes en la mayoría de las rutas, ya que son elementos discontinuos de cualquier red vial. (Victor Chavez Loaiza, 2005)

### a. Criterios de diseño

La mejor solución para cruzar la calle es lo más sencilla y segura posible. Esto requiere una gestión cuidadosa de cada caso, aprovechando todos los elementos disponibles (expansión, isla o isla, carriles auxiliares, etc.) para evitar operaciones difíciles, peligrosas y rutas innecesarias. Los siguientes criterios generales deben tenerse en cuenta durante este proceso:

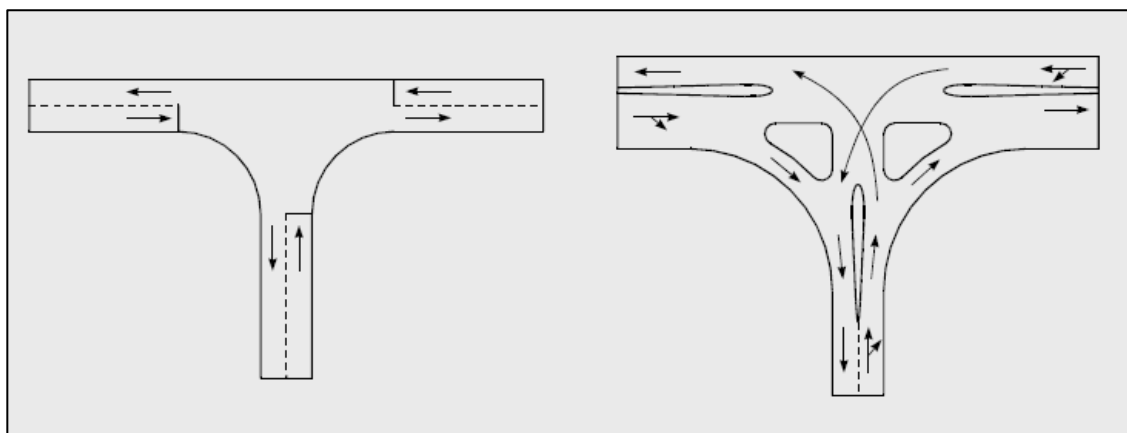
#### 1. Criterios Generales

Los principios generales para gestionar el diseño de intersecciones son:

- **Preferencia de los movimientos principales:** Los movimientos primarios, generalmente los que involucran algún vehículo, deben tener prioridad sobre los movimientos menores y restringir el segundo movimiento de varias formas, como señalización, reducción de ancho o radio pequeño.
- **Reducción de las áreas de conflicto:** La falta o ausencia de un camino establecido a lo largo de un área grande, o lo que sea, todos los movimientos posibles pueden conducir a un comportamiento caótico y confuso y un aumento de las tasas de accidentes en las intersecciones.
- **Perpendicularidad de las trayectorias:** Las intersecciones en ángulo recto son las que tienen menos zonas de colisión. Además, facilita el movimiento, aumenta la visibilidad en las intersecciones y reduce tanto la tasa de accidentes como la gravedad de los accidentes. (Blazquez & Garcia, 2000)

### Figura 7

*Intersección sin canalizar y canalizada*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*



- **Control de los puntos de giro:** El direccionamiento adecuado utiliza las islas para hacerlas imposibles o muy difíciles, evitando así curvas en puntos inadecuados.
- **Control de la velocidad:** Puede ser una buena idea limitar su velocidad máxima en las intersecciones para evitar accidentes.
- **Visibilidad:** La velocidad debe ajustarse para tener visibilidad, de modo que la distancia desde donde el conductor pueda ver otro vehículo que viaja por el lado derecho sea la distancia mínima de frenado. **(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)**

## 2. Consideraciones de Transito

Volúmenes de Transito: que confluyen a una intersección, su distribución y la proyección de sus elementos.

La composición de los flujos por tipo de vehículo, sus velocidades de operación y las peculiaridades de sus interacciones mientras utilizan el dispositivo.

Su relación con el tránsito peatonal y de vehículos menores, así como con estadísticas de accidentes de tránsito. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

## 3. Demanda y modelación

La demanda es el elemento de transporte más importante en el diseño de intersecciones, ya que la capacidad de proyectos anteriores debe satisfacer esta necesidad. Esto incluye determinar las dimensiones geométricas y estructurales de sus elementos constitutivos, manipular los semáforos en presencia de dichos elementos de control y ajustarlos. La respuesta a la pregunta debe tomar en cuenta las condiciones actuales y esperadas hasta el año de diseño de la planta para cumplir con los niveles de servicio y tránsito vehicular de acuerdo con la normativa aplicable. (MTC, Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG), 2018)

## 4. Elección del tipo de control

El diseño de las intersecciones de nivel define los tipos y características de los elementos de control de tráfico y señalización que se proporcionan para facilitar la circulación de vehículos y peatones.



Los siguientes factores deben tenerse en cuenta en el diseño especificado:

- Tránsito en la vía principal
- Tránsito en la vía secundaria incidente.
- Tiempos de llegada y salida de los vehículos en ambas vías (intervalo crítico).

(MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)

## b. ELEMENTOS CANALIZADORES Y REGULADORES

Muchos factores regulan y agilizan el tráfico en las intersecciones. Entre los existentes, destacan dos: islas o elementos de navegación y semáforos o elementos normativos.

### a. *Isletas*

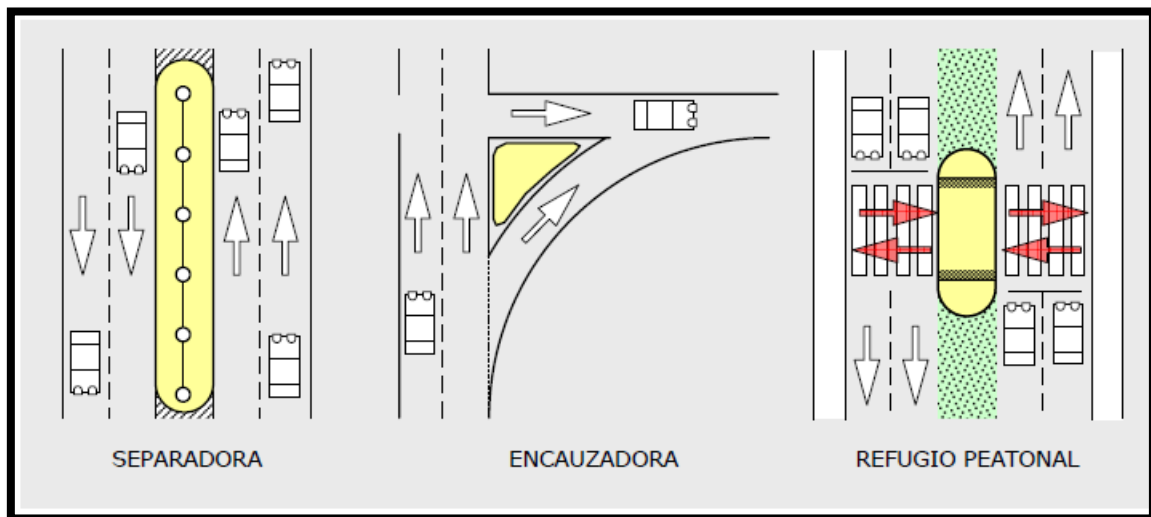
Las isletas son zonas bien definidas, situadas entre carriles de circulación, Destinadas a guiar el movimiento de los vehículos y a servir de eventual refugio a los peatones. Su materialización puede realizarse de dos formas:

Funcionalmente, existen tres tipos de isletas:

- **Isletas separadoras o divisorias:** Está diseñado para separar direcciones de tráfico iguales u opuestas. Facilitan el trabajo principal y los giros.
- **Isletas de encauzamiento:** Su principal tarea es controlar y orientar las diferentes rutas que pueden tomar los vehículos en los cruces. También se utiliza para separar áreas donde se interrumpe el tráfico.
- **Refugios:** Infraestructura de protección peatonal. A menudo se utiliza en carreteras muy anchas por motivos de seguridad. Su ancho mínimo debe ser de 1 metro. Y su longitud, al menos el doble del ancho del paso de peatones. (Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

## Figura 8

### *Tipos de isletas*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

### *b. Semáforos*

Los semáforos son una parte importante del control del tráfico en las áreas urbanas, pero es posible que sea necesario usarlos en la carretera, especialmente en las intersecciones cerca de áreas densamente pobladas. En cada entrada de la intersección, hay al menos un semáforo y tres semáforos rojos, naranjas y verdes, iluminados consecutivamente y prolijamente por encima. Ambos conceptos se definen como exclusivos de las intersecciones clasificadas.

- Fase: Tiempo durante el que puede realizarse un determinado movimiento dentro de la intersección, es decir, el tiempo durante el cual una serie de semáforos permanecen en verde.
- Ciclo: Tiempo necesario para que vuelvan a repetirse las mismas condiciones de regulación dentro de la intersección.

### **TIPOLOGÍA DE INTERSECCIONES A NIVEL**

La intersección se clasifica principalmente según su composición (número de cruces), topografía, definición del tráfico y tipo de servicio solicitado o impuesto. La siguiente tabla muestra los tipos básicos de pasos a nivel.

(MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG), 2018)



**Figura 9**

*Tipos de intersecciones a nivel*

	Perpendiculares	Oblicuas
Tres ramales	 En T	 En Y
Cuatro ramales	 En cruz	 En X
Múltiple		
Giratoria		

*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

#### a. Factores de Diseño de una intersección

Los factores a considerar de cara al diseño de una intersección son los siguientes:

- **Datos físicos**

Topografía y, en su caso, urbanismo de la zona. Indica posibles barreras a la expansión superficial y paso subterráneo de diversos servicios urbanos. Para hacer esto, necesita un plano de planta y un perfil de los cruces y todos los datos que necesita.

- **Datos del tráfico**

Es necesario comprender el volumen de tráfico de cada calle y realizar análisis tanto cuantitativos como cualitativos para estudiar la composición del tráfico. También se debe prestar atención a la velocidad de acceso y los movimientos locales.

- **Accidentes**

Los accidentes repetidos en las intersecciones pueden justificar el ajuste. Por eso es tan interesante saber cómo ocurren los accidentes y qué los causa.

**(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)**



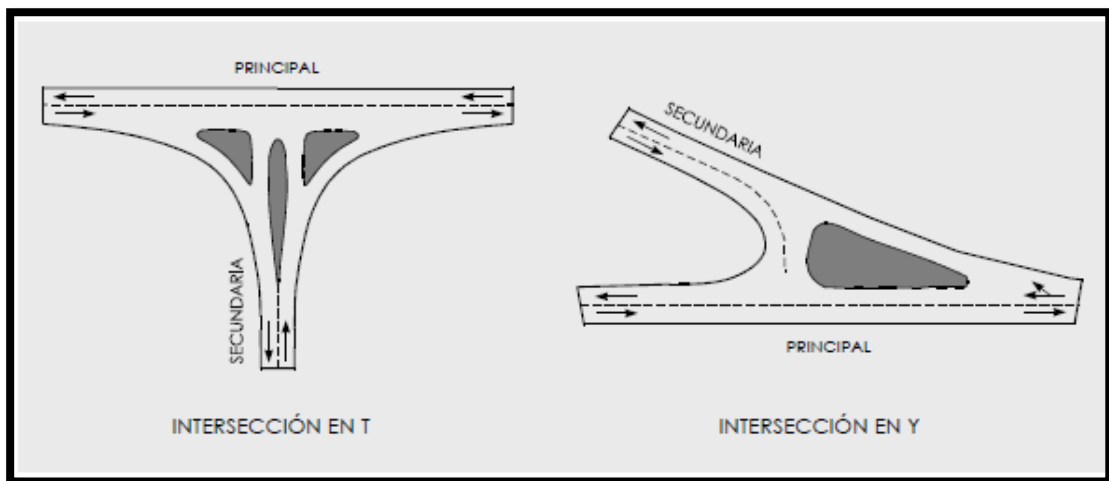
## 1. Intersecciones de tres Ramales

Este tipo de intercambio se utiliza para resolver la intersección de carreteras y caminos secundarios, los caminos traseros son absorbidos por los caminos frontales. El diseño geométrico de la planta hace una clara distinción entre los dos tipos.

- **Intersecciones en T:** Los ramales concurren formando ángulos mayores de  $60^\circ$ , es decir, con direcciones sensiblemente perpendiculares.
- **Intersecciones en Y:** Al menos uno de los ángulos formados entre los ramales es menor de  $60^\circ$ .

**Figura 10**

*Intersecciones de tres ramales*



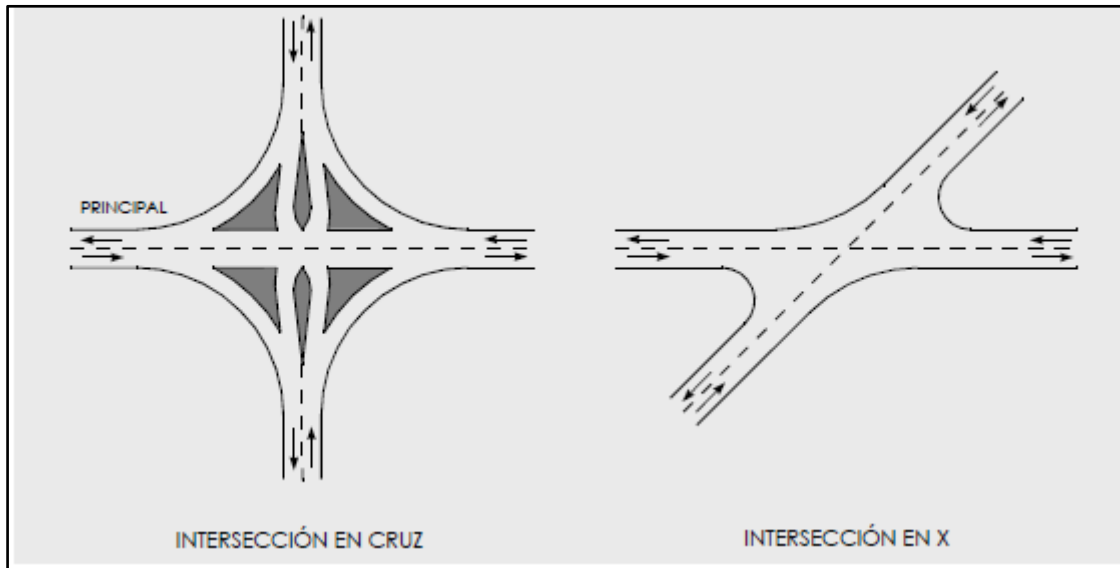
*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

## 2. Intersecciones de cuatro ramales

Dentro de ellos hay intersecciones de dos vías, generalmente con un total de cuatro ramas del mismo rango. Como en la sección anterior, existen dos tipos.

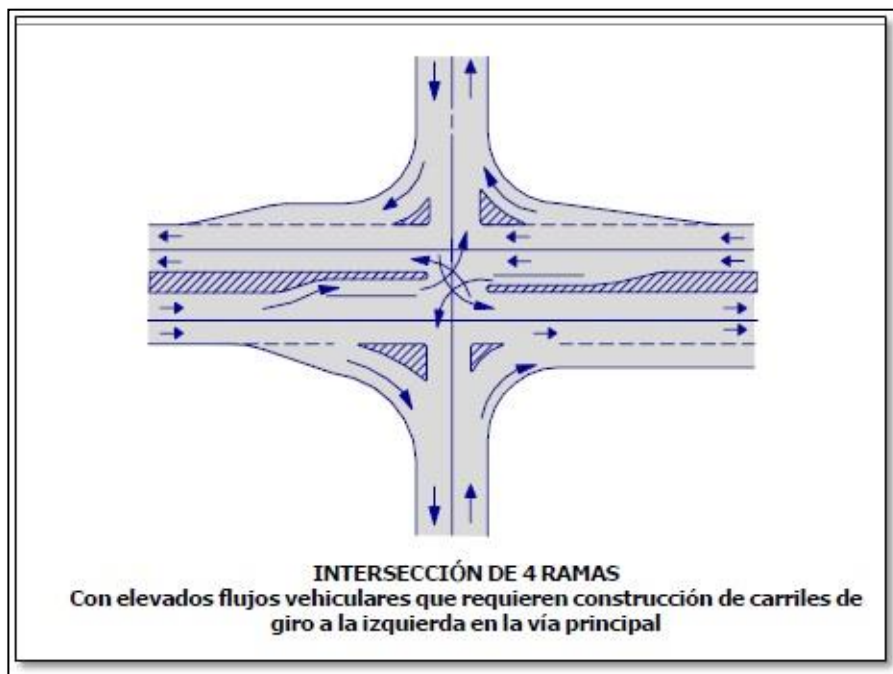
- **Intersecciones en cruz:** Los ramales se amoldan entre sí, formando un ángulo de más de 60 grados en cada caso y la dirección es casi vertical.
- **Intersecciones en X:** Los ramales forman dos ángulos menores de  $60^\circ$ .

**Figura 11**  
*Intersecciones de cuatro ramales*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

**Figura 12:**  
*Intersecciones de cuatro ramales*



*Fuente: Víctor Chávez Loiza 2005*

### 3. Intersecciones de más de cuatro ramales

Evite estas intersecciones, ya que son difíciles de manejar. La solución ideal suele ser quitar algunas de las ramitas y conectarlas fuera de la intersección. Sin embargo, a veces eso no es posible y es necesario encontrar o dar la vuelta a una solución compleja. En

áreas urbanas, la instalación de carriles de un solo lado en algunas sucursales simplifica las operaciones de reemplazo.

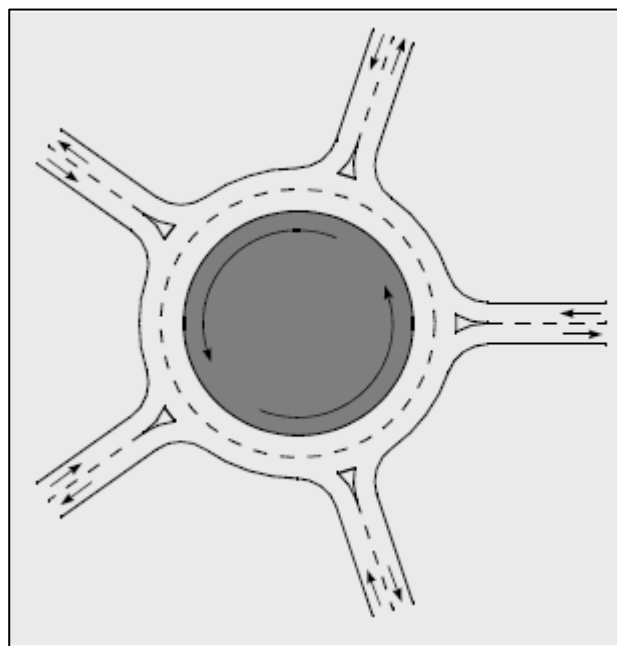
#### 4. Intersección Giratoria o Glorieta

Una glorieta o intersección se caracteriza por la confluencia de ramales en el tráfico que gira en sentido antihorario alrededor de una isla central y tiene prioridad para los vehículos que viajan allí.

Este tipo de intersecciones se produce con el objetivo de solucionar los primeros problemas de congestión urbana y accidentes.

#### **Figura 13**

*Esquema de una intersección giratoria o glorieta*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

#### **B. INTERSECCIONES A DESNIVEL**

Las intersecciones en ángulo recto son las que tienen menos zonas de colisión. Además, facilita el movimiento, aumenta la visibilidad en las intersecciones y reduce tanto la tasa de accidentes como la gravedad de los accidentes.

Los pasos a distinto nivel mejoran la capacidad y seguridad vial, así como la fluidez vehicular.

**(Universidad Tecnológica Nacional / Rocio Rolón)**



En las intersecciones y en las carreteras, pero incluso en las intersecciones, el problema es lograr condiciones óptimas de seguridad y desempeño con un potencial físico y económico limitado. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG, 2018)

#### **i. Justificación de Intersección a Desnivel:**

Existen varios criterios o factores que justifican la construcción de un intercambio de rampa sobre cualquier otro tipo de intercambio empinado. Estos criterios se dividen en cuatro grupos básicos:

- **Funcionalidad:** Debido a las características de algunas carreteras, como carreteras, autopistas y carreteras, puede ser necesario no tener intersecciones horizontales con otras carreteras. Se requieren conexiones en carreteras con un IMD superior a 5000.
- **Capacidad:** La mayoría de las veces, las conexiones se construyen como una solución que ofrece la máxima capacidad al menor costo al tiempo que mantiene un buen nivel de seguridad.
- **Seguridad:** Debido a la naturaleza peligrosa de algunas secciones, puede ser necesario diseñar enlaces que interfieran con otras soluciones. Es una infraestructura más segura para prevenir ciertos tipos de accidentes como colisiones frontales y laterales.
- **Rentabilidad:** Los enlaces son más costosos económicamente que cualquier otro tipo de intercambio, pero a largo plazo esta inversión puede superar los beneficios siempre que reduzca las tasas de accidentes y mejore el flujo de tráfico.

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

#### **ii. Ramales de intersección a desnivel:**

Cada segmento que conecta dos carreteras se denomina ramal de conexión y afecta el movimiento de vehículos entre ellas. Hay tres tipos de bifurcaciones, dependiendo de cómo se produzca esta intersección irregular.

##### **1. Directo:**

Se trata de un ramal que conecta dos vías directamente sin cruzar otras vías ni utilizar una estructura de pasarela lateral. Se hace una distinción entre las ramas que giran a la izquierda que facilitan el giro a la izquierda y el giro a la derecha. Girar a la derecha es siempre directo.

## 2. Semidirecto:

En dicho ramal, el tráfico que efectúa el giro a la izquierda se desvía con anterioridad a la derecha, incorporándose a la otra vía situada a distinto nivel.

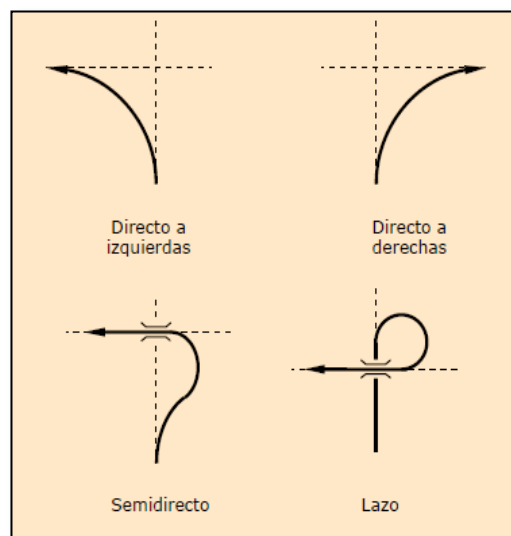
## 3. Lazo o loop:

Ramal en el que siempre se circula a derechas, atravesando primeramente la estructura por su parte inferior, para posteriormente desviarse a la derecha para incorporarse a la otra vía.

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

**Figura 14**

*Ramales de pase a desnivel (enlace)*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beivá García 2000*

### iii. Tipos

Al igual que ocurre en las intersecciones a nivel, las intersecciones a desnivel pueden clasificarse en función del número de ramales que concurren, existiendo multitud de soluciones distintas dentro de cada uno de estos grupos.

#### 1. De tres ramales:

Esto sucede cuando una carretera se encuentra con otra, lo que da como resultado una intersección simple con baches, sin movimiento en la intersección y solo dos carreteras a la izquierda. Existen muchas soluciones que utilizan una o más estructuras backend, y por su simplicidad y eficiencia,

## 2. Trompeta:

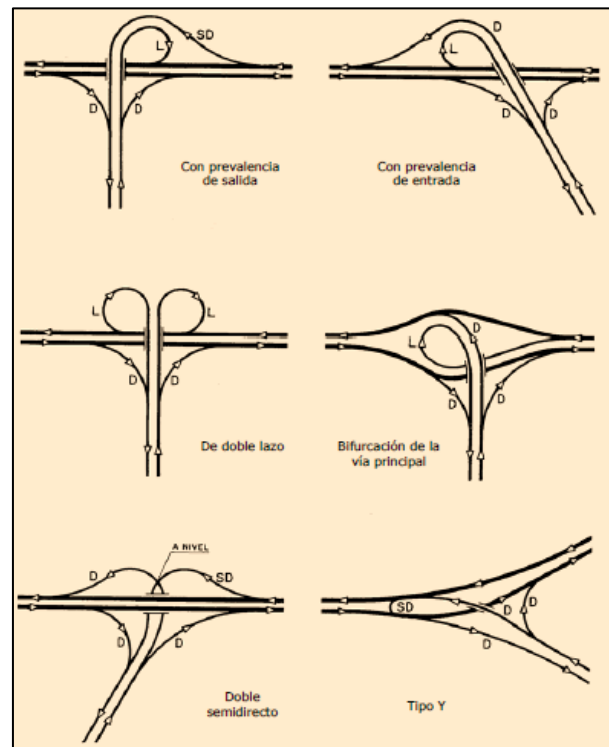
Recomendado para entrar y salir de la carretera principal principalmente. Además, también tiene la ventaja de ocupar relativamente poco espacio. Los tipos más utilizados incluyen una rama semidirecta más fuerte para el movimiento a la izquierda y un bucle para el resto del movimiento, con una rama de giro directo a la derecha. Otras variantes cambian el tipo de rama de enlace según la intensidad del tráfico que deben soportar.

## 3. Tipo T:

Se caracterizan por el uso de múltiples estructuras o el uso de tipos multinivel. Estas son conexiones más complejas y costosas que sus predecesoras y requieren más área para construirlas. (Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

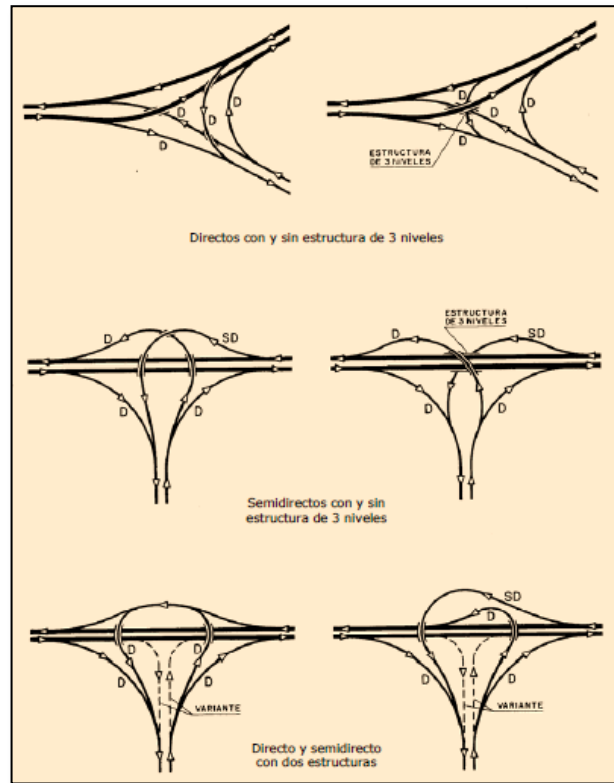
**Figura 15**

*Intersecciones a desnivel tipo trompeta*



Fuente: Recomendaciones para el proyecto de enlaces, MOP, 1968

**Figura 16**  
*Intersecciones a desnivel tipo T*



Fuente: Recomendaciones para el proyecto de enlaces, MOP, 1.968

#### 4. De cuatro ramales

Para el estudio de este grupo de intersecciones a desnivel, es necesario establecer una subdivisión:

##### a. Con condición de parada en algún movimiento de giro

Es decir, con intersecciones a nivel en la carretera secundaria. Son adecuados como difusores y enlaces en general.

**Diamante:** Uno de los tipos más comunes que se utilizan para abordar las intersecciones de carreteras y carreteras secundarias. En un rombo típico, todos los giros a la izquierda en una intersección son planos en la secundaria, por lo que si la carretera lateral es importante, la intersección estará saturada y deberá ser más compleja. Las vías rápidas a menudo prefieren ocupar pisos bajos. Por lo tanto, los ramales de conexión son más cortos que la pendiente, lo que es beneficioso para el tráfico del vehículo.





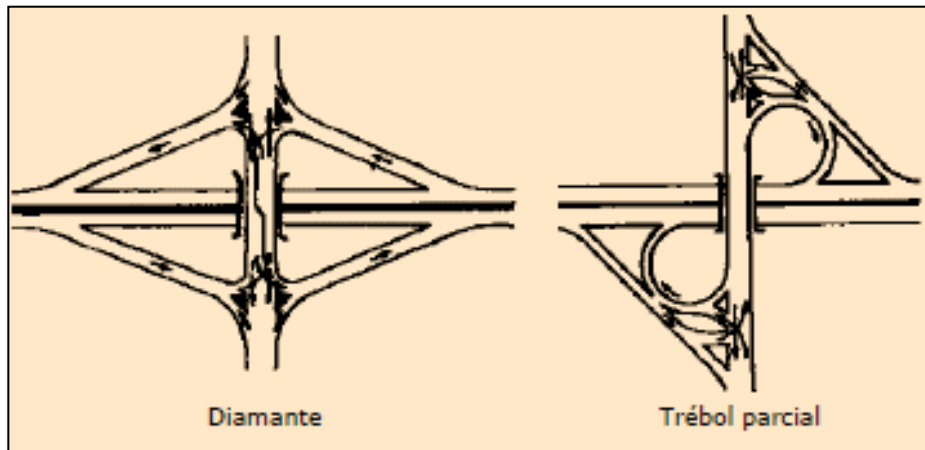
El diamante es un enlace que ocupa poco espacio y relativamente barato, por lo que se emplea en núcleos urbanos y sus cercanías. Existen, además, multitud de variantes que se adaptan a cada situación particular.

- **Trébol parcial:**

Esta es una solución clásica para intersecciones donde algunos movimientos se detienen mientras que otros giros a la izquierda se mantienen continuamente a través del circuito. En general, otras curvas tienen obstáculos urbanos y de terreno, por lo que los tréboles de cuatro hojas parciales son apropiados si solo se encuentran disponibles ciertos cuadrantes de la intersección. Esto es muy común. Como los diamantes, este enlace tiene muchas variaciones.

**Figura 17**

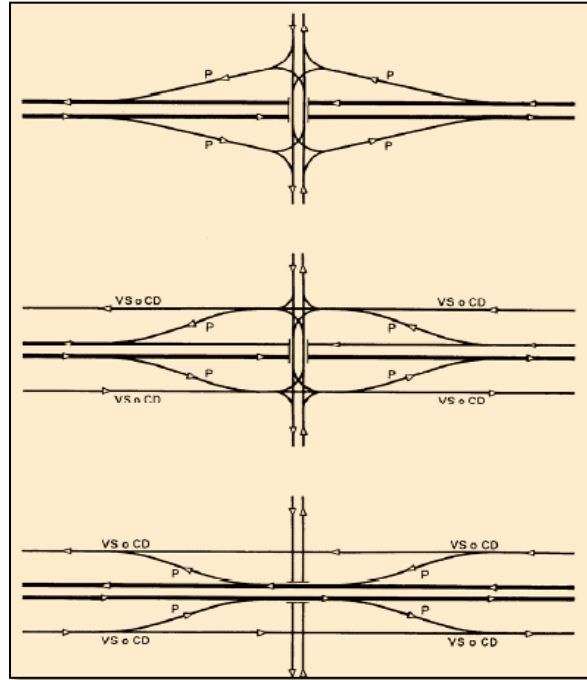
*Tipo de intersección a desnivel con condición de parada*



*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

**Figura 18**

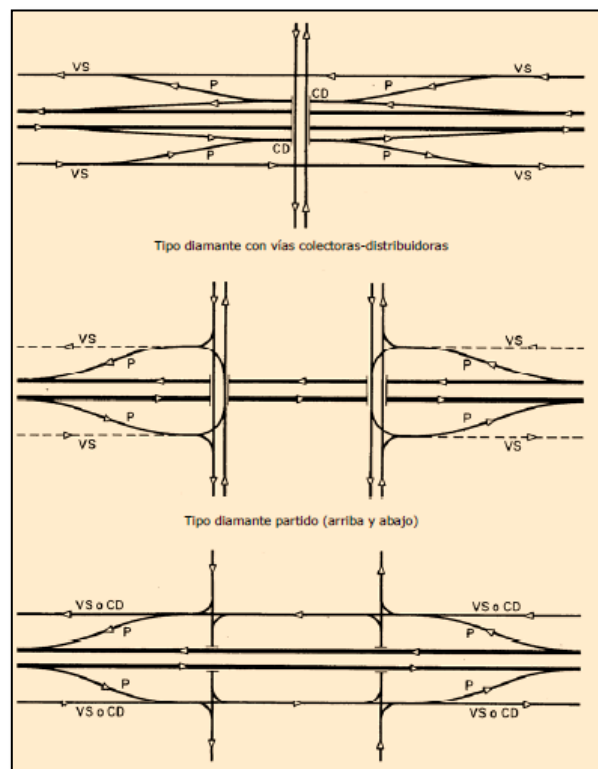
*Intersección a desnivel tipo diamante Clásico*



Fuente: Recomendaciones para el proyecto de enlaces, MOP, 1968

**Figura 19**

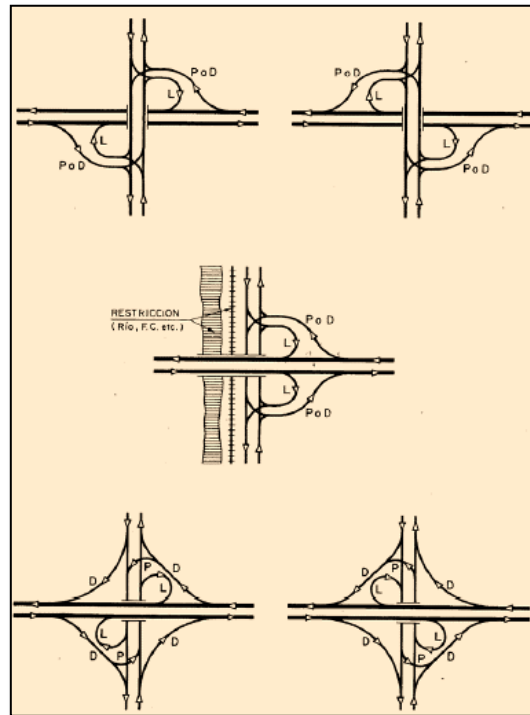
*Intersección a desnivel tipo diamante modificado*



Fuente: Recomendaciones para el proyecto de enlaces, MOP, 1968

**Figura 20**

*Intersección a desnivel tipo Trébol Parcial*



*Fuente: Recomendaciones para el proyecto de enlaces, MOP, 1968*

### **b. De libre circulación**

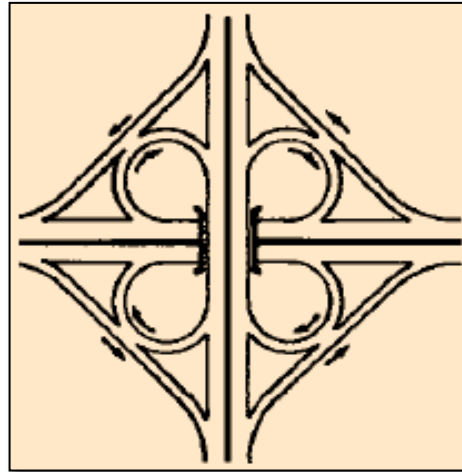
En el que todos los movimientos se producen sin intersecciones a nivel, condición indispensable en determinadas vías.

**Trébol:** La gran superficie ocupada por este tipo de conexión no es el mayor problema para las conexiones interurbanas, especialmente. La gran ventaja de este enlace es su sencillez. Consiste en una única estructura auxiliar de fácil comprensión para el conductor.

Así, nombrado por el contorno geométrico del plano, gira directamente a la derecha y luego a la izquierda por medio de un anillo. Esto crea problemas de congestión debajo de la estructura, pero también requiere cables largos.

**Figura 21**

*Intersección a desnivel tipo Trébol*

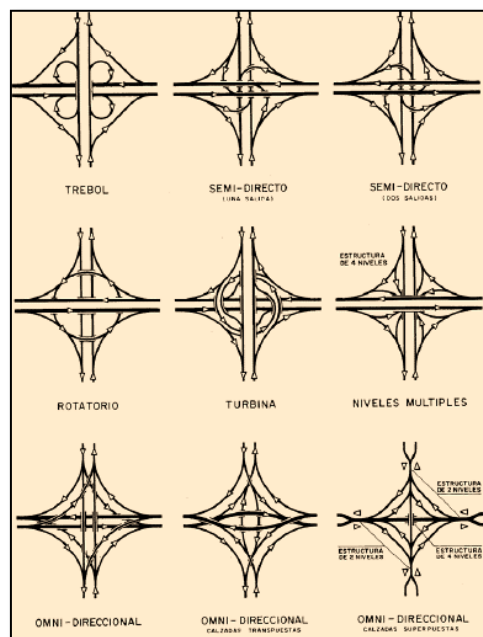


*Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beviá García 2000*

- Semidireccionales y direccionales: Reemplazar la curva de la izquierda por una rama directa o semidirecta hace que la asociación sea más compleja y aumenta el número y la importancia de la estructura. Hay varias situaciones, algunas de las cuales se muestran en la página siguiente.

**Figura 22:**

*Intersección a desnivel tipo Trébol*



*Fuente: Recomendaciones para el proyecto de enlaces, MOP, 1.968*



## 5. De más de 4 Ramales:

La combinación de cuatro o más ramas es fuente de problemas muy complejos. La mejor solución es evitarlos con una buena planificación. Sin embargo, es posible que deba solucionar este problema, que en la mayoría de los casos conduce a una solución muy costosa y complicada. En este caso, a menudo tienes que sacrificar algunos movimientos por el bien de otros.

### iv. ELEMENTOS QUE CONFORMA UNA INTERSECCIÓN A DESNIVEL

#### 1. *Ramales*

Tiene que ser procesado geoméricamente, típicamente  $1/2$  a  $1/3$ , para que una velocidad particular sea relevante para la línea principal referenciada. Los bucles son mucho más lentos y suelen utilizar valores de alrededor de 30 km / h.

En general, el hombro derecho de una rama de un solo carril debe ser de al menos 2 m. largo. En las ramas es posible colocar una pendiente más pronunciada que la carretera principal si se debe respetar la distancia mínima de visibilidad. Generalmente se toleran grados del al 6%, llegando al 8% para vehículos casi en su totalidad ligeros. Si hay un paso a nivel al final del ramal, la pendiente debe reducirse en un 2% en los últimos 30 metros.

#### 2. *Conexiones*

La intersección con la carretera secundaria debe diseñarse como una intersección horizontal. Sin embargo, si está conectado a una autopista o autopista, se requiere un tratamiento especial.

Para proyectos vinculados, la conexión de salida debe colocarse antes de la entrada. De lo contrario, habrá una sección entrelazada. Desde este punto de vista, se prefieren los diamantes a los diamantes de imitación. La distancia mínima entre dos salidas consecutivas es de 1,0 m. 250 metros para autovías y autovías. Para coleccionables callejeros. Además, manténgase alejado de dos entradas, especialmente si la intensidad del tráfico en la primera entrada es mayor que en la segunda entrada. Esto provoca retrasos. En este sentido, se recomiendan valores superiores a 500 m.

La distancia mínima de visibilidad de la parada es de 180 a 300 m, medida hasta el final del camino de salida en la carretera, 60 m. Frente al extremo de la rama, en la conexión de entrada.



### 3. Estructuras

Las estructuras no deben producir en el conductor sensación de encajonamiento y restricción, por lo que los estribos, muros y pilas deben quedar suficientemente retranqueados del borde de la calzada. Por otra parte, deben ajustarse al trazado de la vía y no al contrario. Criterios de Diseño Geométrico

#### a. Capacidad de las vías

En la siguiente tabla se indica la capacidad de las vías principales y de las vías de enlace en intersecciones a desnivel, expresada en vehículos ligeros equivalentes por hora (VL/hora). (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG, 2018)

**Tabla 13**  
*Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel*

TIPO DE VIA	ANCHODE CARRIL (metros)	CAPACIDAD PRACTICA POR CARRIL (V/hora)
VIA PRINCIPAL	3.5 a 3.66	1500
VIA SECUNDARIA	3.00	1350
VIA DE ENLACE		1200
CARRIL DE DECELERACION		1200, siempre y cuando se anuncie mediante señal informativa ubicada mucho antes de llegar a la intersección (200m)

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*

#### b. Flujos Emergentes

El tráfico máximo generado (tráfico en el carril más cercano aguas arriba del punto de entrada y tráfico en la carretera que conecta con el carril principal) es de 1.300 a 2.000 vehículos por hora.

Si el tráfico excede los 2000 vehículos por hora, deberá crear carriles adicionales en la carretera principal a través de la intersección.



i. Diseño en planta

1. Sección de Entrecruzamiento

Un área donde diferentes flujos de tráfico se cruzan con el tráfico en la misma dirección. La longitud y el ancho de la sección determinan la usabilidad del vehículo a través de la sección y por lo tanto su capacidad de carga.

La longitud y la anchura de la sección transversal determinan la facilidad con la que el vehículo puede conducir la sección transversal y, por tanto, su capacidad de carga.

El ancho del tramo de entrecruzamiento expresado en carriles, se determina de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$N = \frac{F_1 + F_2 + W_1 + W_2 * k}{V_s}$$

**Donde:**

**N** = ancho del tramo de entrecruzamiento en carriles

**F1 y F2** = volúmenes de tránsito directo

**W1** = volumen mayor que se entrecruza

**W2** = volumen menor que se entrecruza

**K** = factor de influencia de entrecruzamiento

**Vs** = volumen de servicio correspondiente a la calidad del flujo deseado (Tabla N°11).

**Tabla 14**  
*Volúmenes de servicio máximo según calidad de flujo*

<b>CALIDAD DE FLUJO</b>	<b>VOLUMEN DE SERVICIO Veh /Hora/Carril</b>
<b>I</b>	<b>2000</b>
<b>II</b>	<b>1900.00</b>
<b>III</b>	<b>1800</b>
<b>IV</b>	<b>1700</b>
<b>V</b>	<b>1600</b>

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*



La calidad del flujo es comparable al llamado nivel de servicio en el manejo de la capacidad ininterrumpida de la carretera. Los niveles de calidad del flujo se definen de la misma manera que se definen estos niveles de servicio. La siguiente tabla muestra la relación entre el nivel de servicio y la calidad del flujo en sección transversal.

**Tabla 15**

*Relación entre el nivel de servicio básico de carreteras y la calidad de flujo de tramos de entrecruzamiento.*

Nivel de Servicio	Calidad de Flujo de Tramos de entrecruzamiento (a)			
	Autopistas y Carreteras de 4 ó más pistas		Carreteras de dos pistas	Aerías Urbanas y Suburbanas
	En la propia carretera	Carreteras ccnexión, colectoras, distribuidoras y de enlace		
A	I - III	II - III	II	III - IV
B	II	III	II - III	III - IV
C	II - II	III - IV	III	IV
D	III - IV	IV	IV	
E (b)	IV - V	V	V	IV
F (c)		insatisfactorio		V

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*

(c) Volumen máximo equivalente a la calidad de flujo V, pero puede ser mucho más bajo.

En la siguiente tabla se indica la longitud mínima de la sección de entrecruzamiento correspondiente a una velocidad de entrecruzamiento de 50 Km/h,  $C = 1700$ ,  $K = 3$ , que son los valores mínimos absolutos.

**Tabla 16**

*Longitud mínima de entrecruzamiento*

VOLUMEN DE ENTRECruzAMIENTO = $W1 + W2$ (VL/ hora)	LONGITUD MINIMA DE LA SECCION DE ENTRECruzAMIENTO (m)
1000	75
1500	120.00
2000	200
2500	290
3000	410
3500	656

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*





En el análisis de secciones de entrecruzamiento se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- **Cuando N es menor que 3**, para un volumen total con un volumen exterior que sobrepase 600 VL/hora, se debe suministrar un carril adicional para el flujo exterior.
- **Cuando N es menor que 4**, para un volumen total con dos volúmenes exteriores, cada uno superior a 600 VL/hora, se debe suministrar un carril adicional a cada uno.
- No se tendrá en cuenta el entrecruzamiento si la distancia en metros entre las vías de entrada y salida es igual o superior a 0.8 veces el volumen horario que se entrecruza.
- En donde emergen dos vías, el número de carriles más allá del punto de entrada no debe ser menor que la suma de los carriles de las calzadas que emergen menos uno.
- Más allá del punto de salida el ancho de la calzada principal no se debe reducir en más de un carril.

#### c. Balance de Carriles

En el estudio de intersecciones a desnivel se debe efectuar un balance de carriles que contemple los siguientes puntos como mínimo:

- La distancia entre puntos de salida sucesivos debe ser al menos la longitud del carril que interviene en el cambio de velocidad y se debe incrementar hasta donde sea necesario para facilitar las maniobras y la señalización.
- Distancia mínima entre puntos consecutivos de entrada y salida: 180 metros
- Angulo deseable entre la vía de enlace o secundaria y la calzada de la vía principal: 4 a 5°.
- Longitud mínima de las narices de entrada y salida: 45 metros.
- Si después de una punta de salida el ancho de la vía principal se reduce en un carril, la reducción debe hacerse mediante una línea diagonal cuya longitud sea superior a 90 metros, medidos a partir de la nariz de salida.

#### d. Carril de cambio

El carril de cambio debe estar en una carretera razonablemente recta y tener un alto nivel de visibilidad estándar. Nunca lo coloque en la curva de una autopista. En general, las dimensiones y recomendaciones mínimas están de acuerdo con lo establecido en el tema 501.08.



e. Vías de enlace

En la Tabla N°15 se presentan los criterios correspondientes a velocidad de diseño, ancho de la calzada y pendiente en vías de enlace de intersecciones a desnivel y en las Tabla N°15, los valores mínimos para velocidad en ramales, radio de curvatura, parámetro de clotoide y anchos de berma, respectivamente.

Las distancias de visibilidad de parada se deben chequear entre puntos a 1.15 metros por encima de la calzada, a lo largo de líneas a 1.8 metros de ambos bordes de la calzada.

**Tabla 17**  
*Velocidad de Diseño, ancho de calzada*

DESCRIPCION	CRITERIO
<b>VELOCIDAD DE DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Adecuada a la demanda de tránsito para lograr una capacidad suficiente y por homogeneidad se procurará que no sea inferior a 1/2 de la correspondiente a la vía que se proceda</li> <li>* Si es un enlace, mínimo 25km/h</li> </ul>
<b>ANCHO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Mínimo 4 metros de la calzada</li> <li>* Si el volumen de tránsito amerita el suministro de una vía de enlace con dos carriles, el ancho de la calzada se debe incrementar a 7.30 metros.</li> </ul>
<b>SOBREANCHO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No serán de aplicación de los correspondientes a las vías principales únicamente para radios menores de 30 metros el ancho de calzada será de 4.50 metros.</li> </ul>
<b>PENDIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aconsejable <math>\leq 5\%</math></li> <li>*MAXIMA               <ul style="list-style-type: none"> <li>8% Cuando el tránsito es liviano</li> <li>5% Cuando hay porcentaje alto de vehículos pesados</li> </ul> </li> </ul>

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*

La siguiente tabla muestra las velocidades de cálculo de las diferentes ramas de enlace para cada par de velocidades, en función de la dirección de la rama de enlace. Lo contrario no es cierto para el ramal de autopista a autopista.



**Tabla 18**  
*Velocidades de Diseño en ramales de enlace*

V.D. Carretera de Destino (Kph)	Directos Entre Autopistas			Directos					Semidirectos					Lazos	
	80	100	120	40	60	80	100	120	40	60	80	100	120	40- 80	100- 120
40					30	30	35	40		30	30	35	40	25	30
60				30	35	40	45	50	30	35	40		45	30	35
80	60	65	70	45		50	55	60	40	45	50			35	
100	70		80	70					60					40	
120	80	90	100	80					70					50	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)

**Nota 1:** Estos valores son los mínimos deseables. En el caso desde 40 Km/h, a cualquier VD de la carretera de destino, para cualquier tipo de ramal, se podrá reducir VDR en 5 Km/h., siendo el mínimo 25 Km/h.

**Nota 2:** Se deben interpolar las velocidades de diseño en una o ambas direcciones que sean intermedias entre los valores dados.

**Nota 3:** Si el ramal es bidireccional, se aplicará el valor correspondiente al sentido más alto solicitado.

**Tabla 19**  
*Radios mínimos con Peraltes Máximos*

VD RAMAL (KM/H)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
f max %	31	28	25	23	21	19	18	17	16	15	14	13	13
p max %	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7.5	7	6.5	6.5
R min adoptado	15	20	30	40	55	75	90	120	140	170	240	330	400

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)



**Tabla 20**  
*Bermas mínimas en ramales de enlace*

	Ancho Mínimo en Ramales de 1 carril (m)		Ancho Mínimo en Ramales de dos carril (m)		
	V.D. $\leq 70 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$	V.D. $> 70 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$	1 Sentido (Ramales import. entre aut.)	2 Sentidos	
				V.D. $\leq 70 \frac{\text{K/h}}$	V.D. $> 70 \frac{\text{K/h}}$
Derecha	1,50 (1,20)	2,00 (1,20)	2,00 (1,20)	1,50 (1,20)	1,50 (1,20)
Izquierda	0,60	1,00 (0,60)	1,00 (0,60)		

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*

(\*) Los valores entre paréntesis corresponden a los mismos anchos de berma cuando no se desea prever detenciones y se utilizan sardineles.

f. Espaciamiento entre intersecciones a desnivel

Para la definición del espaciamiento entre intersecciones a desnivel se establecen los siguientes criterios:

- Mínimo espaciamiento: 800 metros
- Espaciamiento ideal: 1.200 metros

#### 2.2.8.2. INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS Y NO SEMAFORIZADAS

Uno de los factores que incide directamente en la incidencia de los puntos de colisión es la función del conductor del vehículo. De hecho, el conductor puede crear carreteras inesperadas con movimientos dirigidos. Las rutas no deseadas son el resultado de maniobras inesperadas del vehículo, que provocan un cambio de carril inesperado o que giran a la izquierda o la derecha en carriles rectos. Estas rutas a menudo se proporcionan en intersecciones no autorizadas.

De hecho, cada piloto tiene que averiguar el momento exacto y seguro para realizar el movimiento deseado. Depende de la percepción del tiempo y el espacio del usuario, ya que tiene que decidir cuándo moverse (tiempo) y decidir si es seguro o no. (Depiante V. &( 2011))

#### SEMÁFOROS



Los semáforos modernos muestran la hora de muchas maneras, desde el pre ajuste de dos pasos más simple (tiempo fijo) hasta el multifase más complejo. Esta sección describe el funcionamiento de diferentes tipos de semáforos y su impacto en la capacidad.

Los siguientes términos se utilizan comúnmente para describir el funcionamiento de los semáforos:

- **Ciclo:** Una secuencia completa de instrucciones o mensajes de un semáforo.
- **Duración del ciclo:** El tiempo total (en segundos) que tarda un semáforo en completar un ciclo está representado por el símbolo C.
- **Fase:** Parte de un ciclo asignado a cualquier combinación de movimientos periódicos que pueden pasar por uno o más períodos al mismo tiempo.
- **Intervalo:** El tiempo de visualización de todos los semáforos sigue siendo el mismo.
- **Tiempo de cambio:** Los tiempos "amarillo" y "todo rojo" transcurren entre las fases y le permiten salir de la intersección antes de que se establezca el movimiento opuesto. Esto se indica con el símbolo Y y se expresa en segundos.
- **Tiempo de verde:** Tiempo durante una fase en particular cuando se muestra el indicador "verde": Representado por el símbolo  $G_i$  (para la Fase  $i$ ), en segundos.
- **Tiempo perdido:** La cantidad de tiempo que la intersección no es utilizada por ningún movimiento. Estos períodos ocurren al cambiar de marcha (cuando se despeja la intersección) y al comienzo de un período en el que el primer automóvil de la cola se demora en arrancar.
- **Tiempo de verde efectivo:** El tiempo en un período particular que está realmente disponible para el movimiento permitido generalmente se considera el tiempo verde más el intervalo de cambio menos el tiempo perdido del período en cuestión. Se expresa en segundos y se representa con el símbolo  $i$  (para la fase  $i$ ).
- **Proporción de verde:** La tasa verde efectiva está vinculada al período del ciclo indicado por el símbolo  $g_i / C$  (período  $i$ ).
- **Rojo efectivo:** El período durante el cual un movimiento particular o una serie de movimientos no pueden circular. Es el tiempo del ciclo menos el tiempo verde real para una fase en particular, expresado en segundos e indicado por el símbolo " $r_i$ ". (Highway Capacity Manual (HCM), 2000)



## TIPOS DE MOVIMIENTOS

### DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

Los equipos de control de tráfico, conocidos como semáforos y otros equipos en o cerca de carreteras y autopistas autorizados por las autoridades públicas, tienen derecho a prevenir, regular y dirigir a los usuarios. El despliegue de los equipos de control de tráfico se realiza de acuerdo con la investigación de ingeniería vial a realizar en cada caso, entre otros casos, incluyendo el tipo de vía, uso del suelo, características de diseño según el manual de carreteras: geometría. (DG actual), características operativas, condiciones ambientales y normas de tráfico asociadas. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)

#### Clasificación de dispositivos de control

Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (preventivas), las limitaciones (reguladoras) y las informaciones (informativas). Los dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

#### **A. SEÑALES VERTICALES**

Las señales verticales son dispositivos instalados en laterales o carreteras con el fin de regular el tráfico y alertar e informar a los usuarios mediante las palabras o símbolos establecidos en este manual.

Su implementación se lleva a cabo de acuerdo con los estudios de ingeniería vial mencionados anteriormente y evita el uso excesivo de placas verticales en tramos cortos, ya que podría conducir, por ejemplo, a la contaminación visual y la reducción de la eficiencia. Asimismo, es importante utilizar con regularidad la información y las señales de destino para que los transeúntes puedan conocer su ubicación y destino de manera oportuna. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)

#### **Clasificación de señales verticales:**

- Señales Reguladoras o de Reglamentación: Su propósito es informar a los usuarios de la vía de las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y derechos que existen en el uso de la vía. La omisión constituye un delito que puede conducir a un delito.



- Señales de Prevención: Su propósito es alertar a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de peligros y / o eventos imprevistos que son frecuentes o temporales en o alrededor de la carretera.
- Señales de Información: Su finalidad es orientar a los usuarios y brindarles información para que puedan llegar a su destino de la manera más fácil y directa posible. También proporciona información sobre áreas densamente pobladas, distancias de los servicios al usuario, kilómetros de ruta, nombres de calles, atracciones y más. (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)

## **B. SEÑALES HORIZONTALES**

Consiste en marcas planas en la superficie de la carretera, como líneas horizontales y horizontales, flechas, símbolos, letras, etc., aplicadas o pegadas en aceras, en forma de S, otras estructuras de la carretera y áreas circundantes.

Parte de la señal es un dispositivo de elevación colocado en la carretera, también llamado señalización vial, para indicar control de tráfico, desvío o restricción.

Son fundamentales para el funcionamiento de los vehículos y la seguridad del tráfico, ya que se utilizan para regular o regular el tráfico y advertir y orientar a los usuarios de la vía. Manual de dispositivos de control de tráfico de automóviles en calles y carreteras, 2016)



## CAPITULO 3: METODOLOGIA

### 3.1. Metodología de la Investigación

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

La presente investigación que se realiza contiene un enfoque CUANTITATIVO, ya que es “Un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno, el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio; donde cada etapa precede a la siguiente” Según (Hernández Sampieri, 2014).

#### Método Deductivo

Es aquella orientación que va de lo general a lo específico; es decir que, de un enunciado general del que se va desentrañando partes o elementos específicos. (Caballero Romero, 2008).

Debido a que el tema de investigación se divide en varios puntos de estudio que se medirán de manera independiente para cumplir los objetivos específicos y así cumplir el objetivo general.

#### 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 geometría de la vía, como anchos de carril, pendientes, sus características de funcionamiento, capacidad vial y nivel de servicio.

Es de carácter DESCRIPTIVO en la fase de diagnóstico y CUASI EXPERIMENTAL dado que se cambian los valores de las variables para el modelo de propuesta, ya que el propósito es de describir las propiedades, características de los fenómenos que involucran a los niveles de servicio del sistema vial definido donde se estudiará la circulación del entorno para diferentes escenarios planteados.

Los roles en la presentación mostrarán en detalle el análisis operativo utilizado para evaluar las condiciones del tráfico vial existente, el cierre de la vía y la posterior descripción de las sugerencias de mitigación como contribuciones. La investigación incluye la recopilación de instrumentación de vehículos y peatones, geometría de carreteras e información de campo a nivel del sistema de control de tráfico para describir y predecir modelos antes y después del proyecto





En la segunda etapa será experimental porque mostrará los resultados del análisis para la situación modificada, en cuyo caso se establecerá una relación entre el nivel de servicio o calidad de servicio y la variable dependiente que modifica o cambia este comportamiento

### **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 crearon hipótesis, las cuales fueron verificadas y comprobada en el transcurso de la investigación.

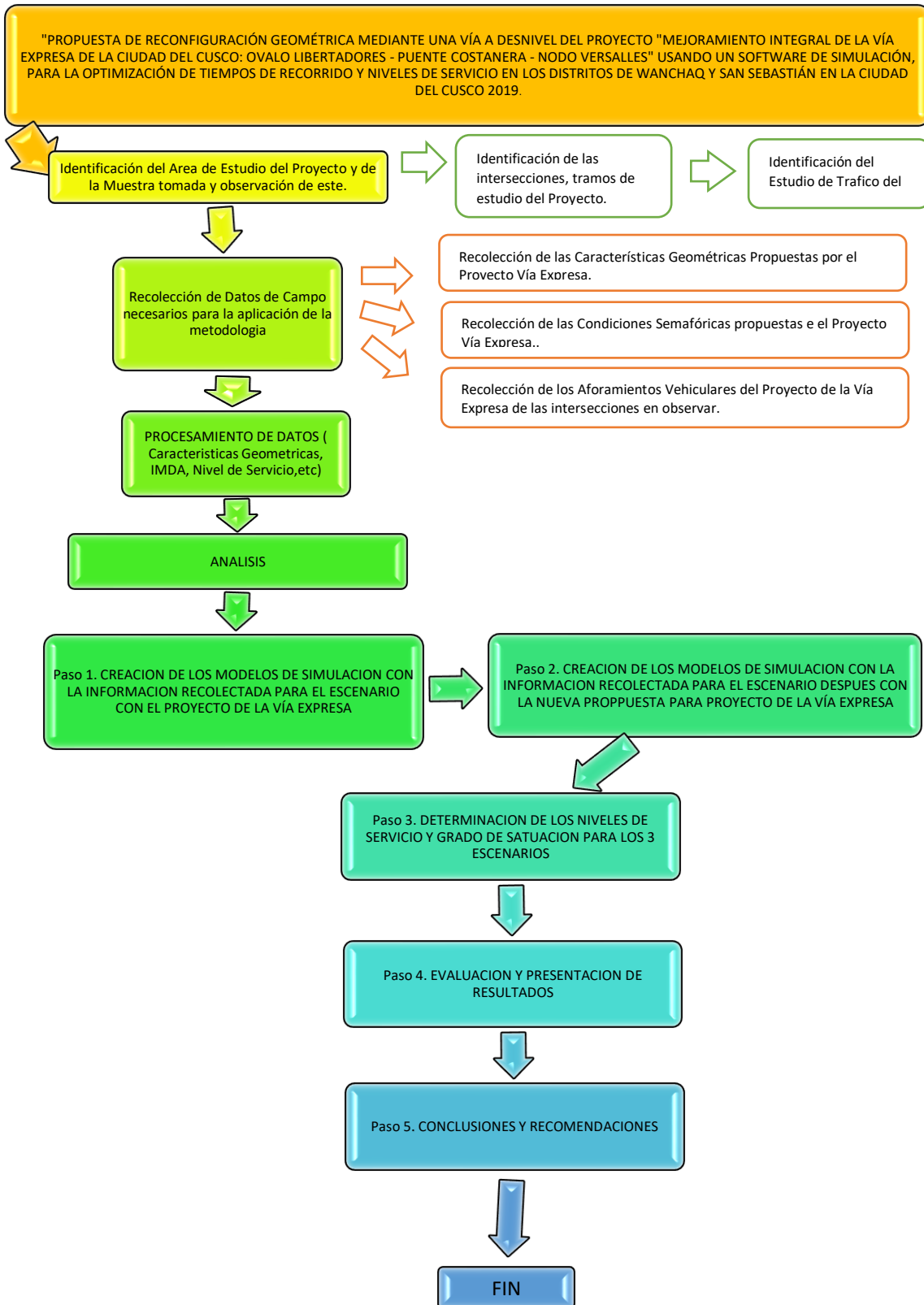
## **3.2. Diseño de Investigación**

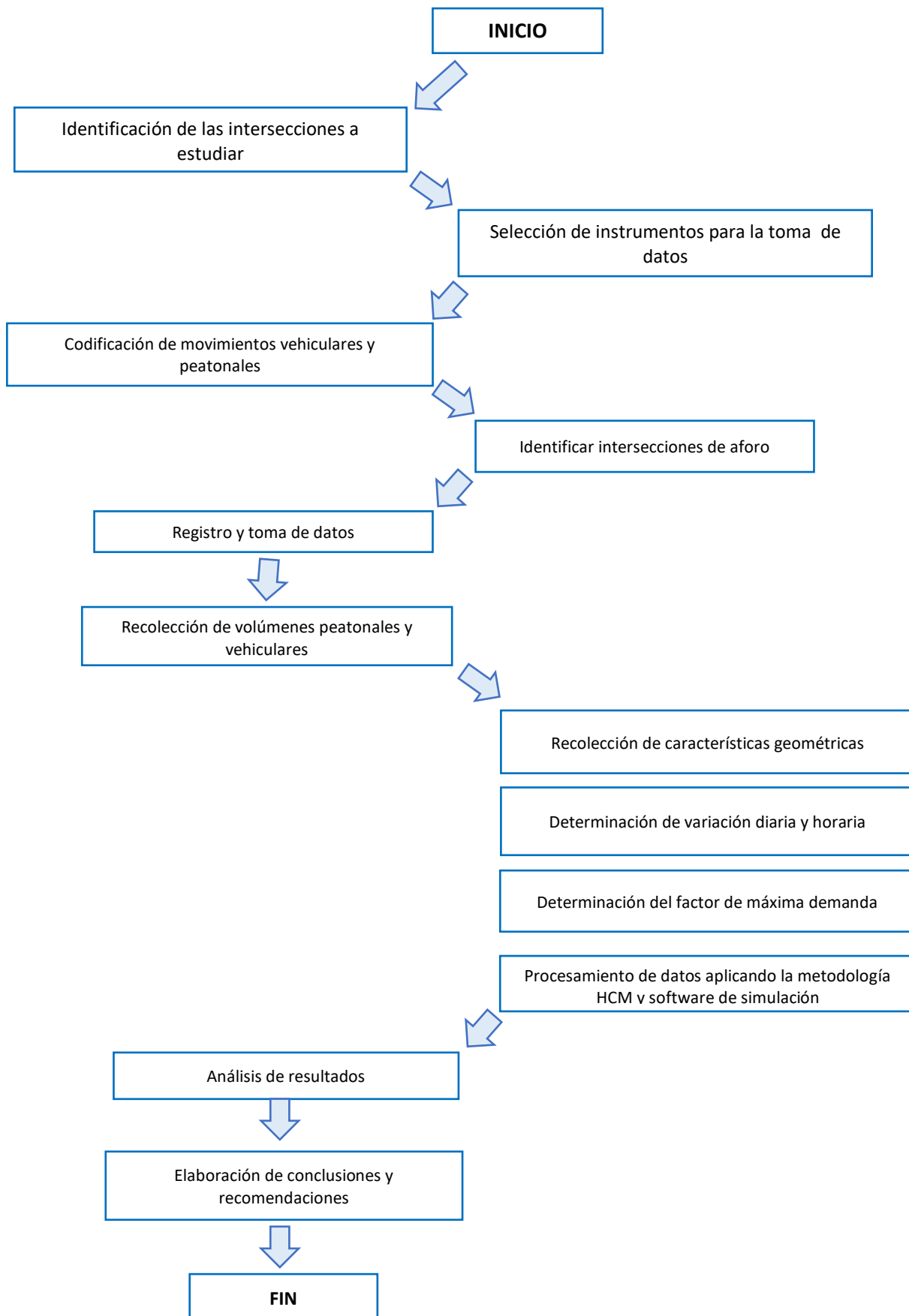
### **3.2.1. Diseño Metodológico**

El diseño metodológico es el no experimental, se podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. (Hernández Sampieri, 2014)



### 3.2.2. Diseño de Ingeniería







### **3.3. Población y Muestra.**

#### **3.3.1. Población**

##### **3.3.1.1. Descripción del Población.**

La población de la investigación viene a ser todas las intersecciones de la Vía Expresa. Que van cruzando los distritos de Wánchaq y San Sebastián, ya que esta es una vía de gran importancia para el descongestionamiento de la ciudad del cusco, por ende, necesita de más estudio y mayor recolección de datos.

##### **3.3.1.2. Cuantificación del Población**

La población descrita equivale al 100% que está conformada por 11 Tramos que considera el Proyecto de la Vía Expresa en su totalidad equivalentes a 8 estaciones principales, que hacen un total de 6.700 Km, donde cada tramo tiene una longitud variable de acuerdo a sus condiciones.

#### **3.3.2. Muestra**

##### **3.3.2.1. Descripción de la Muestra.**

La muestra de la investigación vendrá a ser el 77% que está definida por 6 tramos de la totalidad de la Población equivalente a 4 Estaciones del Proyecto que consta de 5.175 km. De proyecto de la vía Expresa.

##### **3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra**

Se especificará en las siguientes tablas los tramos y estaciones, intersecciones que conforma la muestra de la investigación.

##### **3.3.2.3. Método de Muestreo**

Según Hernández Sampieri (2013), los métodos de muestreo no son de tipo PROBABILISTICO, ya que dependen de las características del estudio en cuanto a población, tamaño de la muestra y criterios del entrevistador más que de probabilidad.

Según Hayes B. (1999), citado por Acuña Domínguez (2017), una muestra censal es una muestra en la que todos los elementos del censo se consideran como muestra. Por lo tanto, utilizamos un método de muestreo no probabilístico en este estudio porque las muestras se ajustaron a la población y se seleccionaron de acuerdo con los investigadores y censal porque la muestra coincide con la población.



#### **3.3.2.4. Criterios de Evaluación de la Muestra.**

En base a información publicada por el INEI y la información proporcionada por el Estudio de preinversión a nivel de factibilidad del proyecto, se observa que, en el planteamiento del proyecto al ser una vía urbana con óvalos semaforizados no cumpliría con ser una vía expresa, por lo que la evaluación de la muestra de la investigación. Se evaluó mediante los criterios expuestos por, Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010). Los criterios utilizados fueron mediante las Guías de observación.

- Conteos vehiculares Existentes y nuevos.
- Especificación de estaciones de conteo
- Determinación de las características geométricas.
- Determinación de las características del tránsito

#### **3.3.3. Criterios de Inclusión.**

Los criterios de inclusión de la muestra de la investigación son:

- Intersecciones con gran flujo vehicular dentro de las 4 Estaciones del Proyecto que se está estudiando (demanda).
- El aforo vehicular está comprendido dentro de la Vía Expresa en las 4 + 700 KM dentro de los distritos de Wánchaq y San Sebastián, las 24 horas durante los 7 días de la semana.
- Intersecciones que ofrezcan mayor capacidad vial (oferta)

Los criterios que determinamos para la inclusión son:

### **3.4. Instrumentos**

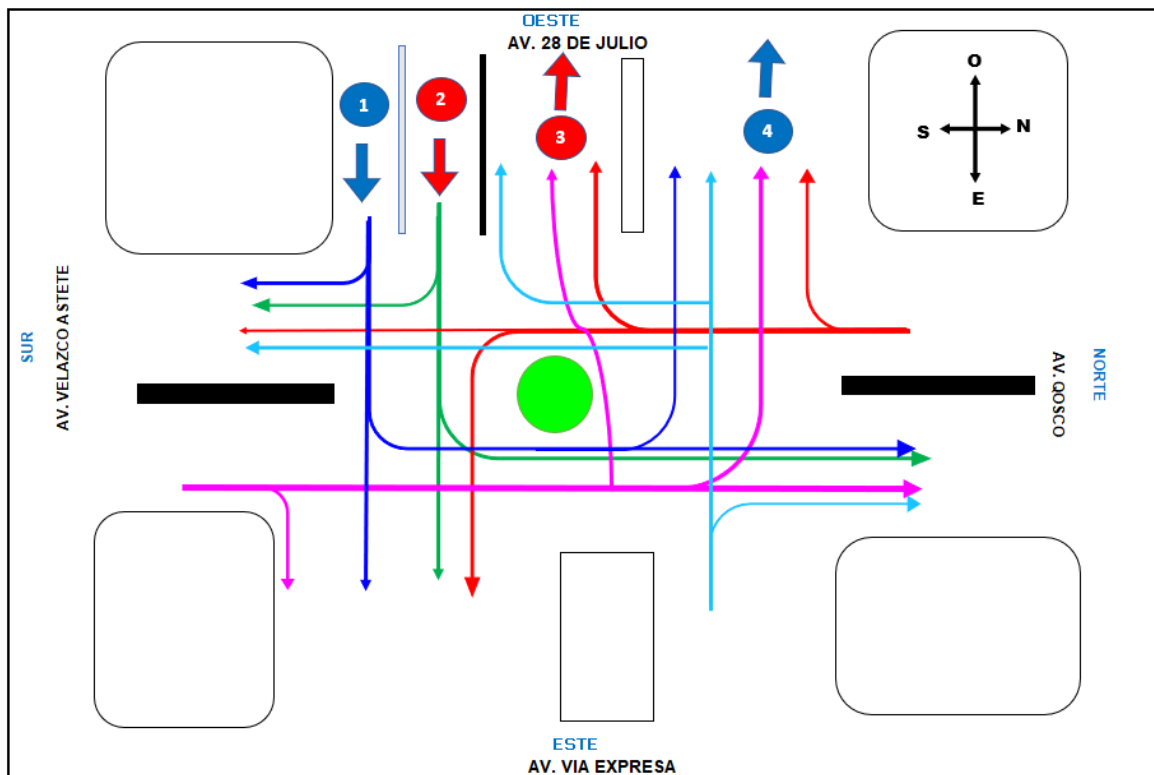
#### **3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de Recolección de Datos**

##### ***3.4.1.1. Ficha de Aforo Vehicular.***

Nos ayuda a determinar el número de vehículos que pasan por una intersección señalizada dentro de un cierto intervalo de tiempo y poder clasificarlos.



**Figura 23**  
*Sentido y ubicación de carriles de la vía expresa*



Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 21**


Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio Vías Principales (Carril 2 y 3).

										
<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>								
<b>ESTUDIO:</b> PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE LÍNEA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>								
<b>INTERSECCIÓN</b> AV. 28 DE JULIO (VIA PRINCIPALES) - OVALO LIBERTADORES (E-1)		<b>TESISTAS:</b> Erick Picoato Huayque Arellano Erick Kollin Huancachoque Liscaya								
<b>UBICACIÓN</b> WANCHAQ - CUSCO		<b>FECHA</b> (CARRIL 2 Y 3)								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									I	%
00:0-01:0										
01:0-02:0										
02:0-03:0										
03:0-04:0										
04:0-05:0										
05:0-06:0										
06:0-07:0										
07:0-08:0										
08:0-09:0										
09:0-10:0										
10:0-11:0										
11:0-12:0										
12:0-13:0										
13:0-14:0										
14:0-15:0										
15:0-16:0										
16:0-17:0										
17:0-18:0										
18:0-19:0										
19:0-20:0										
20:0-21:0										
21:0-22:0										
22:0-23:0										
23:0-24:0										
<b>TOTAL</b>										
%										

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 22:  
Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio Vías Secundaria (Carril 1 y 4).

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>		 <b>F01-T</b>								
				PROPOSTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.						
<b>ESTUDIO:</b> AV. 28 DE JULIO (VIA PRINCIPALES) - OVALO LIBERTADORES (E-1) WANCHAQ - CUSCO		<b>TESISTAS:</b> Esob. Rocasito Huasaja Arellano Esob. Edwin Huamanchaque Liscaya								
<b>UBICACIÓN</b>		<b>FECHA</b> (CARRIL 1 Y 4)								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC. %
00:0-01:0										
01:0-02:0										
02:0-03:0										
03:0-04:0										
04:0-05:0										
05:0-06:0										
06:0-07:0										
07:0-08:0										
08:0-09:0										
09:0-10:0										
10:0-11:0										
11:0-12:0										
12:0-13:0										
13:0-14:0										
14:0-15:0										
15:0-16:0										
16:0-17:0										
17:0-18:0										
18:0-19:0										
19:0-20:0										
20:0-21:0										
21:0-22:0										
22:0-23:0										
23:0-24:0										
<b>TOTAL</b>										
<b>%</b>										

Fuente: Elaboración propia.






**Tabla 23**  
*Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores - Vía Expresa*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>		 <b>F01-T</b>								
				PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE CORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.						
<b>ESTUDIO:</b> OVALO LIBERTADORES - AV. 28 DE JULIO WANCHAQ - CUSCO		<b>TESTISTAS:</b> Bacch. Pizarro Huayta Arellano Bacch. Uchiro Huancachoque Licabur								
<b>INTERSECCIÓN</b> OVALO LIBERTADORES		<b>FECHA</b> OVALO LIBERTADORES								
<b>UBICACIÓN</b> OVALO LIBERTADORES		<b>UBICACIÓN</b> OVALO LIBERTADORES								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC. %
									i	%
00:0-01:0										
01:0-02:0										
02:0-03:0										
03:0-04:0										
04:0-05:0										
05:0-06:0										
06:0-07:0										
07:0-08:0										
08:0-09:0										
09:0-10:0										
10:0-11:0										
11:0-12:0										
12:0-13:0										
13:0-14:0										
14:0-15:0										
15:0-16:0										
16:0-17:0										
17:0-18:0										
18:0-19:0										
19:0-20:0										
20:0-21:0										
21:0-22:0										
22:0-23:0										
23:0-24:0										
<b>TOTAL</b>										
%										

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Qosqo.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		 <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>																
 <b>ESTUDIO:</b>		PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.																
<b>INTERSECCIÓN</b>		OVALO LIBERTADORES - AV. QOSQO																
<b>UBICACIÓN</b>		WANCHAQ - CUSCO																
		<b>TESISTAS:</b>				<b>FECHA</b>												
						<b>OVALO LIBERTADORES - AV. QOSQO</b>												
<b>Hora</b>		<b>AUTOS</b>		<b>PICK UP</b>		<b>SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO</b>		<b>BUS</b>		<b>CAMION LIGERO</b>		<b>CAMION MEDIANO</b>		<b>CAMION PESADO</b>		<b>CAMION ARTICULADO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORC.</b>
																	<b>I</b>	<b>%</b>
00:0-01:0																		
01:0-02:0																		
02:0-03:0																		
03:0-04:0																		
04:0-05:0																		
05:0-06:0																		
06:0-07:0																		
07:0-08:0																		
08:0-09:0																		
09:0-10:0																		
10:0-11:0																		
11:0-12:0																		
12:0-13:0																		
13:0-14:0																		
14:0-15:0																		
15:0-16:0																		
16:0-17:0																		
17:0-18:0																		
18:0-19:0																		
19:0-20:0																		
20:0-21:0																		
21:0-22:0																		
22:0-23:0																		
23:0-24:0																		
<b>TOTAL</b>																		
<b>%</b>																		

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 25

Ficha de Aforamiento Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Velazco Astete

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>		 <b>ESTUDIO:</b> PROYECTO DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAGU Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		 <b>TESISTAS:</b> Fecha: <i>Frasquito Huamani Ayllano</i> Fecha: <i>Victor Humberto Choque Llicahu</i>		<b>F01-T</b>				
				<b>FECHA:</b> OVALO LIBERTADORES - AV. VELAZCO ASTETE WANCHAGU - CUSCO		<b>FECHA:</b> OVALO LIBERTADORES - AV. VELAZCO ASTETE				
Hora	AUTOS 	PICK UP 	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO 	BUS 	CAMION LIGERO 	CAMION MEDIANO 	CAMION PESADO 	CAMION ARTICULADO 	TOTAL	PORC.
									I	%
00:0-01:0										
01:0-02:0										
02:0-03:0										
03:0-04:0										
04:0-05:0										
05:0-06:0										
06:0-07:0										
07:0-08:0										
08:0-09:0										
09:0-10:0										
10:0-11:0										
11:0-12:0										
12:0-13:0										
13:0-14:0										
14:0-15:0										
15:0-16:0										
16:0-17:0										
17:0-18:0										
18:0-19:0										
19:0-20:0										
20:0-21:0										
21:0-22:0										
22:0-23:0										
23:0-24:0										
<b>TOTAL</b>										
%										

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.2. Ficha de Características Geométricas.

**Tabla 26**

*Características Geométricas*

	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS</b>										
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>										
	<b>TESIS : PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL</b> DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.										
TESISTAS :		Rosario Huaraya Arellano ; Jolbin Huancachoque Llicahua									
INTERSECCIÓN :											
A :											
					FECHA						
N° Tramo		Progresiva				Long (km)		Area de Estacionamiento	PARADEROS		Limite de Vel (km/h)
Sentido	Ancho de Calzada (m)	N° de Carriles	Ancho de Carril (m)	Ancho de Vereda (m)	Zona Multi Uso	Peralte	SI ó NO	SI ó NO	N°		

*Fuente: Elaboración propia.*

**3.4.2. Instrumentos de Ingeniería.**

Los instrumentos de ingeniería que utilizamos en la tesis de investigación para la recolección de datos fueron herramientas y equipos de ingeniería, así como software para el procesamiento de datos.

**3.4.2.1 Cámara Filmadora.**

Este instrumento se utiliza para registrar el tráfico de vehículos y peatones, por lo que se deben instalar estratégicamente cámaras con sus propios trípodes para registrar los movimientos de los vehículos durante las horas pico.

Fotografía N°1: Cámara.



*Fuente propia.*



### 3.4.2.2. Cinta Métrica.

Este instrumento se utilizó para la medición de ancho de carril, ancho de acera peatonal, ancho de berma entre otros, por lo que se tomó cada 300mt.

Fotografía N°2: Cinta métrica (medición de ancho de carril)



*Fuente propia.*

### 3.4.2.3. Dron.

Este instrumento nos ayudó a verificar y realizar un levantamiento mediante fotografías y ver la geometría de la vía expresa cusco.

Fotografía N°3: Iniciando vuelo con el dron



*Fuente propia.*

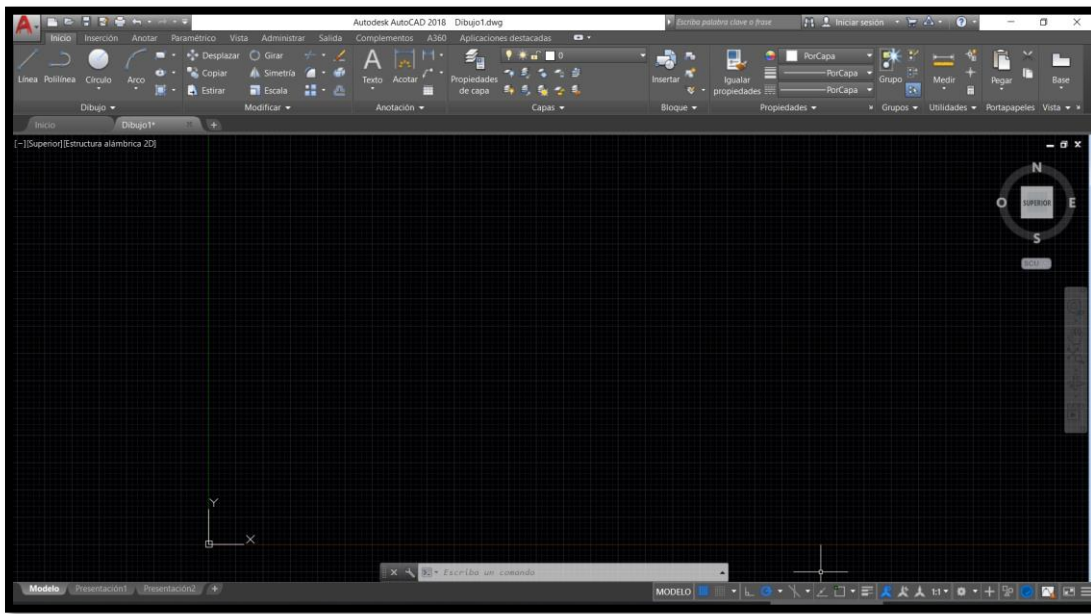


### 3.4.2.4. Software de apoyo: AutoCAD

Instrumento utilizado para el proceso de datos de infraestructura vial, de esta forma, se pueden obtener datos como el ancho y la geometría de la vía.

**Figura 24**

*Pantalla de trabajo Software AutoCAD*



*Fuente propia.*

Softwares y Programas:

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Google Earth Pro
- VISSIM 11
- AUTOCAD Y CIVIL 3D 2021

## 3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

### 3.5.1. Codificación de Movimientos Vehiculares.

En las intersecciones de investigación, se determinó la dirección del tráfico para unificar los movimientos de los vehículos y codificar las ramas de entrada y salida en cada intersección, esto ayudara al procesamiento de datos, como se observa a continuación.



**Figura 25**

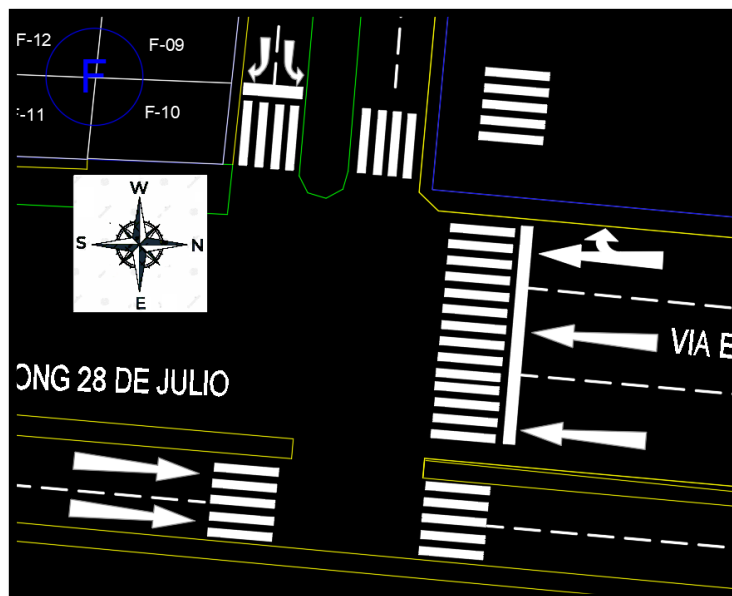
*Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Ovalo los Libertadores*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 26**

*Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Calle Topacios – Calle Brasil – Ovalo Brasil*

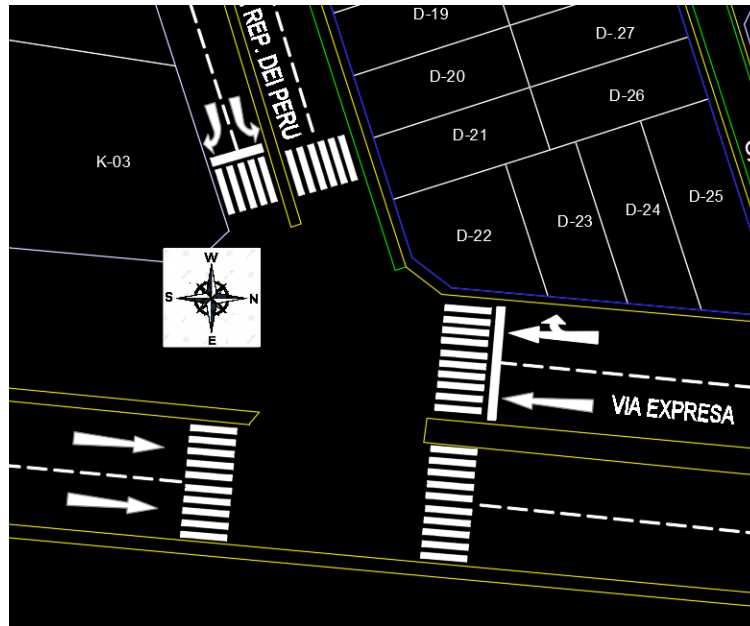


*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura 27**

*Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Av. Republica del Perú – Ovalo República del Perú*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 28**

*Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Av. Tomas Tuyro Tupac – Ovalo Av. Tomas Tuyro Tupac*



*Fuente: Elaboración Propia.*





**Figura 29**

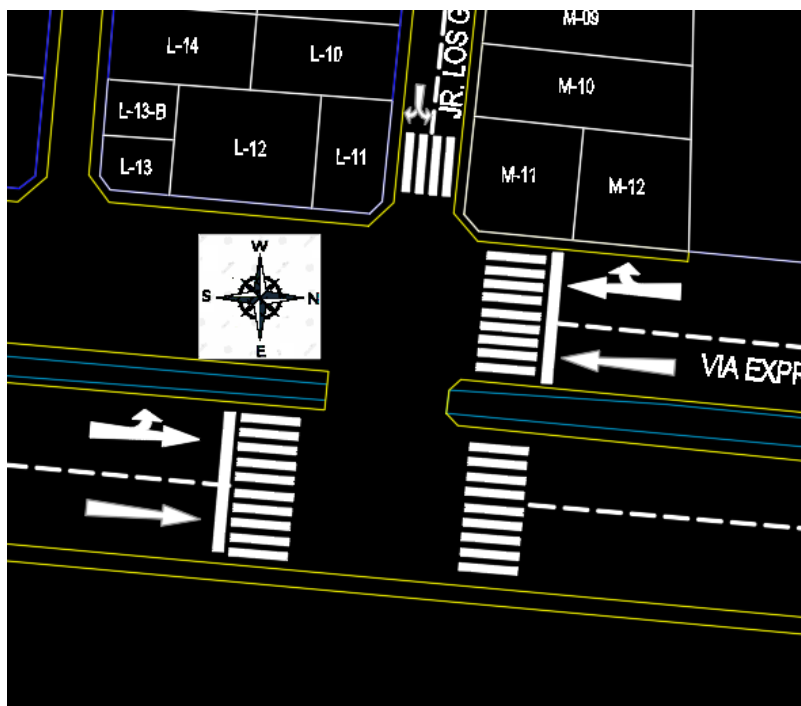
*Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Av. Las Palmeras – Ovalo Av. Las Palmeras*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Figura 30**

*Codificación de movimientos vehiculares en la intersección Calle Jr. Los Geranios – Ovalo Jr. Los Geranios*



*Fuente: Elaboración Propia.*



### 3.5.2. RECOLECCIÓN DE AFORAMIENTOS VEHICULARES

#### 3.5.2.1. Equipos Utilizados

Para realizar el cálculo del volumen vehicular, se tuvo que realizar aforamientos vehiculares durante toda la semana durante las 24 horas del día, en las intersecciones de interés, usando los siguientes equipos de apoyo para unir la información recolectada

- Laptop
- Microsoft Excel

#### 3.5.2.2 Procedimiento

##### 1. OVALO LIBERTADORES

Realizando el estudio de tráfico correspondiente a la tesis “Propuesta de reconfiguración geométrica mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón del proyecto "mejoramiento integral de la vía expresa de la ciudad del cusco: ovalo libertadores - puente costanera - nodo Versalles" usando un OVALO LIBERTADORES software de simulación, para la optimización de tiempos de recorrido y niveles de servicio en los distritos de Wánchaq y San Sebastián en la ciudad del cusco 2019”, se procede con los conteos vehiculares para esta intersección siendo de esta manera el día de hora pico fue el viernes 27 de setiembre del 2019 en un horario de 7:00 a 8:00 am.

**Tabla 27**

Ficha de conteo vehicular Av. 28 de Julio – Ovalo Libertadores, vías principales

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>						
<b>ESTUDIO:</b> PROPIUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		<b>TESISTAS:</b> Bach. Rosario Huareya Arellano Bach. Jolibin Huancachoque Llicahua		<b>FECHA:</b> viernes, 27 de Septiembre de 2019		F01-T				
<b>INTERSECCIÓN</b> OVALO PACHACUTEC - AV. 28 DE JULIO ( VÍA PRINCIPALES) - OVALO LIBERTADORES (E-1)		<b>UBICACIÓN</b> WANCHAQ - CUSCO		<b>TOTAL DE AMBOS - MARTES (CARRIL 2 Y 3)</b>						
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	70	12	3	1	6	3	6	0	101	0.4%
01:0-02:0	37	5	2	0	4	4	3	0	55	0.2%
02:0-03:0	54	2	3	0	4	3	3	1	70	0.3%
03:0-04:0	69	5	4	8	14	1	5	1	107	0.4%
04:0-05:0	86	4	11	11	13	4	19	1	149	0.6%
05:0-06:0	260	20	14	17	43	7	7	0	368	1.5%
06:0-07:0	743	44	56	45	40	13	7	1	949	3.8%
07:0-08:0	1,394	101	50	26	71	18	16	2	1,678	6.7%
08:0-09:0	1,318	128	59	19	105	19	14	3	1,665	6.6%
09:0-10:0	1,121	142	95	7	108	13	14	2	1,502	6.0%
10:0-11:0	1,218	124	53	12	91	25	16	1	1,540	6.1%
11:0-12:0	1,221	122	72	13	99	18	8	0	1,553	6.2%
12:0-13:0	1,191	113	66	17	100	19	16	1	1,523	6.1%
13:0-14:0	1,280	140	81	11	104	26	14	1	1,657	6.6%
14:0-15:0	1,219	99	82	12	110	12	22	0	1,556	6.2%
15:0-16:0	1,208	124	48	24	103	24	11	0	1,542	6.1%
16:0-17:0	1,255	133	44	17	107	19	20	2	1,597	6.4%
17:0-18:0	1,326	126	56	13	78	22	12	1	1,634	6.5%
18:0-19:0	1,379	93	53	15	73	20	12	2	1,647	6.6%
19:0-20:0	1,208	80	62	11	29	5	2	0	1,397	5.6%
20:0-21:0	1,090	43	38	26	32	10	10	0	1,249	5.0%
21:0-22:0	608	37	21	23	11	4	3	1	708	2.8%
22:0-23:0	521	27	8	11	7	2	2	0	578	2.3%
23:0-24:0	270	20	8	5	1	4	5	0	313	1.2%
<b>TOTAL</b>	<b>20,146</b>	<b>1,744</b>	<b>989</b>	<b>344</b>	<b>1,353</b>	<b>295</b>	<b>247</b>	<b>20</b>	<b>25,138</b>	<b>100%</b>
%	80.1%	6.9%	3.9%	1.4%	5.4%	1.2%	1.0%	0.1%	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

Ficha de conteo vehicular Av. 28 de Julio – Ovalo Libertadores, vías auxiliares



<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR		F01-T								
				PROPOSTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.						
<b>ESTUDIO:</b>		<b>TESISTAS:</b>								
<b>INTERSECCIÓN</b>		Bach. Rosario Huaraya Arellano								
<b>UBICACIÓN</b>		Bach. Jobin Huancachoque Litchhua viernes, 27 de Setiembre de 2019								
OVALO PACHACUTEQ - AV. 28 DE JULIO ( VÍA PRINCIPALES) - OVALO LIBERTADORES (E-1) WANCHAQ - CUSCO		<b>TOTAL DE AMBOS - MARTES (CARRIL 1 Y 4)</b>								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	300	10	2	0	0	1	0	0	313	0.9%
01:0-02:0	236	6	6	0	1	2	0	0	251	0.7%
02:0-03:0	179	7	2	0	4	3	0	0	195	0.5%
03:0-04:0	215	6	11	5	6	0	0	0	243	0.7%
04:0-05:0	222	5	14	2	7	3	0	0	253	0.7%
05:0-06:0	540	16	47	3	6	5	0	0	617	1.7%
06:0-07:0	1,122	54	116	5	15	2	0	0	1,314	3.6%
07:0-08:0	2,094	67	200	9	45	7	0	0	2,422	6.7%
08:0-09:0	2,123	89	190	7	52	5	0	0	2,466	6.8%
09:0-10:0	1,859	102	182	8	57	3	0	0	2,211	6.1%
10:0-11:0	1,704	112	176	6	64	6	0	0	2,068	5.7%
11:0-12:0	1,867	111	162	3	60	5	1	0	2,209	6.1%
12:0-13:0	1,802	90	174	7	48	6	0	0	2,127	5.9%
13:0-14:0	1,814	77	147	1	47	12	1	0	2,099	5.8%
14:0-15:0	1,762	124	196	3	71	5	0	0	2,161	6.0%
15:0-16:0	1,658	80	164	5	50	8	2	0	1,967	5.5%
16:0-17:0	1,719	105	176	3	46	8	0	0	2,057	5.7%
17:0-18:0	1,750	124	192	2	57	2	0	0	2,127	5.9%
18:0-19:0	1,903	117	179	6	45	6	0	0	2,256	6.3%
19:0-20:0	1,578	73	117	1	19	5	0	0	1,793	5.0%
20:0-21:0	1,676	55	72	51	20	0	0	0	1,874	5.2%
21:0-22:0	1,265	55	76	5	14	1	0	0	1,416	3.9%
22:0-23:0	927	40	24	4	4	2	0	0	1,001	2.8%
23:0-24:0	573	15	8	0	1	3	0	0	600	1.7%
<b>TOTAL</b>	<b>30,888</b>	<b>1,540</b>	<b>2,633</b>	<b>136</b>	<b>739</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>36,040</b>	<b>100.0%</b>
%	85.7%	4.3%	7.3%	0.4%	2.1%	0.3%	0.0%	0.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 29**



Ficha de Conteo Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Vía Expresa (Entrada y Salida)

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR		 F01-T		PROPIEDAD DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.									
				TESISTAS: Ov. Pachacutec - Av. 28 de Julio (Vía Principales) - Ovalo Libertadores (E-1) Wanchaq - Cusco					FECHA: viernes, 27 de Septiembre de 2019				
ESTUDIO: INTERSECCIÓN UBICACIÓN		TOTAL DE AMBOS - VIERNES											
		AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.		
		Hora								Σ	%		
		00.0-01.0	273	19	1	0	4	4	1	308	0.7%		
		01.0-02.0	195	7	6	0	5	4	0	219	0.5%		
		02.0-03.0	139	6	3	0	8	3	0	163	0.4%		
		03.0-04.0	146	5	8	4	4	4	2	177	0.4%		
		04.0-05.0	208	5	9	10	6	3	0	250	0.6%		
		05.0-06.0	475	39	24	19	27	5	1	598	1.5%		
		06.0-07.0	1,146	56	63	32	40	7	2	1,351	3.3%		
		07.0-08.0	2,216	147	123	23	81	30	2	2,640	6.4%		
		08.0-09.0	2,472	188	106	22	98	30	3	2,912	7.1%		
		09.0-10.0	2,190	177	130	5	126	12	2	2,650	6.4%		
		10.0-11.0	2,142	183	110	8	118	24	1	2,596	6.3%		
		11.0-12.0	2,032	172	86	9	114	19	0	2,441	5.9%		
		12.0-13.0	2,061	162	92	14	113	17	2	2,475	6.0%		
		13.0-14.0	2,063	197	86	9	116	23	1	2,507	6.1%		
		14.0-15.0	1,970	180	89	10	113	9	0	2,391	5.8%		
		15.0-16.0	1,926	170	95	21	122	26	0	2,374	5.8%		
		16.0-17.0	2,000	157	95	13	109	13	2	2,410	5.9%		
		17.0-18.0	2,088	185	83	12	104	16	0	2,503	6.1%		
		18.0-19.0	2,201	162	90	18	58	4	2	2,548	6.2%		
		19.0-20.0	2,093	109	85	29	55	24	0	2,406	5.9%		
		20.0-21.0	1,775	69	47	23	33	5	0	1,958	4.8%		
		21.0-22.0	1,482	70	44	24	22	3	1	1,650	4.0%		
		22.0-23.0	908	36	22	9	3	1	0	981	2.4%		
		23.0-24.0	557	33	9	11	2	4	0	617	1.5%		
		<b>TOTAL</b>	<b>34,758</b>	<b>2,514</b>	<b>1,506</b>	<b>325</b>	<b>1,481</b>	<b>286</b>	<b>22</b>	<b>41,125</b>	<b>100%</b>		
		%	84.5%	6.1%	3.7%	0.8%	3.6%	0.7%	0.6%	100.0%			

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 30**

Ficha de Conteo Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Qosqo (Entrada y Salida)

		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b></p>				<p style="text-align: center;">FM - T</p>				
ESTUDIO:		PROPUESTA DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.								
INTERSECCION		AV. LA CULTURA - AV. QOSCO - OVALO LIBERTADORES (E-1)								
UBICACION		WANCHAQ - CUSCO								
		TESISTAS:		viernes, 27 de Setiembre de 2019						
		Bach. Rosario Huayta Arellano		Bach. Jobin Huancachoque Licahua						
		TOTAL DE AMBOS - VIERNES								
Hora	AUTOS	PICKUP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION UGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	84	4	1	0	2	0	0	0	91	0.5%
01:0-02:0	114	6	0	1	1	0	0	0	122	0.6%
02:0-03:0	100	4	0	1	0	0	0	0	105	0.5%
03:0-04:0	95	5	2	2	0	0	0	0	104	0.5%
04:0-05:0	124	3	3	1	0	1	0	0	132	0.7%
05:0-06:0	222	10	8	0	4	0	0	0	244	1.3%
06:0-07:0	567	25	11	2	8	2	0	0	615	3.2%
07:0-08:0	944	52	49	0	44	11	0	0	1,100	5.7%
08:0-09:0	848	63	30	0	37	13	0	0	991	5.1%
09:0-10:0	1,178	74	65	0	62	4	0	0	1,383	7.2%
10:0-11:0	1,082	77	59	0	43	1	0	0	1,262	6.5%
11:0-12:0	1,061	61	29	0	56	6	0	0	1,213	6.3%
12:0-13:0	1,154	66	30	0	48	0	0	0	1,298	6.7%
13:0-14:0	1,146	87	50	0	39	4	0	0	1,326	6.9%
14:0-15:0	1,114	73	44	0	34	9	0	0	1,274	6.6%
15:0-16:0	1,060	87	50	0	36	4	0	0	1,237	6.4%
16:0-17:0	1,093	88	39	0	21	6	0	0	1,237	6.4%
17:0-18:0	1,258	68	22	0	28	0	0	0	1,376	7.1%
18:0-19:0	1,187	55	28	0	32	3	0	0	1,305	6.7%
19:0-20:0	944	52	18	1	8	0	0	0	1,023	5.3%
20:0-21:0	675	27	8	1	10	0	0	0	721	3.7%
21:0-22:0	534	20	6	0	3	0	0	0	563	2.9%
22:0-23:0	330	14	5	0	1	0	0	0	350	1.8%
23:0-24:0	255	7	7	0	1	0	0	0	270	1.4%
<b>TOTAL</b>	<b>17,159</b>	<b>1,028</b>	<b>564</b>	<b>9</b>	<b>518</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19,342</b>	<b>100.0%</b>
%	88.7%	5.3%	2.9%	0.0%	2.7%	0.3%	0.0%	0.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31**

Ficha de Conteo Vehicular del Ovalo Libertadores – Av. Velazco Astete (Entrada y Salida)

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> FORMATO DE APORAMIENTO VEHICULAR								
<b>ESTUDIO:</b> PROPOSTA DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO - OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		<b>TESTEAS:</b> Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Joblin Huaracchoque Llicahuá		viernes, 27 de Setiembre de 2019						
<b>INTERSECCION</b> AEROPUERTO - AV. VELAZCO ASTETE - OVALO LIBERTADORES (E-1)		<b>FECHA</b>								
<b>UBICACION</b> WANCHAQ - CUSCO		<b>TOTAL DE AMBOS - VIERNES</b>								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	325	25	3	1	9	1	0	0	364	0,8%
01:0-02:0	196	10	4	0	5	0	3	0	218	0,5%
02:0-03:0	177	13	1	5	8	4	0	0	208	0,5%
03:0-04:0	143	5	5	5	20	0	0	0	178	0,4%
04:0-05:0	263	3	18	5	25	6	7	0	327	0,7%
05:0-06:0	747	47	78	9	32	4	0	0	917	2,0%
06:0-07:0	1.792	86	186	18	41	3	0	0	2.126	4,7%
07:0-08:0	2.231	125	200	12	78	14	0	0	2.660	5,8%
08:0-09:0	2.294	147	209	3	97	13	2	0	2.765	6,1%
09:0-10:0	2.174	151	219	4	98	13	3	0	2.662	5,8%
10:0-11:0	2.041	142	213	3	100	17	3	0	2.519	5,5%
11:0-12:0	2.082	163	199	5	116	12	3	0	2.560	5,7%
12:0-13:0	2.004	129	211	11	88	17	7	1	2.468	5,4%
13:0-14:0	2.242	159	234	6	86	18	2	1	2.748	6,0%
14:0-15:0	2.163	142	232	7	100	11	9	0	2.664	5,8%
15:0-16:0	2.184	165	203	11	99	14	6	0	2.682	5,9%
16:0-17:0	2.056	172	196	5	87	7	6	0	2.529	5,6%
17:0-18:0	2.049	161	195	3	88	8	1	0	2.505	5,5%
18:0-19:0	2.208	134	162	4	66	15	0	0	2.589	5,7%
19:0-20:0	1.993	109	168	3	48	5	5	0	2.331	5,1%
20:0-21:0	1.759	68	104	6	23	8	2	0	1.970	4,3%
21:0-22:0	1.504	93	68	10	5	8	0	0	1.688	3,7%
22:0-23:0	1.166	22	36	8	7	1	0	0	1.240	2,7%
23:0-24:0	2.575	22	16	2	1	2	2	0	2.620	5,8%
<b>TOTAL</b>	<b>38.368</b>	<b>2.293</b>	<b>3.160</b>	<b>146</b>	<b>1.327</b>	<b>201</b>	<b>61</b>	<b>2</b>	<b>45.558</b>	<b>100,0%</b>
%	84,2%	5,0%	6,9%	0,3%	2,9%	0,4%	0,1%	0,0%	100,0%	

Fuente: Elaboración Propia



## 2. AV. REPUBLICA DEL PERÚ

Realizando el estudio de tráfico correspondiente a la tesis “Propuesta de reconfiguración geométrica mediante una vía a desnivel del proyecto "mejoramiento integral de la vía expresa de la ciudad del cusco: ovalo libertadores - puente costanera - nodo Versalles" usando un software de simulación, para la optimización de tiempos de recorrido y niveles de servicio en los distritos de Wánchaq y san Sebastián en la ciudad del cusco 2019”, se procede con los conteos vehiculares para esta intersección siendo de esta manera el día de hora pico fue el lunes 30 de setiembre del 2019 en un horario de 7:00 a 8:00 am



**Tabla 32**

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Republica de Perú total de los Giros 1, 2, 3.

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>PROUESTA DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.</b>		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>TESISTAS:</b>		<b>FECHA:</b>		<b>PORC.</b>	
										<b>Σ</b>	<b>%</b>	<b>Σ</b>	<b>%</b>		
<b>ESTUDIO:</b>		<b>INTERSECCION</b>		<b>UBICACION</b>		<b>FECHA</b>		<b>TESISTAS:</b>		<b>FECHA:</b>		<b>PORC.</b>			
<b>AV. EXPRESA -CA. REPUBLICA DEL PERU (E-2)</b>		<b>WANCHAQ - CUSCO</b>		<b>Bach. Rosario Huaraya Arellano</b> <b>Bach. Jobin Huanchachoque Licahua</b>		<b>lunes, 30 de Setiembre de 2019</b>		<b>PORC.</b>		<b>F01-T</b>					
<b>TOTAL DE AMBOS - GIROS 1, 2 Y 3</b>															
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.					
00:0-01:0	3	1	0	0	1	2	3	0	10	0.4%					
01:0-02:0	5	0	0	0	2	1	0	0	8	0.3%					
02:0-03:0	4	1	1	0	0	2	0	0	8	0.3%					
03:0-04:0	13	1	0	0	0	0	1	0	15	0.6%					
04:0-05:0	19	0	0	1	4	0	4	0	28	1.1%					
05:0-06:0	12	2	1	8	2	0	3	0	28	1.1%					
06:0-07:0	61	4	6	13	6	3	9	0	102	3.9%					
07:0-08:0	142	19	10	10	13	5	7	0	206	7.9%					
08:0-09:0	148	36	15	13	21	12	8	0	253	9.7%					
09:0-10:0	99	33	14	10	28	11	6	0	201	7.7%					
10:0-11:0	100	30	14	2	14	9	7	0	176	6.8%					
11:0-12:0	73	31	15	6	26	8	8	0	167	6.4%					
12:0-13:0	67	25	3	3	11	7	4	1	121	4.6%					
13:0-14:0	104	19	11	5	17	7	8	0	171	6.6%					
14:0-15:0	71	15	4	5	12	6	11	0	124	4.8%					
15:0-16:0	85	22	3	10	12	2	6	1	141	5.4%					
16:0-17:0	109	23	7	8	11	5	6	0	169	6.5%					
17:0-18:0	84	24	6	5	17	16	7	1	160	6.1%					
18:0-19:0	123	15	7	6	12	12	11	0	186	7.1%					
19:0-20:0	76	15	3	5	4	3	3	0	109	4.2%					
20:0-21:0	66	7	6	10	6	5	4	0	104	4.0%					
21:0-22:0	37	6	0	11	3	5	2	0	64	2.5%					
22:0-23:0	27	1	0	7	1	1	2	1	40	1.5%					
23:0-24:0	10	1	0	4	0	0	1	0	16	0.6%					
<b>TOTAL</b>	<b>1,538</b>	<b>331</b>	<b>126</b>	<b>142</b>	<b>223</b>	<b>122</b>	<b>121</b>	<b>4</b>	<b>2,607</b>	<b>100%</b>					
%	59.0%	12.7%	4.8%	5.4%	8.6%	4.7%	4.6%	0.2%	<b>2,607</b>	<b>100.0%</b>					

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 33**

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Republica de Perú total de los Giros 4, 5, 6.

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR		F01-T								
				PROPIETA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO- OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.						
<b>ESTUDIO:</b> AV. EXPRESA -CA. REPUBLICA DEL PERÚ (E-2)		<b>TESTISTAS:</b> Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Jobin Huanchoque Licahua								
<b>INTERSECCIÓN</b> WANCHAQ - CUSCO		<b>FECHA</b> lunes, 30 de Setiembre de 2019								
<b>UBICACIÓN</b>		TOTAL DE AMBOS - GIROS 4,5 Y 6								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	11	2	0	0	1	0	1	0	15	0.2%
01:0-02:0	11	2	0	0	1	0	1	0	15	0.2%
02:0-03:0	11	0	1	1	1	0	5	0	19	0.2%
03:0-04:0	15	1	0	0	1	1	0	0	18	0.2%
04:0-05:0	29	1	1	7	2	1	5	0	46	0.6%
05:0-06:0	229	8	9	37	9	5	17	0	314	4.0%
06:0-07:0	151	14	4	33	98	0	15	0	315	4.0%
07:0-08:0	828	33	21	36	28	19	15	0	980	12.4%
08:0-09:0	508	45	25	22	44	11	18	0	673	8.5%
09:0-10:0	422	38	15	26	33	10	9	0	553	7.0%
10:0-11:0	332	56	24	17	43	12	10	0	484	6.3%
11:0-12:0	338	51	21	29	45	13	13	0	510	6.5%
12:0-13:0	257	50	16	38	61	19	13	1	455	5.8%
13:0-14:0	316	29	10	13	25	17	5	2	417	5.3%
14:0-15:0	303	21	24	13	27	11	6	2	407	5.1%
15:0-16:0	315	38	20	16	37	14	10	2	452	5.7%
16:0-17:0	367	42	28	18	48	7	5	0	507	6.4%
17:0-18:0	438	54	28	25	45	7	14	2	613	7.8%
18:0-19:0	305	50	27	8	35	11	9	0	445	5.6%
19:0-20:0	159	14	29	13	14	0	5	0	234	3.0%
20:0-21:0	118	13	24	7	10	1	2	2	177	2.2%
21:0-22:0	134	7	12	1	1	0	3	0	158	2.0%
22:0-23:0	44	6	4	0	4	1	0	0	59	0.7%
23:0-24:0	26	0	0	1	0	1	0	0	28	0.4%
<b>TOTAL</b>	<b>5,667</b>	<b>575</b>	<b>335</b>	<b>361</b>	<b>613</b>	<b>161</b>	<b>181</b>	<b>11</b>	<b>7,904</b>	<b>100.0%</b>
%	71.7%	7.3%	4.2%	4.6%	7.8%	2.0%	2.3%	0.1%	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 34**

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Republica de Perú total de los Giros 7, 8, 9.

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>						
<b>ESTUDIO:</b> PROPUESTA DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO, OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		<b>TESTISTAS:</b> Bach. Rosario Huarajya Arellano Bach. Jobin Huarcenclague Litalhua		<b>FECHA:</b> Lunes, 30 de Setiembre de 2019						
<b>INTERSECCION</b> AV. EXPRESA -CA. REPUBLICA DEL PERU (E-2)		<b>UBICACION</b> WANCHAQ - CUSCO		<b>TOTAL DE AMBOS - GIROS 7, 8 Y 9</b>						
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	4	2	0	0	0	0	2	0	8	0.3%
01:0-02:0	3	2	0	0	0	0	3	0	8	0.3%
02:0-03:0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.0%
03:0-04:0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1%
04:0-05:0	9	0	0	0	2	0	0	0	11	0.4%
05:0-06:0	13	0	0	0	0	5	0	0	18	0.7%
06:0-07:0	48	7	15	0	5	8	0	0	83	3.2%
07:0-08:0	95	15	21	0	10	5	2	0	148	5.8%
08:0-09:0	146	21	32	1	10	5	5	1	221	8.6%
09:0-10:0	122	19	65	0	21	8	2	2	239	9.3%
10:0-11:0	112	26	23	0	19	2	4	0	186	7.3%
11:0-12:0	106	30	40	0	13	6	6	1	202	7.9%
12:0-13:0	87	27	35	0	14	11	3	0	177	6.9%
13:0-14:0	82	17	26	0	11	11	2	0	149	5.8%
14:0-15:0	85	33	10	21	12	6	4	0	171	6.7%
15:0-16:0	94	19	33	0	17	20	4	0	187	7.3%
16:0-17:0	95	22	26	0	7	8	4	0	162	6.3%
17:0-18:0	104	32	28	0	14	4	6	0	188	7.3%
18:0-19:0	76	19	23	0	9	4	10	0	141	5.5%
19:0-20:0	49	11	26	0	11	2	3	0	102	4.0%
20:0-21:0	37	4	24	0	3	1	0	0	69	2.7%
21:0-22:0	27	3	17	2	2	1	3	0	55	2.1%
22:0-23:0	25	0	1	0	0	0	1	0	27	1.1%
23:0-24:0	7	1	0	0	0	0	2	0	10	0.4%
<b>TOTAL</b>	<b>1,428</b>	<b>311</b>	<b>445</b>	<b>24</b>	<b>180</b>	<b>107</b>	<b>66</b>	<b>4</b>	<b>2,565</b>	<b>100.0%</b>
%	55.7%	12.1%	17.3%	0.9%	7.0%	4.2%	2.6%	0.2%	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia





3. AV. LAS PALMERAS

Realizando el estudio de tráfico correspondiente a la tesis "Propuesta de reconfiguración geométrica mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón del proyecto "mejoramiento integral de la vía expresa de la ciudad del cusco: ovalo libertadores - puente costanera - nodo Versalles" usando un software de simulación, para la optimización de tiempos de recorrido y niveles de servicio en los distritos de Wánchaq y san Sebastián en la ciudad del cusco 2019", se procede con los conteos vehiculares para esta intersección siendo de esta manera el día de hora pico fue el martes 08 de Octubre del 2019 en un horario de 7:00 a 8:00 am



**Tabla 35:**

*Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Las Palmeras total de los Giros 1, 2, 3.*

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>				<b>TESISTAS:</b>		<b>FECHA:</b>	
								Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Jobin Huaracchoque Litahua		martes, 08 de Octubre de 2019	
<b>ESTUDIO:</b>		<b>INTERSECCIÓN</b>		VIA EXPRESA – CA. LAS PALMERAS (E-3)		<b>UBICACIÓN</b>		WANCHAQ - CUSCO		<b>TOTAL DE AMBOS - GIROS 1, 2 Y 3</b>	
										WANCHAQ - CUSCO	
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.	%
00:0-01:0	25	4	7	0	0	0	0	0	36	1,2%	1,2%
01:0-02:0	15	1	0	0	0	0	0	0	16	0,5%	0,5%
02:0-03:0	12	1	0	0	2	0	0	0	15	0,5%	0,5%
03:0-04:0	9	3	0	0	1	0	2	0	15	0,5%	0,5%
04:0-05:0	14	2	0	3	0	0	1	0	20	0,7%	0,7%
05:0-06:0	22	1	2	2	0	0	0	1	28	1,0%	1,0%
06:0-07:0	45	2	3	2	2	3	1	0	58	2,0%	2,0%
07:0-08:0	137	16	8	5	15	8	1	1	191	6,6%	6,6%
08:0-09:0	177	19	8	3	28	10	2	0	247	8,5%	8,5%
09:0-10:0	147	33	8	4	21	11	1	0	225	7,7%	7,7%
10:0-11:0	105	39	4	4	26	8	1	0	187	6,4%	6,4%
11:0-12:0	112	19	6	2	24	13	0	0	176	6,0%	6,0%
12:0-13:0	118	29	10	4	28	9	2	0	200	6,9%	6,9%
13:0-14:0	132	14	12	3	24	8	1	0	194	6,7%	6,7%
14:0-15:0	101	20	6	2	20	13	2	0	164	5,6%	5,6%
15:0-16:0	100	23	7	1	30	12	4	0	177	6,1%	6,1%
16:0-17:0	133	27	4	2	27	11	2	0	206	7,1%	7,1%
17:0-18:0	111	30	12	2	17	12	6	0	190	6,5%	6,5%
18:0-19:0	116	18	11	0	17	4	7	0	173	5,9%	5,9%
19:0-20:0	96	17	3	2	10	5	0	1	134	4,6%	4,6%
20:0-21:0	60	13	3	1	10	3	1	0	91	3,1%	3,1%
21:0-22:0	62	5	5	0	7	0	1	0	80	2,7%	2,7%
22:0-23:0	25	4	0	0	3	1	0	0	33	1,1%	1,1%
23:0-24:0	47	6	3	1	1	2	0	0	60	2,1%	2,1%
<b>TOTAL</b>	<b>1,921</b>	<b>346</b>	<b>122</b>	<b>43</b>	<b>313</b>	<b>133</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>2,916</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
%	65,5%	11,9%	4,2%	1,5%	10,7%	4,6%	1,2%	0,1%	100,0%		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 36

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Las Palmeras total de los Giros 4, 5, 6



		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>				<b>TESTISTAS:</b>		<b>FECHA:</b>		
						Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Joblin Huancachoque Licahua		martes, 08 de Octubre de 2019		
<b>ESTUDIO:</b>		VIA EXPRESA – CA. LAS PALMERAS (E-3) WANCHAQ - CUSCO		<b>INTERSECCIÓN</b>		<b>UBICACIÓN</b>		<b>TOTAL DE AMBOS - GROS 4,5 Y 6</b>		
PROPIETA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO. OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.										
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC. %
00:0-01:0	32	1	0	0	0	0	0	0	33	0.7%
01:0-02:0	21	1	0	0	0	0	1	0	23	0.5%
02:0-03:0	14	2	1	0	3	0	0	0	20	0.4%
03:0-04:0	10	1	1	0	0	1	0	0	13	0.3%
04:0-05:0	31	4	0	1	1	1	2	0	40	0.9%
05:0-06:0	59	0	5	2	0	0	2	0	68	1.5%
06:0-07:0	107	12	13	0	5	5	1	0	143	3.1%
07:0-08:0	462	36	30	1	35	5	0	1	570	12.2%
08:0-09:0	314	28	32	2	25	14	2	0	417	8.9%
09:0-10:0	234	29	25	3	30	10	2	1	334	7.1%
10:0-11:0	188	37	17	2	0	0	1	0	245	5.2%
11:0-12:0	199	31	15	4	19	5	3	0	276	5.9%
12:0-13:0	165	28	18	2	28	5	0	0	246	5.3%
13:0-14:0	166	23	18	2	21	7	2	0	239	5.1%
14:0-15:0	174	34	16	0	30	8	1	0	263	5.6%
15:0-16:0	181	27	27	2	28	6	2	0	273	5.8%
16:0-17:0	209	35	22	3	36	12	4	0	321	6.9%
17:0-18:0	215	35	15	4	34	7	4	0	314	6.7%
18:0-19:0	204	24	19	7	14	11	3	0	282	6.0%
19:0-20:0	137	11	11	2	9	6	2	0	178	3.8%
20:0-21:0	110	14	11	1	2	2	1	0	141	3.0%
21:0-22:0	79	8	10	0	0	0	1	0	98	2.1%
22:0-23:0	79	11	2	0	1	0	0	0	93	2.0%
23:0-24:0	37	2	3	1	0	1	0	0	44	0.9%
<b>TOTAL</b>	<b>3.427</b>	<b>434</b>	<b>311</b>	<b>39</b>	<b>321</b>	<b>106</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>4.674</b>	<b>100.0%</b>
%	73.3%	9.3%	6.7%	0.8%	6.9%	2.3%	0.7%	0.0%		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 37

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Las Palmeras total de los Giros 7, 8, 9

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR		TESISTAS:		FECHA:		PORC				
				Bach. Rosalvo Huaraya Arellano Bach. Jobin Huancachoque Litchua		martes, 08 de Octubre de 2019		F01-T				
ESTUDIO: PROYECTO DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		VIA EXPRESA - CA. LAS PALMERAS (E-3) WANCHAQ - CUSCO		TOTAL DE AMBOS - GIROS 7, 8 Y 9								
INTERSECCIÓN	UBICACIÓN	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	Σ	%
00:00-01:00		24	0	1	0	0	0	0	0	25	2.4%	
01:00-02:00		10	1	0	1	1	0	0	0	13	1.2%	
02:00-03:00		9	2	0	0	0	0	0	0	11	1.0%	
03:00-04:00		4	2	0	0	1	0	0	0	7	0.7%	
04:00-05:00		20	2	1	0	0	0	0	0	23	2.2%	
05:00-06:00		34	1	1	0	1	0	0	0	37	3.5%	
06:00-07:00		19	0	1	0	2	0	0	0	22	2.1%	
07:00-08:00		70	4	3	0	10	2	0	0	89	8.5%	
08:00-09:00		68	2	1	0	5	0	0	0	76	7.2%	
09:00-10:00		54	2	1	0	6	0	0	0	63	6.0%	
10:00-11:00		52	3	1	2	8	1	0	0	67	6.4%	
11:00-12:00		54	0	0	0	7	0	0	0	61	5.8%	
12:00-13:00		29	3	4	1	6	0	0	0	43	4.1%	
13:00-14:00		49	2	1	0	6	0	0	0	58	5.5%	
14:00-15:00		38	4	2	0	2	0	0	0	46	4.4%	
15:00-16:00		51	1	1	0	2	0	0	0	55	5.2%	
16:00-17:00		47	3	0	0	3	0	0	0	53	5.1%	
17:00-18:00		58	6	0	0	6	0	0	0	70	6.7%	
18:00-19:00		49	1	0	0	0	0	0	0	50	4.8%	
19:00-20:00		44	2	2	0	0	0	0	0	48	4.6%	
20:00-21:00		41	4	0	0	2	0	0	0	47	4.5%	
21:00-22:00		28	4	0	0	1	0	0	0	33	3.1%	
22:00-23:00		25	0	2	0	0	0	0	0	27	2.6%	
23:00-24:00		19	3	3	0	0	0	0	0	25	2.4%	
<b>TOTAL</b>		<b>896</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>69</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,049</b>	<b>100.0%</b>	
%		85.4%	5.0%	2.4%	0.4%	6.6%	0.3%	0.0%	0.0%	100.0%		

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.AV. TOMAS KATARI

Realizando el estudio de tráfico correspondiente a la tesis "Propuesta de reconfiguración geométrica mediante una vía a desnivel deprimida tipo zanjón del proyecto "mejoramiento integral de la vía expresa de la ciudad del cusco: ovalo libertadores - puente costanera - nodo Versalles" usando un software de simulación, para la optimización de tiempos de recorrido y niveles de servicio en los distritos de Wánchaq y san Sebastián en la ciudad del cusco 2019", se procede con los conteos vehiculares para esta intersección siendo de esta manera el día de hora pico fue el martes 15 de Octubre del 2019 en un horario de 7:00 a 8:00 am



**Tabla 38**

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 1, 2, 3.

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>						
<b>ESTUDIO:</b> PROPIETA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		<b>TESISTAS:</b> Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Jobin Huancachoque Licahua		<b>FECHA:</b> martes, 15 de Octubre de 2019		FOI-T				
<b>INTERSECCIÓN</b> AV. VIA EXPRESA CA. TOMAS KATARI (E-4)		<b>UBICACIÓN</b> WANCHAQ - CUSCO		<b>TOTAL DE AMBOS - GIROS 1, 2 Y 3</b>						
Hora	AUTOS	PKK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BIUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	GAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
									Σ	%
00:0-01:0	17	0	1	0	0	0	0	0	18	0.5%
01:0-02:0	23	0	0	0	0	1	0	0	24	0.7%
02:0-03:0	20	0	0	0	0	2	1	0	23	0.7%
03:0-04:0	22	1	1	0	0	0	0	0	24	0.7%
04:0-05:0	30	0	0	0	1	2	0	0	33	1.0%
05:0-06:0	44	4	10	0	1	0	0	0	59	1.7%
06:0-07:0	102	10	40	0	1	3	0	0	156	4.6%
07:0-08:0	274	43	40	1	23	3	0	0	384	11.2%
08:0-09:0	177	29	36	1	21	3	0	0	267	7.8%
09:0-10:0	111	22	35	0	14	0	1	0	183	5.3%
10:0-11:0	94	30	48	0	26	1	1	0	200	5.8%
11:0-12:0	107	17	43	0	12	4	0	0	183	5.3%
12:0-13:0	93	21	37	0	12	0	0	0	163	4.8%
13:0-14:0	93	22	33	0	30	3	0	0	181	5.3%
14:0-15:0	97	29	43	2	25	6	2	0	204	6.0%
15:0-16:0	104	25	39	0	15	2	1	0	186	5.4%
16:0-17:0	118	23	41	0	16	5	0	0	203	5.9%
17:0-18:0	124	20	36	0	14	4	0	0	198	5.8%
18:0-19:0	119	14	32	0	6	3	1	0	175	5.1%
19:0-20:0	104	16	39	0	0	10	2	0	171	5.0%
20:0-21:0	77	20	28	0	0	4	2	0	131	3.8%
21:0-22:0	83	4	38	0	0	0	0	0	125	3.6%
22:0-23:0	67	1	11	0	0	1	0	0	80	2.3%
23:0-24:0	51	2	0	0	0	1	0	0	54	1.6%
<b>TOTAL</b>	<b>2151</b>	<b>353</b>	<b>631</b>	<b>4</b>	<b>217</b>	<b>58</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>3425</b>	<b>100.0%</b>
%	62.8%	10.3%	18.4%	0.1%	6.3%	1.7%	0.3%	0.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 39**  
**Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 4, 5, 6**



<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>										<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>	
		PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAO Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.										F01-T	
<b>ESTUDIO:</b> INTERSECCIÓN UBICACIÓN		AV. VIA EXPRESA CA. TOMAS KATARI (E-4) WANCHAO - CUSCO										TESISTAS: Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Jilbin Huanachoque Litchua	
		WANCHAO - CUSCO										FECHA martes, 15 de Octubre de 2019	
Hora	TOTAL DE AMBOS - GIROS 4,5 Y 6										TOTAL	PORC.	
	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO				Σ	%
00:0-01:0	40	2	1	0	2	1	0	0	0	0	46	0.9%	
01:0-02:0	11	0	2	0	0	1	0	0	0	0	14	0.3%	
02:0-03:0	17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18	0.4%	
03:0-04:0	55	3	2	0	10	0	0	0	0	0	70	1.4%	
04:0-05:0	38	3	0	0	5	1	0	0	0	0	47	0.9%	
05:0-06:0	47	3	8	0	1	3	0	0	0	0	62	1.2%	
06:0-07:0	77	9	43	3	1	0	0	0	0	0	133	2.6%	
07:0-08:0	265	27	37	0	20	6	1	0	0	0	356	7.0%	
08:0-09:0	282	33	32	0	24	2	5	0	0	0	378	7.4%	
09:0-10:0	272	25	46	0	43	5	1	0	0	0	392	7.7%	
10:0-11:0	218	39	39	0	29	6	2	0	0	0	333	6.5%	
11:0-12:0	287	22	53	0	29	0	3	0	0	0	394	7.7%	
12:0-13:0	247	39	50	0	25	1	1	0	0	0	363	7.1%	
13:0-14:0	238	33	41	0	18	1	0	0	0	0	331	6.5%	
14:0-15:0	210	21	45	0	33	4	0	0	0	0	313	6.1%	
15:0-16:0	181	28	42	0	17	3	2	0	0	0	273	5.3%	
16:0-17:0	147	29	35	0	9	5	0	0	0	0	225	4.4%	
17:0-18:0	188	33	30	0	24	5	0	0	0	0	280	5.5%	
18:0-19:0	172	26	26	0	20	1	0	0	0	0	245	4.8%	
19:0-20:0	157	26	34	0	5	7	0	0	0	0	229	4.5%	
20:0-21:0	145	16	34	0	3	1	0	0	0	0	199	3.9%	
21:0-22:0	152	10	25	0	4	1	0	0	0	0	192	3.8%	
22:0-23:0	106	8	16	0	0	0	0	0	0	0	130	2.5%	
23:0-24:0	84	4	5	0	0	0	0	0	0	0	93	1.8%	
<b>TOTAL</b>	<b>3.656</b>	<b>439</b>	<b>646</b>	<b>3</b>	<b>322</b>	<b>55</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.116</b>	<b>100.0%</b>	
%	71.1%	8.6%	12.6%	0.1%	6.3%	1.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 40

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 7, 8, 9.



		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b>								
<b>ESTUDIO:</b> PROYECTO DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.		<b>TESISTAS:</b> Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Jilbin Huancachoque Licahua		<b>FECHA:</b> martes, 15 de Octubre de 2019						
<b>INTERSECCION</b> AV. VIA EXPRESA CA. TOMAS KATARI (E-4)		<b>WANCHAQ - CUSCO</b>								
<b>UBICACION</b>		<b>TOTAL DE AMBOS - GIROS 7, 8 Y 9</b>								
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC
									Σ	%
00:0-01:0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0.5%
01:0-02:0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2%
02:0-03:0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2%
03:0-04:0	8	0	0	0	0	2	0	0	10	1.7%
04:0-05:0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.3%
05:0-06:0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2%
06:0-07:0	3	2	0	0	0	0	1	0	6	1.0%
07:0-08:0	34	11	4	0	15	5	2	0	71	12.1%
08:0-09:0	27	12	1	0	3	4	3	0	50	8.5%
09:0-10:0	29	5	2	2	10	8	0	0	56	9.5%
10:0-11:0	21	13	0	0	11	4	1	0	50	8.5%
11:0-12:0	9	8	0	0	5	3	5	0	30	5.1%
12:0-13:0	13	9	0	0	2	2	1	0	27	4.6%
13:0-14:0	19	10	2	0	5	3	2	0	41	7.0%
14:0-15:0	24	3	1	0	5	0	1	0	34	5.8%
15:0-16:0	21	7	0	0	8	2	1	0	39	6.6%
16:0-17:0	19	8	2	0	0	7	1	0	37	6.3%
17:0-18:0	20	7	1	1	7	5	2	0	43	7.3%
18:0-19:0	16	4	0	0	3	2	2	0	27	4.6%
19:0-20:0	16	3	1	0	1	0	0	0	21	3.6%
20:0-21:0	6	5	0	0	0	3	0	0	14	2.4%
21:0-22:0	8	0	1	0	4	0	0	0	13	2.2%
22:0-23:0	8	1	0	0	0	1	0	0	10	1.7%
23:0-24:0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.3%
<b>TOTAL</b>	<b>310</b>	<b>109</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>79</b>	<b>51</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>589</b>	<b>100%</b>
%	52.6%	18.5%	2.5%	0.5%	13.4%	8.7%	3.7%	0.0%	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 41

Ficha de Conteo Vehicular de la Intersección Av. Tomas Katari total de los Giros 10, 11, 12.

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		<b>FORMATO DE AFORAMIENTO VEHICULAR</b> PROPIUESTA DE RECONFIGURACION GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO- OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.						
						ESTUDIO: INTERSECCION UBICACION	TESISTAS: FECHA			
		AV. VIA EXPRESA CA. TOMAS KATARI (E-4) WANCHAQ - CUSCO		Bach. Rosario Huaraya Arellano Bach. Jobin Huancachoque Lichhua		martes, 15 de Octubre de 2019				
Hora	AUTOS	PICK UP	SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO	BUS	CAMION LIGERO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO	TOTAL	PORC.
00:0-01:0	5	0	3	0	1	0	0	0	9	0.5%
01:0-02:0	5	3	0	0	0	0	0	0	8	0.1%
02:0-03:0	4	0	0	1	0	0	0	0	5	0.1%
03:0-04:0	1	0	0	0	0	2	0	0	3	0.0%
04:0-05:0	6	1	0	0	1	0	1	0	9	0.1%
05:0-06:0	5	0	3	0	1	2	1	0	12	0.2%
06:0-07:0	13	2	5	0	4	5	2	0	31	0.5%
07:0-08:0	45	9	9	5	11	7	1	0	87	1.3%
08:0-09:0	64	10	11	2	22	12	5	0	126	1.8%
09:0-10:0	64	19	10	2	30	7	1	0	133	1.9%
10:0-11:0	62	31	12	1	25	8	4	0	143	2.1%
11:0-12:0	69	17	9	1	24	13	1	0	134	2.0%
12:0-13:0	71	15	7	3	12	4	6	0	118	1.7%
13:0-14:0	53	9	14	0	29	7	1	0	113	1.6%
14:0-15:0	48	11	17	0	13	5	1	0	95	1.4%
15:0-16:0	56	20	9	0	16	12	2	0	115	1.7%
16:0-17:0	60	13	8	2	17	7	2	0	109	1.6%
17:0-18:0	66	17	13	0	11	2	0	0	109	1.6%
18:0-19:0	59	7	13	1	20	7	2	0	109	1.6%
19:0-20:0	44	14	9	0	11	3	1	0	82	1.2%
20:0-21:0	24	10	8	0	3	2	0	0	47	0.7%
21:0-22:0	15	4	3	0	0	0	0	0	22	0.3%
22:0-23:0	8	3	1	0	0	1	0	0	13	0.2%
23:0-24:0	13	5	0	0	4	1	0	0	23	0.3%
<b>TOTAL</b>	<b>860</b>	<b>220</b>	<b>164</b>	<b>18</b>	<b>255</b>	<b>107</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>1,655</b>	<b>25%</b>
%	51.9%	3.2%	2.4%	0.3%	3.7%	1.6%	0.5%	0.0%	63.5%	

Fuente: Elaboración Propia



### **3.5.3. RECOLECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS**

#### **3.5.3.1. Datos Utilizados**

Para la recolección de características geométricas de las vías recurrimos

- Laptop
- Microsoft Excel



#### **3.5.3.2 Procedimiento**

Con el Documento obtenido del Estudio de Trafico y Cargas y los planos del Expediente en Secciones Transversales, de donde se observó, identifico y se colocó en las fichas de recolección de datos de cada tramo e intersección que estudia la tesis.


#### **OVALO LIBERTADORES - AV. REPUBLICA DEL PERÚ**

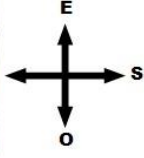
Tabla: Ficha de Características Geométricas del Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio.

**Tabla 42**  
*Recolección de características geométricas Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio*

 <b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b> 										
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>										
<b>TESIS : PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL</b>										
DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.										
<b>TESISTAS : Rosario Huaraya Arellano ; Jolbin Huancachoque Llicahua</b>										
<b>INTERSECCIÓN : AV. 28 DE JULIO - OVALO LIBERTADORES</b>										
<b>A : AV. REPUBLICA DE PERÚ</b>										
<b>FECHA : 11/11/2019</b>										
N° Tramo	1	Progresiva	0+00 km	1+800 km	Long (km)	1.80	Area de Estacionam.	PARADEROS		Limite de Vel (km/h)
Sentido	Ancho de Calzada (m)	N° de Carriles	Ancho de Carril (m)	Ancho de Vereda (m)	Zona Multi Uso	Peralte	SI ó NO	SI ó NO	N°	
O - E (P)	6.60	2	3.30	3.75	-	2.50	-			50
O - E (S)	6.00	2	3.00	-	2.50	2.00	SI	SI	2	35
E - O (P)	6.60	2	3.30	3.75	-	2.50	-			50
E - O (S)	6.00	2	3.00	-	2.50	2.00	SI	SI	1	35





*Fuente: Elaboración Propia*



**AV. REPUBLICA DE PERÚ – AV. TOMAS TUYRO TUPAC**

**Tabla 43**

*Recolección de características geométricas Av. Republica de Perú a Av. Tomas Tuyro Tupac*

<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS</b>										
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>										
<b>TESIS : PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL</b>										
DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOTFWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.										
TESISTAS: Rosario Huaraya Arellano ; Jolbin Huancachoque Llicahua										
INTERSECCIÓN: AV. REPUBLICA DE PERÚ										
A : AV. TOMAS TUYRO TÚPAC					FECHA	11/11/2019				
N° Tramo	2	Progresiva	1+800 km	2+400 km	Long (km)	0.6	Area de Estacionamiento	PARADEROS		Limite de Vel (km/h)
Sentido	Ancho de Calzada (m)	N° de Carriles	Ancho de Carril (m)	Ancho de Vereda (m)	Zona Multi Uso	Peralte	SI ó NO	SI ó NO	N°	
O - E (P)	6.60	2	3.30	3.75	-	2.50	-	-		50
O - E (S)	6.00	2	3.00	-	2.50	2.00	SI	SI	2	25
E - O (P)	6.60	2	3.30	3.75	-	2.50	-	-		50
E - O (S)	6.00	2	3.00	-	2.50	2.00	SI	SI	1	25

*Fuente: Elaboración Propia*


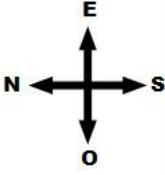
**AV. TOMAS TUYRO TUPAC – AV. TOMAS KATARI**

Tabla: Ficha de Características Geométricas del Tramo Av. Tomas Tuyro Tupac a Av. Tomas Katari

**Tabla 44**

*Recolección de características geométricas Av. Tomas Tuyro Tupac a Av. Tomas Katari*

<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS</b>										
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>										
<b>TESIS : PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMETRICA MEDIANTE UNA VIA A DESNIVEL</b>										
DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACION PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO.										
TESISTAS :		Rosario Huaraya Arellano ; Jolbin Huancachoque Llicahua								
INTERSECCIÓN :		AV. TOMAS TUYRO TÚPAC								
A :		AV. TOMAS KATARI			FECHA	11/11/2019				
N° Tramo	3	Progresiva	2+400 km	4+850 km	Long (km)	2.45	Area de Estacionamiento	PARADEROS		Limite de Vel (km/h)
Sentido	Ancho de Calzada (m)	N° de Carriles	Ancho de Carril (m)	Ancho de Vereda (m)	Zona Multi Uso	Peralte	SI ó NO	SI ó NO	N°	
O - E (P)	6.60	2	3.30	3.75	-	2.50				50
O - E (S)	6.00	2	3.00	-	2.50	2.00	SI	SI	2	25
E - O (P)	6.60	2	3.30	3.75	-	2.50				50
E - O (S)	6.00	2	3.00	-	2.50	2.00	SI	SI	1	25

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

#### DETERMINACIÓN DEL TRAFICO DEL PROYECTO

##### 3.6.1. Procesamiento y Análisis.

Se determino las Horas Pico en los 4 Estaciones de Conteo del Estudio de Trafico del Proyecto Mejoramiento de la Vía Expresa. Recreando en hojas Excel los Aforamientos y Flujogramas para que sea de una manera más útil para el modelamiento posterior con el programa VISSIM v5.3.

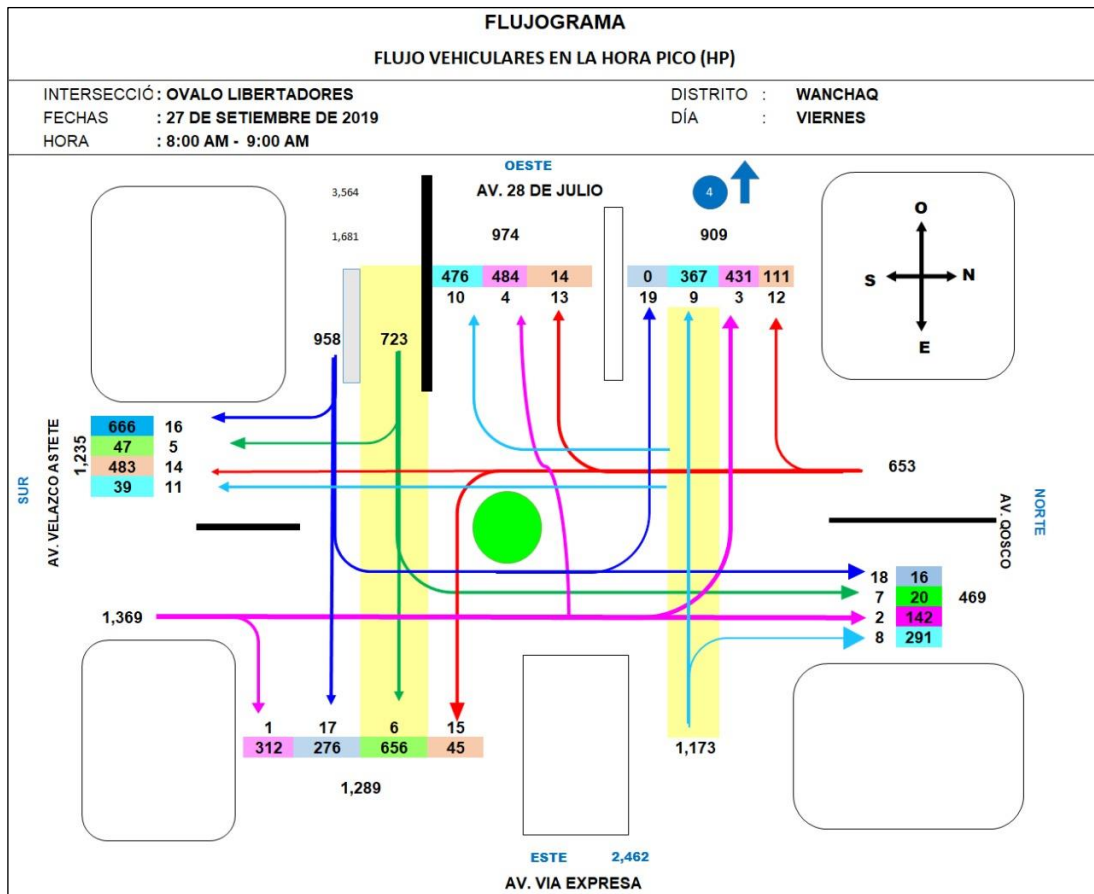




### FLUJOGRAMA HORA PICO DEL OVALO LIBERTADORES

Aquí en la Estación 1, correspondiente al Ovalo Libertadores, se desarrollan 19 Giros, donde nos arrojan un total de vehículos en la Hora Pico para el Cálculo del Trafico Actual.

**Figura 31**  
*Flujograma de Hora Pico del Ovalo Libertadores*



Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 45**  
*Flujograma de Hora Pico del Ovalo Libertadores*

GIROS	Auto S.Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camión			Camiones pesados con semi-remolque							Trayler					TOTAL LIGEROS	TOTAL PESADOS	TOTAL						
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	T3S4	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				C3R4					
1	274	14	1	5	7	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	301	11	312		
2	135	6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141	1	142		
3	356	16	7	23	5	-	2	-	19	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	407	24	431			
4	431	7	2	11	31	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	482	2	484			
5	36	1	-	-	2	1	1	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	8	47			
6	565	-	-	4	4	10	-	-	54	10	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	573	83	656			
7	13	-	-	1	-	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6	20			
8	273	-	-	7	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	280	11	291			
9	348	-	-	4	11	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	363	4	367			
10	414	-	-	10	2	3	5	-	41	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	426	50	476			
11	25	-	-	4	7	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	3	39			
12	107	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	1	111			
13	11	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	1	14			
14	431	23	1	13	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	468	15	483			
15	41	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1	45			
16	593	-	-	17	24	1	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	634	32	666			
17	262	-	-	3	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275	1	276			
18	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	0	16			
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0			
TOTAL	4,331	75	11	102	103	17	8	-	202	16	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,622	254	4,876
%	88.8%	1.5%	0.2%	2.1%	2.1%	0.3%	0.2%	-	4.1%	0.3%	-	0.2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94.8%	5.2%	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

### Conclusión E-1

Se obtuvo un volumen vehicular de 4876 veh/hora, donde 94.80 % representa a los Vehículos LIGEROS, y el 5.20% representa a una minoría de los Vehículos PESADOS.

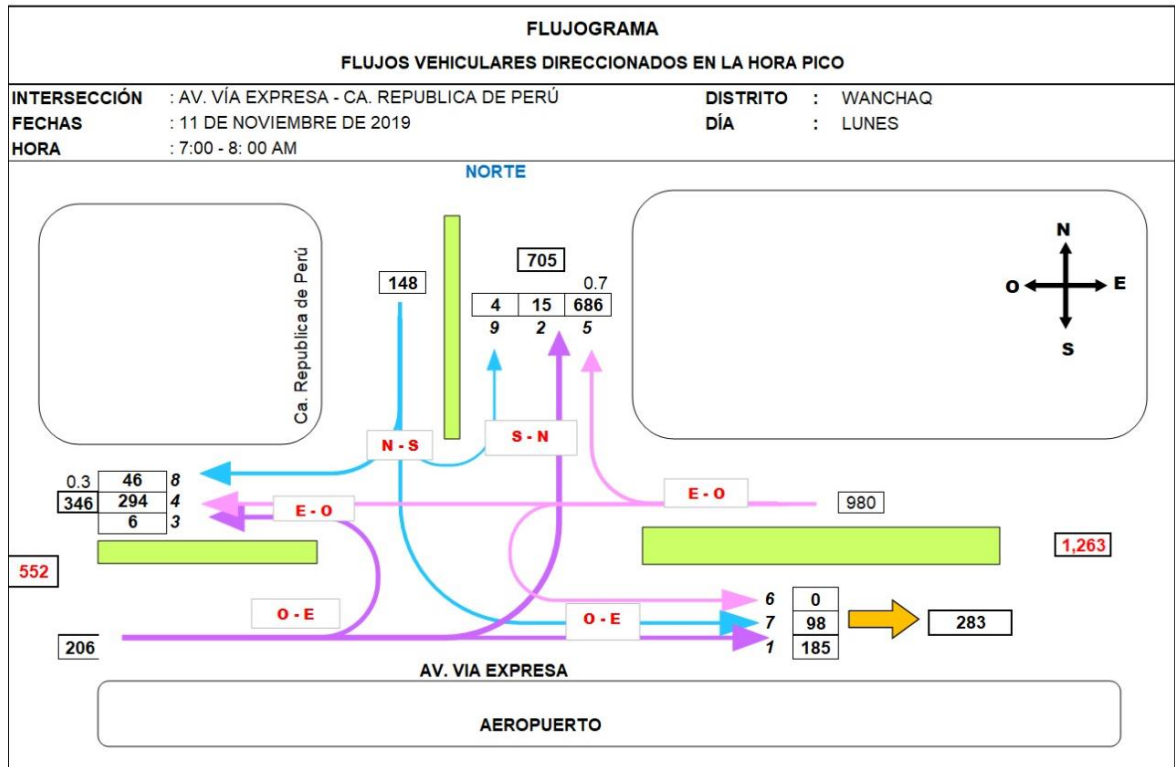
### FLUJOGRAMA HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AV. REPUBLICA PERÚ

Aquí en la Estación 2, correspondiente a la Intersección con la Av. Republica del Perú, se desarrollan 9 Giros, donde nos arrojan un total de vehículos en la Hora Pico para el Cálculo del Trafico Actual.



**Figura 32**

*Flujograma de Hora Pico de Vía Expresa c/ Av. Republica de Perú.*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 46**

*Flujograma de Hora Pico de c/ Av. Republica de Perú*

GIROS	Auto S.Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camión			semi-remolque					Trayler				TOTAL LIGERO S	TOTAL PESADOS	TOTAL				
		Pick Up	Panel	C. Rural		2 E	3 E	4 E	2 E	3 E	4 E	2S1	2S2	2S3	3S2	>=3S 3	>=T3 S3	2T2	2T3	3T2				>=3T 3			
1	126	11	6	5	2	5	4	1	13	5	1	-	-	1	5	-	-	-	-	-	150	35	185				
2	12	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	15				
3	4	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6				
4	220	15	1	6	2	10	5	3	16	9	-	-	-	-	-	-	-	-	7	244	50	294					
5	608	10	7	9	4	16	-	2	12	10	-	-	4	-	-	1	3	-	-	638	48	686					
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0				
7	54	9	-	2	18	-	-	-	8	4	1	-	-	-	-	2	-	-	-	83	15	98					
8	38	3	2	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	2	46					
9	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4					
<b>Total</b>	1,065	50	17	26	26	31	9	6	51	28	2	-	4	1	5	1	12	-	-	-	-	-	-	1,184	150	1,334	
<b>%</b>	79.8%	3.7%	1.3%	1.9%	1.9%	2.3%	0.7%	0.4%	3.8%	2.1%	0.1%	-	0.3%	0.1%	0.4%	0.1%	0.9%	-	-	-	-	-	-	-	88.8%	11.2%	100%

Fuente: Elaboración Propia

**Conclusión E-2.**

Se obtuvo un Volumen Vehicular de 1334 vehículos / hora, donde el 88.8 % representa a los Vehículos LIGEROS y el 11.2% representa a los Vehículos PESADOS.

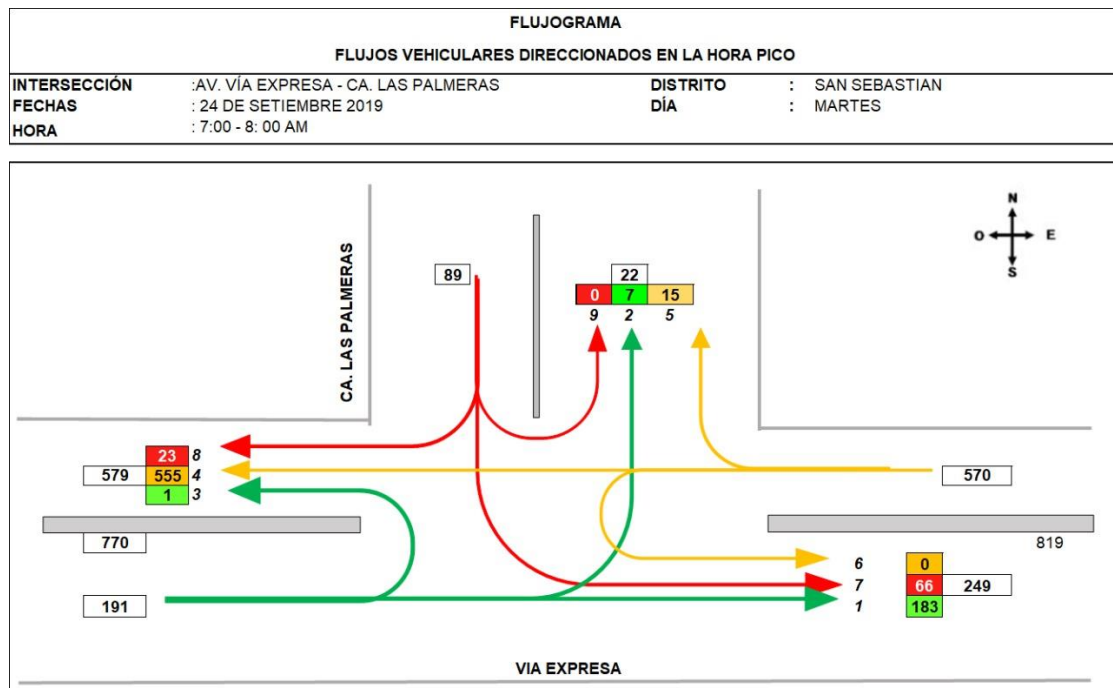


### FLUJOGRAMA HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN AV. LAS PALMERAS

Aquí en la Estación 3, correspondiente a la Intersección con la Av. Las Palmeras, se desarrollan 9 Giros, donde nos arrojan un total de vehículos en la Hora Pico para el Cálculo del Trafico Actual.

**Figura 33**

*Flujograma de Hora Pico de Vía Expresa c/ Ca. Las Palmeras*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47**

*Flujograma de Hora Pico de c/ Ca. Las Palmeras*

GIROS	Auto S.Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camión			Camiones pesados con semi-remolque							Trayler				LIGEROS	PESADOS	TOTAL	%											
						B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S 1	T2S 2	T2S3	T3S1	T3S 2	T3S3	T3S 4	C2 R2	C2 R3	C3R 2					C3 R3	C3R 4									
1	133	15	1	2	4	2	1	2	14	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155	28	183	22%									
2	4	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	7	1%									
3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	0%									
4	452	32	2	17	12	1	-	-	33	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	515	40	555	65%										
5	10	2	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	2	15	2%									
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
7	56	1	-	3	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	6	66	8%									
8	14	3	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6	23	3%									
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<b>Total</b>	<b>669</b>	<b>53</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>60</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>766</b>	<b>84</b>	<b>850</b>	<b>####</b>
<b>%</b>	<b>79%</b>	<b>6%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>7%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>90.12%</b>	<b>9.88%</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### Conclusión E-3.

Se obtuvo un Volumen Vehicular de 850 vehículos / hora, donde el 90.12 % representa a los Vehículos LIGEROS y el 9.88% representa a los Vehículos PESADOS.

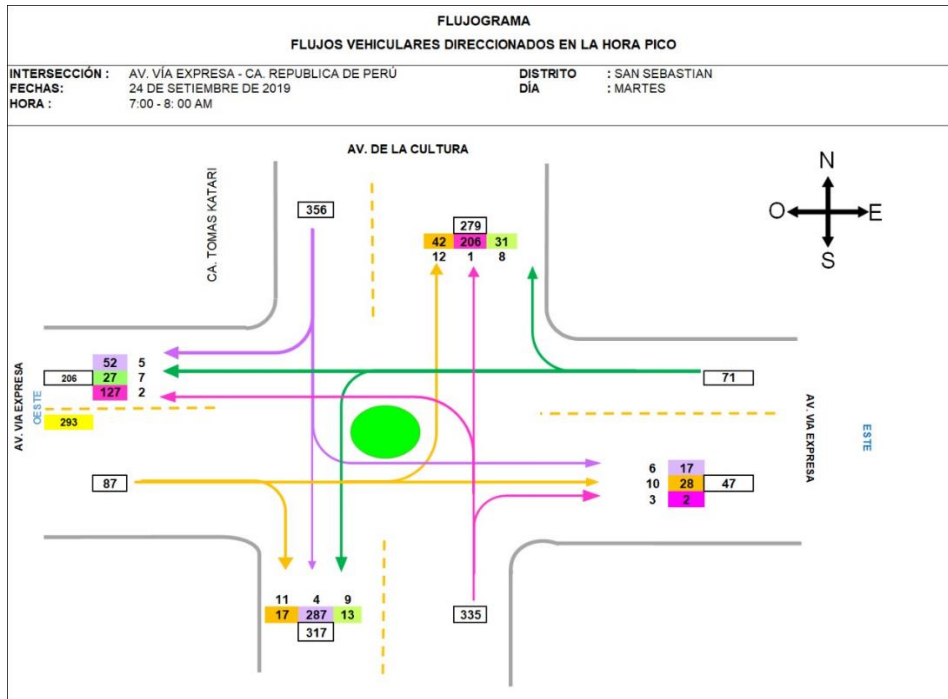


## FLUJOGRAMA HORA PICO DE LA INTERSECCIÓN C/ CA. TOMAS KATARI

Aquí en la Estación 4, correspondiente a la Intersección con la Av. Las Palmeras, se desarrollan 9 Giros, donde nos arrojan un total de vehículos en la Hora Pico para el Cálculo del Trafico Actual.

**Figura 34**

*Flujograma de Hora Pico de Vía Expresa c/ Ca. Tomas Katari*



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 48**

*Flujograma de Hora Pico de c/ Ca. Tomas Katari*

GIROS	Auto S.Wagon	Pick Up	Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camión			Semitrailers					Trailers			TOTAL VEHICULOS LIGEROS	TOTAL VEHICULOS PESADOS	TOTAL	
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3				3T2
1	188	23	2	5	22	-	-	-	14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240	15	255
2	84	15	3	1	12	1	-	-	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	12	127
3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
4	216	18	-	4	33	-	-	-	11	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	271	16	287
5	36	7	-	-	-	-	-	-	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	9	52
6	13	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	2	17
7	11	6	1	-	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	18	9	27
8	14	3	-	3	1	-	-	-	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	10	31
9	9	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	10	3	13
10	12	3	1	-	-	2	1	-	3	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	16	12	28
11	7	1	-	-	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	1	17
12	26	3	1	-	1	-	1	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	11	42
<b>Total</b>	618	82	8	13	77	3	3	-	69	19	2	-	-	-	1	1	-	-	-	-	798	95	893
<b>%</b>	69.2%	9.2%	0.9%	1.5%	8.6%	0.3%	0.3%	-	7.7%	2.1%	0.2%	-	-	-	0.1%	0.1%	-	-	-	-	89.4%	10.6%	100.0%

Fuente: Elaboración Propia



**Conclusión E-4.**

Se obtuvo un Volumen Vehicular de 893 vehículos / hora, donde e 89.40 % representa a los Vehículos LIGEROS y el 10.6% representa a los Vehículos PESADOS.

**DETERMINACIÓN DEL TRAFICO FUTURO O DEMANDA VEHICULAR**

**3.6.2. Procesamiento y Análisis**

Ya con el Cálculo del Trafico Actual del Estudio de TRAFICO Y CARGA, del Proyecto “Vía Expresa”, se obtiene los siguientes Flujogramas de Hora Pico, para las 4 Principales Estaciones o Puntos de Conteo, que abarca la tesis que son las siguientes.

A. Ovalo Libertadores

**Tabla 49**  
*Calculo del Trafico Futuro – Ovalo Libertadores*

TRAFICO ACTUAL 2016																				TOTAL	UNIDAD	% PORCENTAJE
Giros	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19			
Vehiculos Ligeros	301	141	407	482	39	573	14	280	363	426	36	110	13	468	44	634	275	16	0	4,622	veh/h	94.8%
Vehiculos Pesados	11	1	24	2	8	83	6	11	4	50	3	1	1	15	1	32	1	0	0	254	veh/h	5.2%
																				4,876	veh/h	100.0%
TRAFICO A FUTURO 2046																				TOTAL	UNIDAD	% PORCENTAJE
Tasa de Crecimiento	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224			
n (años)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	5,895	veh/h	94.8%
Giros	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19			
Vehiculos Ligeros	384	180	519	615	50	731	18	357	463	543	46	140	17	597	56	809	351	20	0	324	veh/h	5.2%
Vehiculos Pesados	14	1	31	3	10	106	8	14	5	64	4	1	1	19	1	41	1	0	0	6,219	veh/h	100.0%

Fuente: Elaboración Propia

B. Av. Republica del Perú

**Tabla 50**  
*Cálculo del Trafico Futuro – Av. Republica del Perú*

TRAFICO ACTUAL ( 2019 )										TOTAL	Unidad	% PORCENTAJE
GIROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Vehiculos ligeros	150	15	6	244	638	0	83	44	4	1184	veh/h	89%
vehiculos pesados	35	0	0	50	48	0	15	2	0	150	veh/h	11%
<b>Total</b>										1334	veh/h	100%
TRAFICO FUTURO ( 2039 )										TOTAL	Unidad	% PORCENTAJE
Tasa de Crecimiento	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224			
n (años)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	1510	veh/h	89%
GIROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Vehiculos ligeros	191	19	8	311	814	0	106	56	5	191	veh/h	11%
vehiculos pesados	45	0	0	64	61	0	19	3	0	1701	veh/h	100%
<b>Total</b>										1701	veh/h	100%

Fuente: Elaboración Propia

C. Ca. Las Palmeras

**Tabla 51**

*Cálculo del Trafico Futuro – Ca. Las Palmeras*

TRAFICO ACTUAL ( 2019 )										TOTAL	Unidad	% PORCENTAJE
GIROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Vehiculos ligeros	155	6	0	515	13	0	60	17	0	766	veh/h	90%
vehiculos pesados	28	1	1	40	2	0	6	6	0	84	veh/h	10%
<b>Total</b>										<b>850</b>	veh/h	100%

TRAFICO FUTURO ( 2039 )										TOTAL	Unidad	% PORCENTAJE
Tasa de Crecimiento n (años)	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
GIROS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	977	veh/h	90%
Vehiculos ligeros	198	8	0	657	17	0	77	22	0	107	veh/h	10%
vehiculos pesados	36	1	1	51	3	0	8	8	0	107	veh/h	10%
<b>Total</b>										<b>1084.149</b>	veh/h	100%

*Fuente: Elaboración Propia*

D. Ca. Tomas Katari

**Tabla 52**

*Cálculo del Trafico Futuro – Tomas Katari*

TRAFICO ACTUAL 2016													TOTAL	
Giros	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12		
Vehiculos Ligeros	240	115	2	271	43	15	18	21	10	16	16	31	798	veh / h
Vehiculos Pesados	15	12	0	16	9	2	9	10	3	12	1	11	100	veh / h
<b>Total</b>													<b>898</b>	veh / h

TRAFICO A FUTURO 2046													TOTAL	
Tasa de Crecimiento n (años)	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12		
GIROS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	1,018	veh / h
Vehiculos Ligeros	306	147	3	346	55	19	23	27	13	20	20	40	1,018	veh / h
Vehiculos Pesados	19	15	0	20	11	3	11	13	4	15	1	14	128	veh / h
<b>Total</b>													<b>1,145</b>	veh / h

*Fuente: Elaboración Propia*

**ARMADO DE LA RED DE MODELACIÓN DE LA VÍA EXPRESA.**

**3.6.2.1. Procesamiento y Análisis.**

En este procesamiento se pasó a realizar el modelamiento en el Programa VISSIM v5.3, ingresando los Volúmenes Vehiculares de los Flujogramas de Hora Pico e ingresando el Trafico Futuro o Proyectado, mediante la sección Transversal que propone el Proyecto, junto con el segundo modelamiento que propone nuestra tesis de investigación.

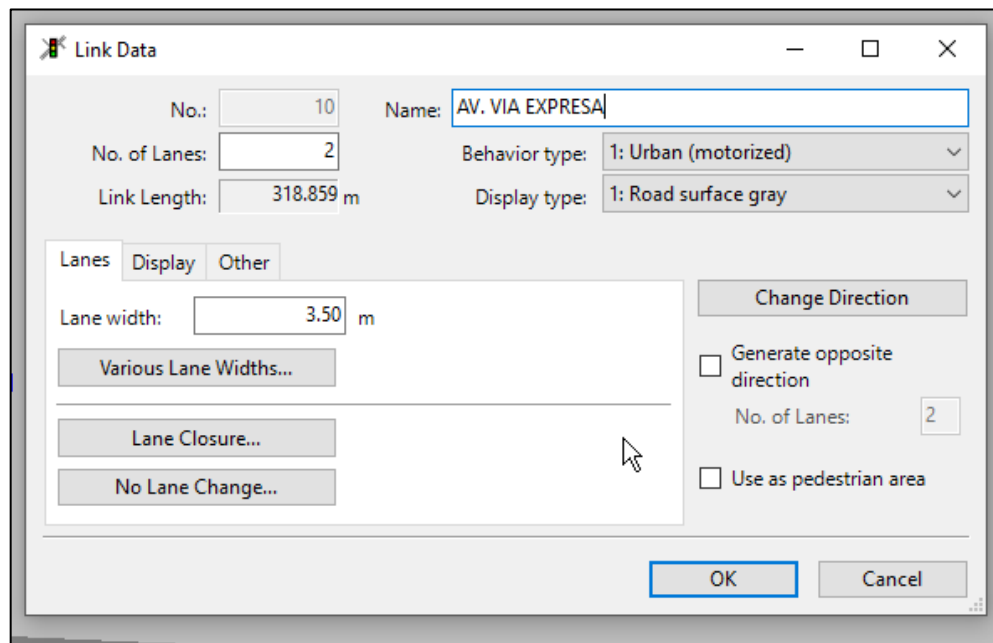
## PASOS DEL MODELAMIENTO

### 1er PASO: Definición de links (Carriles) y conectores.

Se paso a la definición de los links que contiene la vía expresa y las intersecciones que interactúan a través de la Vía expresa, empezando desde el “Ovalo Libertadores” con la herramienta “LINKS” ingresando el número de carriles y sus anchos del Proyecto de la Vía Expresa de igual forma para la Nueva Propuesta del Proyecto.

**Figura 35**

*Definición de links y conectores en intersecciones*



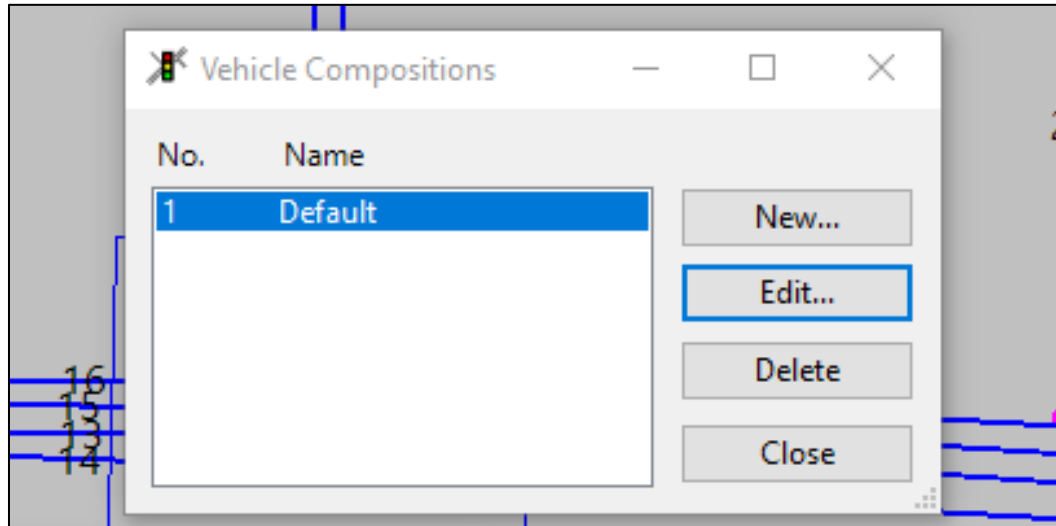
*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM*



## 2do PASO: Definición de composición de tráfico.

**Figura 36:**

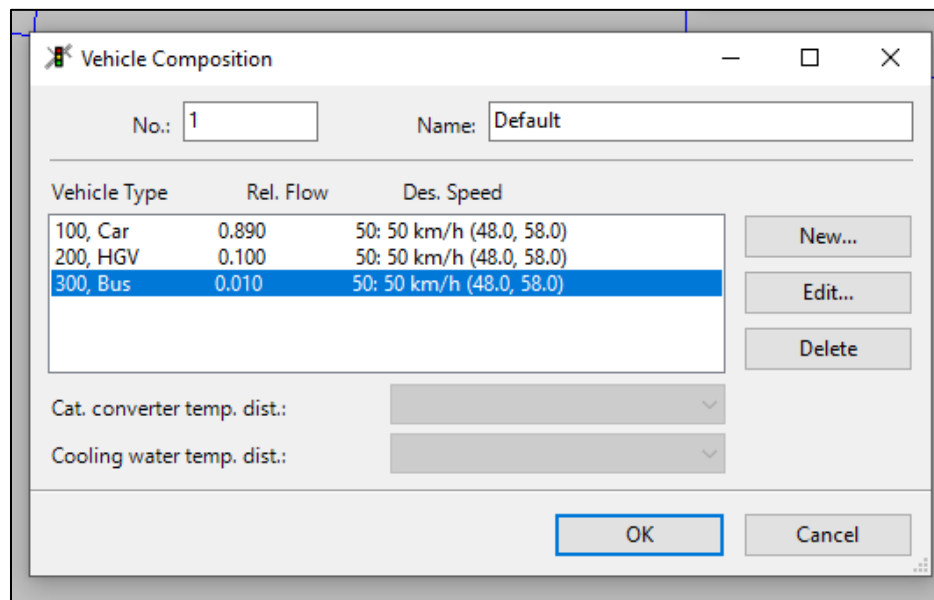
*Composición de tráfico*



*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM*

**Figura 37**

*Edición de Composición de tráfico*

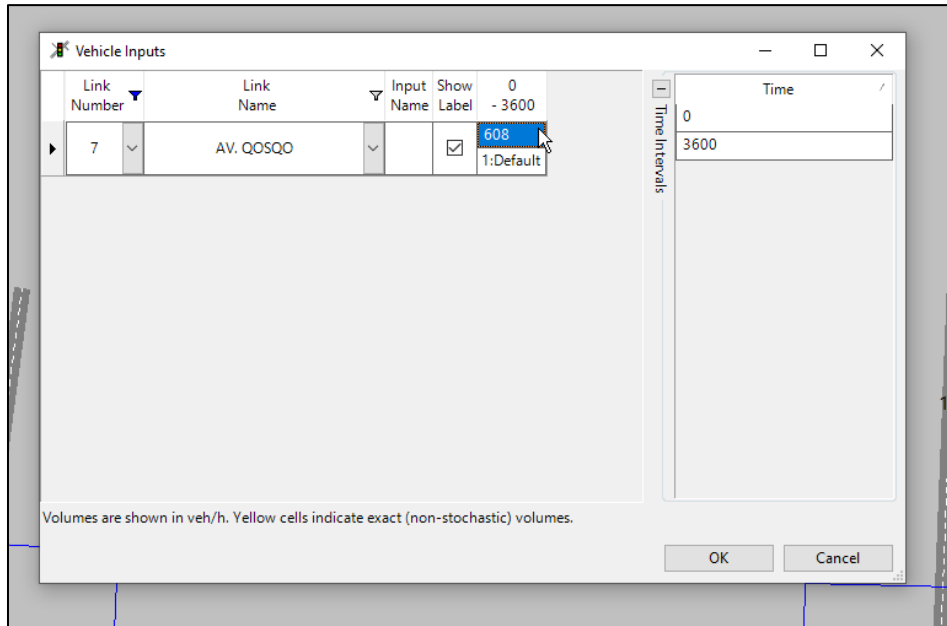


*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM*

### 3er PASO: Asignación del tráfico en las vías

Figura 38

Asignación de Tráfico en la Av. Qosqo de la Estación 1 – Ovalo Libertadores

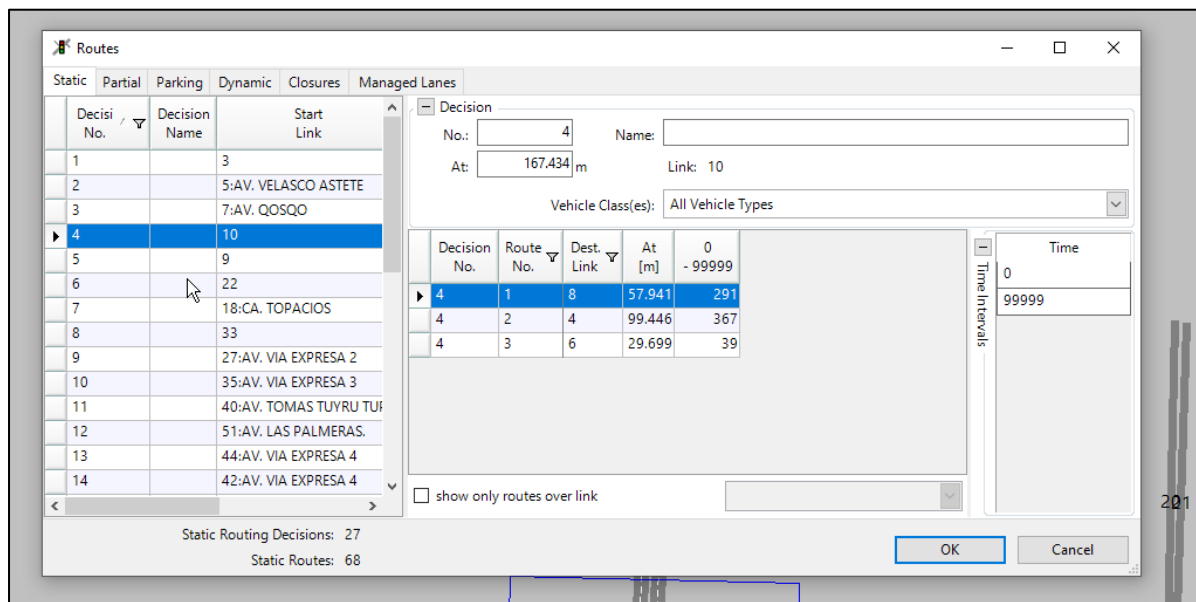


Fuente: Elaboración Propia – VISSIM

### 4to PASO: Asignación de rutas en intersecciones.

Figura 39

Asignación de Rutas en la Av. Expresa

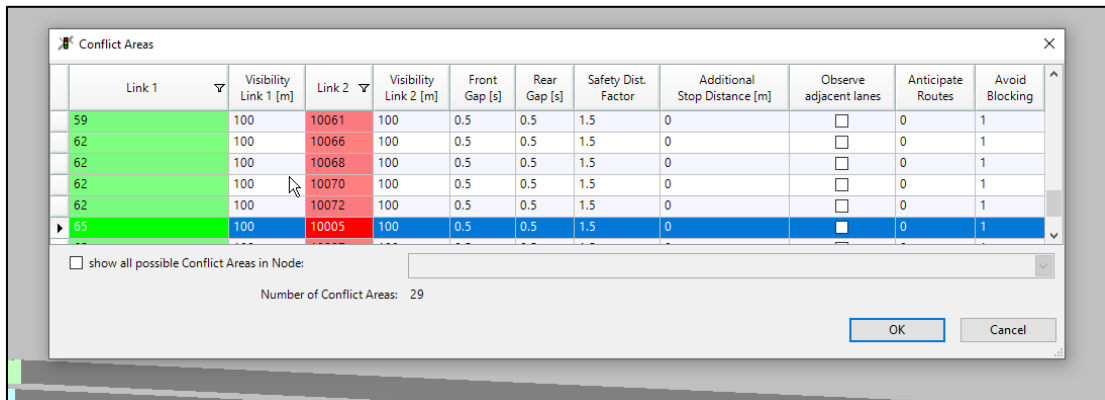


Fuente: Elaboración Propia – VISSIM

### 5to PASO: Definición de conflictos.

**Figura 40**

*Definición del Área de Conflictos*

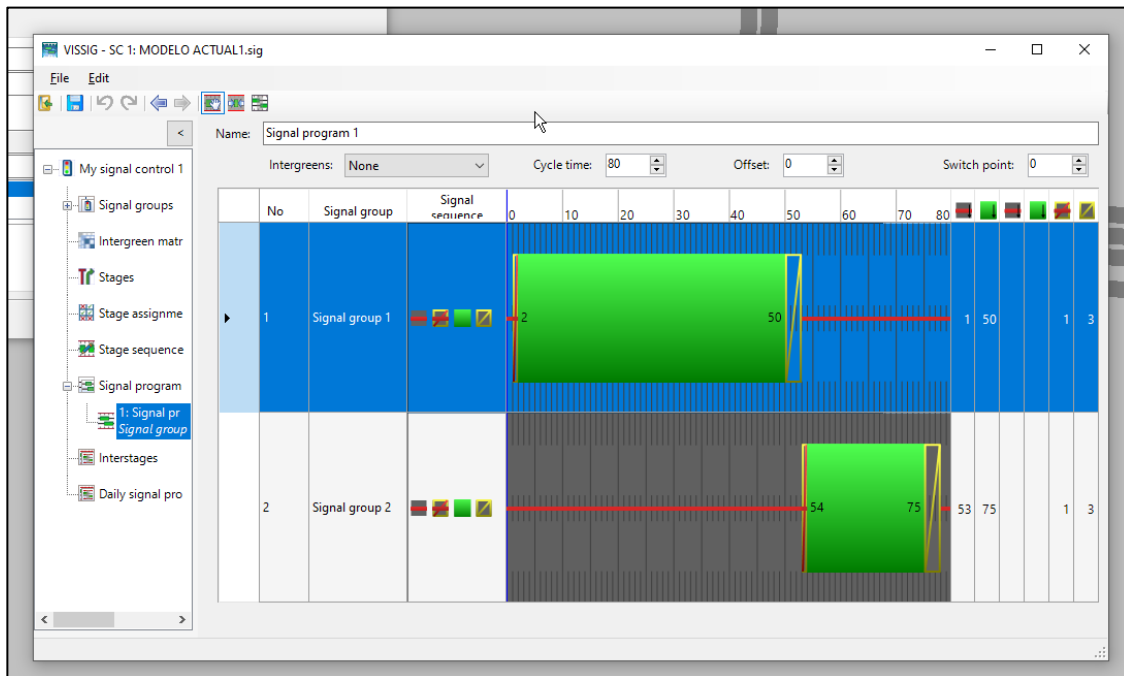


*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM*

### 6to PASO: Definición de semáforos y tiempos

**Figura 41**

*Ciclo semafórico del Modelo Actual de la Vía Expresa*



*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM*

## 7mo PASO: Definición de parámetros de modelación

**Figura 42**

*Parámetros de Modelación de la Vía Expresa*

Simulation Parameters

Comment: DISEÑO ACTUAL VIA EXPRESA

Traffic regulations:  Right-side Traffic  
 Left-side Traffic

Period: 4500 Simulation seconds

Start Time: 00:00:00 [hh:mm:ss]

Start Date: 20201115 [YYYYMMDD]

Simulation resolution: 10 Time step(s) / Sim. sec.

Random Seed: 100

Simulation speed:  1000.0 Sim. sec. / s  
 maximum

Break at: 0 Simulation seconds

Number of cores: 12 Cores

OK Cancel

*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*

## 8mo PASO: Definición de tiempos de viaje

**Figura 43**

*Definición de Tiempo de Viaje de Oeste – Vía Expresa*

Edit Travel Time Measurement

No.: 102 Name: DE OESTE A ESTE - LATERAL

From Section Link: 3 At: 14.871 m

To Section Link: 47 At: 1178.917 m

Distance: 7587.0 m

Vehicle Classes

- All Vehicle Types
- 10 Car
- 20 HGV
- 30 Bus
- 40 Tram
- 50 Pedestrian
- 60 Bike

Smooth. Factor: 0.25

Visible (Screen)  
 Label  
 Write (to File)

OK Cancel

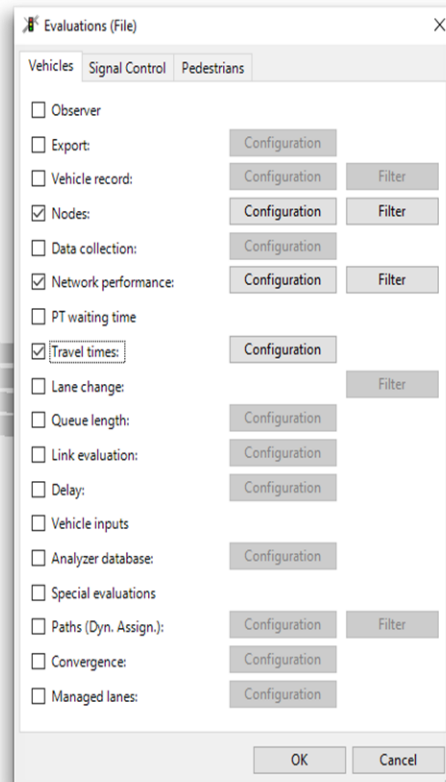
*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*



## 9no PASO: Definición de resultados

**Figura 44:**

*Definición de Tiempo de Viaje de Oeste – Vía Expresa*



*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*

## DETERMINACIÓN DE TIEMPO DE RECORRIDO

### Procesamiento

En el modelamiento que realizamos se determinó los tiempos de recorridos, según la denominación del “Numero de detector” el cual se determinó 4 (cuatro) detectores, los cuales son los siguientes.

Además, se evaluó para vehículos Mixtos, por lo que el programa VISIM v5.3 es que escoge aleatoriamente el número de vehículos a evaluar.

**Tabla 53**

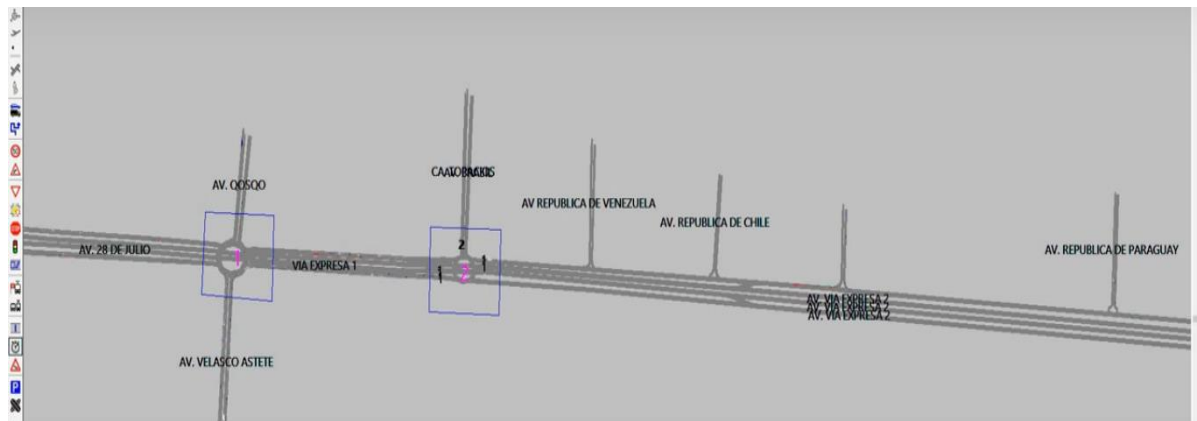
*Denominación del número de detectores*

Numero de detector	Orientación	Dirección	Ubicación
No. 100	OESTE A ESTE	Bajada Vías Principal	Ovalo Libertadores - Katari
No. 101	ESTE A OESTE	Subida Vías Principal	Katari - Ovalo Libertadores
No. 102	OESTE A ESTE	Bajada Vías Lateral	Ovalo Libertadores - Katari
No. 103	ESTE A OESTE	Subida Vías Lateral	Katari - Ovalo Libertadores

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 45**

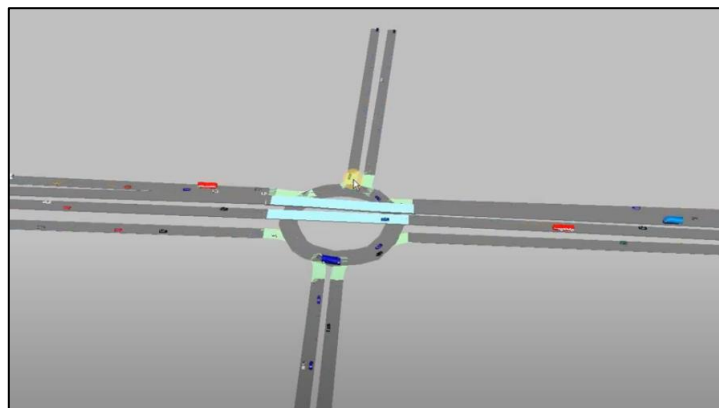
*Visualización de las Intersecciones Formadas de la Vía Expresa*



*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*

**Figura 46:**

*Visualización del Modelamiento Puente a Desnivel del Ovalo Libertadores.*



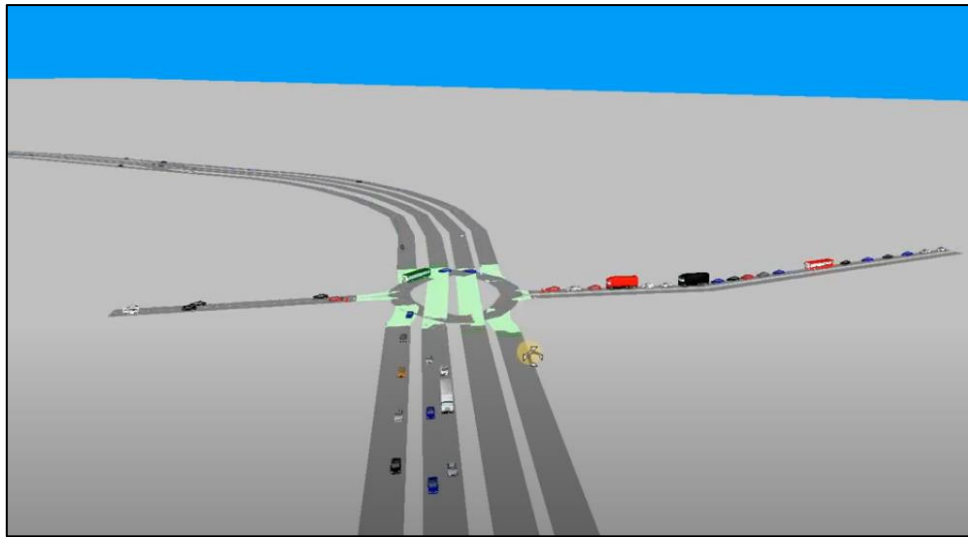
*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*

{



**Figura 47**

*Visualización del Modelamiento a Desnivel deprimida de tipo Zanjón Ovalo Semaforizado Tomas Katari.*



*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*

**3.6.2.2 TIEMPO DE RECORRIDO DEL PROYECTO ACTUAL.**

En la exportación del Programa VISSIM v5.3 al programa Excel, se obtiene la siguiente tabla, ya traducida al español, observando el tiempo de simulación.



**Tabla 54:**

*Tiempos de Viaje o Recorrido Actual de la Vía Expresa*

Time	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS
Tipo de vehículos	All		All		All		All	
Numero de detector	100	100	101	101	102	102	103	103
Nombre del detector	DE OESTE A ESTE	DE OESTE A ESTE	DE ESTE A OESTE	DE ESTE A OESTE	DE OESTE A ESTE - LATERAL	DE OESTE A ESTE - LATERAL	DE ESTE A OESTE- LATERAL	DE ESTE A OESTE- LATERAL
Tiempo de simulación: 4500 seg	581.8	290	574.5	38	585	29	0	0

*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*

Interpretación.

- DE OESTE A ESTE Principal: El programa VISSIM v5.3 aforo 290 vehículos, obteniendo un tiempo de viaje o recorrido promedio de 581.8 segundos equivalente a 9.70 minutos desde el Punto de Inicio Ovalo Libertadores hasta el Punto Final Intersección Ovalo Katari.
- DE OESTE A ESTE Lateral: El programa VISSIM v5.3 aforo 29 vehículos, obteniendo un tiempo de viaje o recorrido promedio de 585 segundos equivalente a 9.75 minutos desde el Punto de Inicio Ovalo Libertadores hasta el Punto Final Intersección Ovalo Katari.
- DE ESTE A OESTE Principal: El programa VISSIM v5.3 aforo, obteniendo un tiempo de viaje o recorrido promedio de 574.5 segundos equivalente a 9.57 minutos desde el Punto de Inicio Intersección Ovalo Katari hasta el Punto Final Ovalo Libertadores.





- DE ESTE A OESTE Lateral: Se aforaron 0 vehículos, desde Punto de Inicio Intersección Ovalo Katari hasta el Punto Final Ovalo Libertadores, este resultado dio 0 porque el programa VISSIM v5.3no encontró vehículos que recorrieran completamente de punto inicial al final, sino que se desviaron ya sea por las intersecciones conformadas a través de toda la vía, no llegando así a su punto final.

### 3.6.2.3 TIEMPO DE RECORRIDO DEL PROYECTO PROPUESTO

Para la tesis se realizó el modelamiento de los escenarios, obteniendo aquí la siguiente tabla para los tiempos de Recorrido del Proyecto Propuesto a desnivel deprimida tipo zanjón en las Vías Principales a través de la Vía expresa

**Tabla 55**

*Tiempos de Viaje o Recorrido del Proyecto Propuesto de la Vía Expresa.*

Time	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS	TIEMPO DE VIAJE (SEG)	#Veh MEDIDOS
<b>Tipo de vehículos</b>	All		All		All		All	
<b>Numero de detector</b>	100	100	101	101	102	102	103	103
<b>Nombre del detector</b>	DE OESTE A ESTE	DE OESTE A ESTE	DE ESTE A OESTE	DE ESTE A OESTE	DE OESTE A ESTE - LATERAL	DE OESTE A ESTE - LATERAL	DE ESTE A OESTE- LATERAL	DE ESTE A OESTE- LATERAL
<b>Tiempo de simulación: 4500 seg</b>	534.2	294	522.8	40	583.3	21	0	0

*Fuente: Elaboración Propia – VISSIM.*



### Interpretación de la Tabla

- DE OESTE A ESTE **Principal:** Para el escenario propuesto en nuestra tesis el programa VISSIM v5.3 aforo 294 vehículos, obteniendo un tiempo de viaje o recorrido promedio de 534.2 segundos equivalente a 8.9 minutos desde el Punto de Inicio Ovalo Libertadores hasta el Punto Final Intersección Ovalo Katari.
- DE OESTE A ESTE **Lateral:** Para el escenario propuesto en nuestra tesis el programa VISSIM v5.3 aforo 21 vehículos, obteniendo un tiempo de viaje o recorrido promedio de 583.3 segundos equivalente a 9.70 minutos desde el Punto de Inicio del Ovalo Libertadores hasta el Punto Final Intersección Ovalo Katari.
- DE ESTE A OESTE **Principal:** Para el escenario propuesto en nuestra tesis el programa VISSIM v5.3 aforo 40 vehículos, obteniendo un tiempo de viaje o recorrido promedio de 522.80 segundos equivalente a 8.71 minutos desde el Punto de Inicio Intersección Ovalo Katari hasta el Punto Final Ovalo Libertadores.
- DE ESTE A OESTE **Lateral:** Para el escenario propuesto en nuestra tesis el programa VISSIM v5.3. Se aforaron 0 vehículos, desde Punto de Inicio Intersección Ovalo Katari hasta el Punto Final Ovalo Libertadores, este resultado dio 0 porque el programa VISSiM v5.3 no encontró vehículos que recorrieran completamente de punto inicial al final, sino que se desviaron ya sea por las intersecciones conformadas a través de toda la vía, no llegando así a su punto final.



## DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE DEMORA

### Procesamiento

Los tiempos de demora se determinó a causa del modelamiento, en el Programa VISSIM v5.3. Definiendo dentro del programa los Nodos (Intersecciones Principales)

- **TIEMPOS DE DEMORA DEL ACTUAL PROYECTO VÍA EXPRESA.**

Del análisis del programa de Modelación VISSIM v5.3, después del armado de la red, obtuvimos los siguientes resultados, siendo ya exportados a hojas Excel para las 6 Intersecciones.

### NODO 1: OVALO LIBERTADORES

**Tabla 56**

*Tiempos de demora del Nodo 1 Vía Expresa Actual.*

NODE	LINK INICIO	LINK FINAL	VOLUMEN (VEH)	DEMORAS (SEG/VEH)
1	1	11	530	0
	3	4	0	0
	3	6	489	3.5
	3	8	12	3.9
	3	9	225	3.3
	5	4	331	6.8
	5	6	0	0
	5	8	101	7.3
	5	9	213	6
	7	4	77	1.5
	7	6	338	2.3
	7	8	0	0
	7	9	30	3.1
	12	2	196	0.1
	10	4	157	0.5
	10	6	22	1
10	8	122	0.3	
10	9	0	0	
<b>NODO1</b>	0	0	2843	2.8

*Fuente: Elaboración Propia*



**NODO 2: AV. BRASIL**

**Tabla 57**

*Tiempos de demora del Nodo 2 Vía Expresa Actual.*

<b>NODE</b>	<b>LINK INICIO</b>	<b>LINK FINAL</b>	<b>VOLUMEN (VEH)</b>	<b>DEMORAS (SEG/VEH)</b>
	18	19	0	0
	18	16	254	22.6
	18	27	98	25.9
	14	19	329	6.8
	14	16	0	0
<b>2</b>	13	26	541	6.8
	14	27	149	8.3
	22	19	21	4.3
	25	15	195	4.6
	22	16	40	7.7
	22	27	0	0
<b>NODO 2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1627</b>	<b>10.3</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**NODO 3: AV. REPUBLICA DEL PERÚ**

**Tabla 58**

*Tiempos de demora del Nodo 3 Vía Expresa Actual*

<b>NODE</b>	<b>LINK INICIO</b>	<b>LINK FINAL</b>	<b>VOLUMEN (VEH)</b>	<b>DEMORAS (SEG/VEH)</b>
	33	34	1	0.4
	33	30	37	23.2
	33	36	82	24.3
	27	34	23	4.5
	27	30	15	8.7
<b>3</b>	26	38	387	9.6
	27	36	403	7.9
	35	34	0	0
	37	25	165	13.5
	35	30	0	0
	35	36	0	0
<b>NODO 3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1113</b>	<b>11</b>

*Fuente: Elaboración Propia*



**NODO 4: AV. TOMAS TUYRO TUPAC**

**Tabla 59**

*Tiempos de demora del Nodo 4 Vía Expresa Actual.*

<b>NODE</b>	<b>LINK INICIO</b>	<b>LINK FINAL</b>	<b>VOLUMEN (VEH)</b>	<b>DEMORAS (SEG/VEH)</b>
<b>4</b>	40	41	0	0
	40	35	0	0
	40	44	0	0
	36	41	0	0
	36	35	0	0
	38	45	293	13.4
	36	44	602	12
	54	41	92	2.2
	53	37	164	2.1
	54	35	0	0
	54	44	0	0
<b>NODO 4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1151</b>	<b>10.1</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**NODO 5: AV. LAS PALMERAS**

**Tabla 60**

*Tiempos de demora del Nodo 5, Vía Expresa Actual.*

<b>NODE</b>	<b>LINK INICIO</b>	<b>LINK FINAL</b>	<b>VOLUMEN (VEH)</b>	<b>DEMORAS (SEG/VEH)</b>
<b>5</b>	51	52	3	27.9
	51	54	22	29.2
	51	55	59	22.4
	44	52	34	4.3
	44	54	3	2
	45	58	212	4.1
	44	55	662	3.8
	42	52	3	0
	43	53	122	6.3
	42	54	104	4.5
	42	55	1	25.7
<b>NODO 5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1225</b>	<b>5.6</b>

*Fuente: Elaboración Propia*



**NODO 6: AV. TOMAS KATARI**

**Tabla 61**

*Tiempos de demora del Nodo 6, Vía Expresa Actual.*

<b>NODE</b>	<b>LINK INICIO</b>	<b>LINK FINAL</b>	<b>VOLUMEN (VEH)</b>	<b>DEMORAS (SEG/VEH)</b>
<b>6</b>	48	43	45	7.5
	50	47	0	0
	50	61	27	6.3
	50	64	6	7.4
	50	42	21	5.8
	60	47	11	156.5
	60	61	0	0
	60	64	178	152.1
	60	42	30	157.5
	63	47	4	29.6
	63	61	190	24.9
	63	64	0	0
	63	42	118	27
	55	47	266	16.3
	58	49	430	15.7
	55	61	0	0
	55	64	275	15.7
55	42	0	0	
<b>NODO 6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1601</b>	<b>36</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

- **TIEMPOS DE DEMORA DE PROYECTO A DESNIVEL DEPRIMIDA TIPO ZANJÓN PROPUESTO.**

Del análisis del programa de Modelación VISSIN v5.3, después del armado de la red, obtuvimos los siguientes resultados, siendo ya exportados a hojas Excel para las 6 Intersecciones.



**NODO 1: OVALO LIBERTADORES**

**Tabla 62**

*Tiempos de demora del Nodo 1, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.*

Node	Link inicio	Link final	Volumen (veh)	Demoras (seg/veh)
1	1	11	530	0
	3	4	0	0
	3	6	490	3.4
	3	8	12	5.4
	3	9	225	3.2
	5	4	335	6.8
	5	6	0	0
	5	8	103	6.7
	5	9	215	5.6
	7	4	79	1.7
	7	6	336	2
	7	8	0	0
	7	9	29	2.4
	12	2	197	0.1
	10	4	157	0.5
	10	6	23	1
10	8	123	0.2	
10	9	0	0	
<b>NODO 1</b>	0	0	2854	2.7

*Fuente: Elaboración Propia*



## NODO 2: AV. BRASIL

**Tabla 63**

*Tiempos de demora del Nodo 2, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón*

Node	Link inicio	Link final	Volumen (veh)	Demoras (seg/veh)
	18	19	0	0
	18	16	254	22
	18	27	98	26.4
	14	19	330	6.3
	14	16	0	0
<b>2</b>	13	26	537	0.1
	14	27	148	7.7
	22	19	21	2.7
	25	15	194	0.1
	22	16	43	7.7
	22	27	0	0
<b>NODO 2</b>	0	0	1625	7.3

*Fuente: Elaboración Propia*

## NODO 3: AV. REPUBLICA DEL PERÚ

**Tabla 64**

*Tiempos de demora del Nodo 3, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.*

Node	Link inicio	Link final	Volumen (veh)	Demoras (seg/veh)
	33	34	1	0.4
	33	30	37	23.2
	33	36	82	24.2
	27	34	25	2.3
	27	30	15	8
<b>3</b>	26	38	385	0.2
	27	36	404	6.7
	35	34	0	0
	37	25	163	0.1
	35	30	0	0
	35	36	0	0
<b>NODO 3</b>	0	0	1112	5.2

*Fuente: Elaboración Propia*





#### NODO 4: AV. TOMAS TUYRO TUPAC

**Tabla 65**

*Tiempos de demora del Nodo 4, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.l*

Node	Link inicio	Link final	Volumen (veh)	Demoras (seg/veh)
<b>4</b>	40	41	0	0
	40	35	0	0
	40	44	0	0
	36	41	0	0
	36	35	0	0
	38	45	286	0.2
	36	44	603	12
	54	41	94	1.9
	53	37	163	0.1
	54	35	0	0
	54	44	0	0
<b>NODO 4</b>	0	0	1146	6.5

*Fuente: Elaboración Propia*

#### NODO 5: AV. LAS PALMERAS

**Tabla 66**

*Tiempos de demora del Nodo 5, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjón.*

Node	Link inicio	Link final	Volumen (veh)	Demoras (seg/veh)
<b>5</b>	51	52	3	27.9
	51	54	22	29.2
	51	55	59	22.5
	44	52	34	3.2
	44	54	3	3.2
	45	58	212	0.1
	44	55	659	4.4
	42	52	3	0.4
	43	53	122	0
	42	54	105	5.1
	42	55	1	0
	<b>NODO 5</b>	0	0	1223

*Fuente: Elaboración Propia*



**NODO 6: AV. TOMAS KATARI**

**Tabla 67**

*Tiempos de demora del Nodo 6, de la Propuesta a Desnivel tipo Zanjon*

Node	Link inicio	Link final	Volumen (veh)	Demoras (seg/veh)
<b>6</b>	48	43	45	0
	50	47	0	0
	50	61	27	6.3
	50	64	6	7.5
	50	42	21	5.5
	60	47	11	145.5
	60	61	0	0
	60	64	181	147.3
	60	42	31	147.9
	63	47	4	29.6
	63	61	190	24.9
	63	64	0	0
	63	42	118	27
	55	47	265	14.7
	58	49	427	0.1
	55	61	0	0
55	64	274	14.1	
55	42	0	0	
<b>NODO 6</b>	0	0	1600	30.6

*Fuente: Elaboración Propia*

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE AMBOS ESCENARIOS  
CON EL PROGRAMA VISSIM v5.3.**

**PROCESAMIENTO**

Para la determinación de Nivel de Servicio, es necesario conocer qué tipo de Intersecciones está conformada nuestra vía. En el cual en el estudio de Factibilidad del Proyecto contempla de la siguiente forma.



**Tabla 68**  
*Tipo de Intersecciones del Proyecto Vía Expresa*

	Tramo	Progresiva	Tipo
1	Ovalo Los Libertadores	Km 0+250	Intercambio Vial Elevado
2	Calle Topacios y calle Brasil → Óvalo Brasil	km 0+850	Ovalo semaforizado
3	Av. República del Perú → Óvalo República del Perú	km 2+200	Ovalo semaforizado
4	Av. Tomás Tuyro Túpac → Óvalo Av. Tomás Tuyro Túpac	km 2+800	Ovalo semaforizado
5	Av. Palmeras → Óvalo Av. Palmeras	km 3+250	Ovalo semaforizado
6	Calle Jr. los Geranios → Óvalo Jr. Los Geranios	km 3+650	Ovalo semaforizado
7	Calle sin nombre → Óvalo Parque zonal II	km 4+700	Ovalo semaforizado
8	Calle Tomas Catari → Óvalo Tomas Catari	km 4+701	Ovalo semaforizado
9	Av Diego Tupac Amaru → Óvalo Diego Tupac Amaru	km 4+702	Ovalo semaforizado
10	Calle Tomas Catari → Óvalo Tomas Catari	km 4+703	Ovalo semaforizado
11	Nodo versalles	km 4+704	Intercambio Vial a Nivel

*Fuente: Estudio de Factibilidad del Proyecto Vía expresa.*

Para la determinación de los niveles de servicio utilizamos las siguientes tablas de HCM, en este análisis de Nivel de Servicio de las Intersecciones y por Movimientos en el Programa VISSIM v5.3.

**Tabla 69**  
*Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas*

<b>Table 1. Level of Service Criteria for Signalized Intersections</b>		
Level of Service	Average Control Delay (seconds/vehicle)	General Description
A	≤10	Free Flow
B	>10 – 20	Stable Flow (slight delays)
C	>20 – 35	Stable flow (acceptable delays)
D	>35 – 55	Approaching unstable flow (tolerable delay, occasionally wait through more than one signal cycle before proceeding)
E	>55 – 80	Unstable flow (intolerable delay)
F <sup>1</sup>	>80	Forced flow (congested and queues fail to clear)

Source: *Highway Capacity Manual 2010*, Transportation Research Board, 2010.  
1. If the volume-to-capacity (v/c) ratio for a lane group exceeds 1.0 LOS F is assigned to the individual lane group. LOS for overall approach or intersection is determined solely by the control delay.

*Fuente: HCM 2010*

**Tabla 70**  
*Nivel de Servicio para Intersecciones Señalizadas*

<b>Table 2. Level of Service Criteria for Unsignalized Intersections</b>	
<b>Level of Service</b>	<b>Average Control Delay (seconds/vehicle)</b>
A	0 – 10
B	>10 – 15
C	>15 – 25
D	>25 – 35
E	>35 – 50
F <sup>1</sup>	>50

Source: *Highway Capacity Manual 2010*, Transportation Research Board, 2010.  
1. If the volume-to-capacity (v/c) ratio exceeds 1.0, LOS F is assigned an individual lane group for all unsignalized intersections, or minor street approach at two-way stop-controlled intersections. Overall intersection LOS is determined solely by control delay.

Fuente: HCM 2010

• **CON EL PROYECTO ACTUAL DE LA VÍA EXPRESA.**

Con la geometría y Óvalos Semaforizados que contempla en el Proyecto de la Vía Expresa se modelo en el Programas VISSIM, evaluando de nuevo las Demoras (vehículo/segundo) para obtener el Nivel de Servicio por Nodo en las 6 Intersecciones en Estudio.

**Tabla 71**  
*Nivel de Servicio por Nodos en el Actual en la Vía Expresa.*

<b>NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCIÓN</b>						
<b>PROY. ACTUAL DE LA VÍA EXPRESA</b>						
<b>NODE</b>	<b>LINK INICIO</b>	<b>LINK FINAL</b>	<b>DEMORAS (SEG/VEH)</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO (LOS)</b>	<b>PARADAS</b>	<b>LONG. COLA PROMEDIO</b>
<b>NODO 1: OVALO LIBERTADORES</b>	1	11	0	A	0	0
	3	4	0	A	0	0
	3	6	3.5	A	0.1	0
	3	8	3.9	A	0.25	0
	3	9	3.3	A	0.08	0
	5	4	6.8	A	0.23	0.1
	5	6	0	A	0	0.1
	5	8	7.3	A	0.31	0.1
	5	9	6	A	0.23	0.1
	7	4	1.5	A	0.12	0
7	6	2.3	A	0.1	0	



<b>NODO 2: AV. BRASIL</b>	7	8	0	A	0	0
	7	9	3.1	A	0.07	0
	12	2	0.1	A	0	0
	10	4	0.5	A	0	0
	10	6	1	A	0	0
	10	8	0.3	A	0	0
	10	9	0	A	0	0
	18	19	0	A	0	7.4
	18	16	22.6	C	0.67	7.4
	18	27	25.9	C	0.71	7.4
	14	19	6.8	A	0.29	2.7
	14	16	0	A	0	2.7
	13	26	6.8	A	0.3	2.9
	14	27	8.3	A	0.37	2.7
	22	19	4.3	A	0.24	0.4
	25	15	4.6	A	0.17	1.1
	22	16	7.7	A	0.3	0.4
22	27	0	A	0	0.4	
<b>NODO 3: AV. REPUBLICA DEL PERÚ</b>	33	34	0.4	A	0	2.8
	33	30	23.2	C	0.62	2.8
	33	36	24.3	C	0.66	2.8
	27	34	4.5	A	0.17	3.1
	27	30	8.7	A	0.33	3.1
	26	38	9.6	A	0.41	3.2
	27	36	7.9	A	0.34	3.1
	35	34	0	A	0	0
	37	25	13.5	B	0.54	2
	35	30	0	A	0	0
35	36	0	A	0	0	
<b>NODO 4: TOMAS TUYRO TUPAC</b>	40	41	0	A	0	0
	40	35	0	A	0	0
	40	44	0	A	0	0
	36	41	0	A	0	6.1



	36	35	0	<b>A</b>	0	6.1
	38	45	13.4	<b>B</b>	0.53	3.4
	36	44	12	<b>B</b>	0.5	6.1
	54	41	2.2	<b>A</b>	0.11	0.1
	53	37	2.1	<b>A</b>	0.14	0.2
	54	35	0	<b>A</b>	0	0.1
	54	44	0	<b>A</b>	0	0.1
	51	52	27.9	<b>C</b>	0.67	3.4
	51	54	29.2	<b>C</b>	0.73	3.4
	51	55	22.4	<b>C</b>	0.61	3.4
	44	52	4.3	<b>A</b>	0.09	0.6
	44	54	2	<b>A</b>	0	0.6
<b>NODO 5: AV. LAS PALMERAS</b>	45	58	4.1	<b>A</b>	0.22	0.4
	44	55	3.8	<b>A</b>	0.09	0.6
	42	52	0	<b>A</b>	0	0.5
	43	53	6.3	<b>A</b>	0.27	0.9
	42	54	4.5	<b>A</b>	0.18	0.5
	42	55	25.7	<b>B</b>	1	0.5
	48	43	7.5	<b>A</b>	0.36	0.4
	50	47	0	<b>A</b>	0	0.3
	50	61	6.3	<b>A</b>	0.37	0.3
	50	64	7.4	<b>A</b>	0.17	0.3
	50	42	5.8	<b>A</b>	0.33	0.3
	60	47	156.5	<b>F</b>	3.45	83.8
	60	61	0	<b>A</b>	0	83.8
<b>NODO 6: AV. TOMAS KATARI</b>	60	64	152.1	<b>F</b>	3.29	83.8
	60	42	157.5	<b>F</b>	3.5	83.8
	63	47	29.6	<b>C</b>	0.75	14.5
	63	61	24.9	<b>C</b>	0.69	14.5
	63	64	0	<b>A</b>	0	14.5
	63	42	27	<b>C</b>	0.75	14.5
	55	47	16.3	<b>B</b>	0.73	6.8
	58	49	15.7	<b>B</b>	0.72	5.9



	55	61	0	A	0	6.8
	55	64	15.7	B	0.67	6.8
	55	42	0	A	0	6.8

Fuente: Elaboración Propia

- **CON LA PROPUESTA A DESVINEL DE LA VÍA EXPRESA.**

**Tabla 72**

Nivel de Servicio por Intersección de la Propuesto a Desnivel tipo Zanjón del Proyecto Vía Expresa

NIVEL DE SERVICIO POR INTERSECCIÓN						
PROY. PROPUESTO A DESNIVEL DEPRIMIDA TIPO ZANJÓN DE LA VÍA EXPRESA						
NODE	LINK Inicia l	LINK Final	DEMORA S (SEG/VEH )	NIVEL DE SERVICIO (LOS)	PARADAS	LONG. PROMEDI O DE COLA (m)
<b>NODO 1: OVALO LIBERTADORE S</b>	1	11	0	A	0	0
	3	4	0	A	0	0
	3	6	3.4	A	0.11	0
	3	8	5.4	A	0.33	0
	3	9	3.2	A	0.08	0
	5	4	6.8	A	0.27	0.2
	5	6	0	A	0	0.2
	5	8	6.7	A	0.27	0.2
	5	9	5.6	A	0.22	0.2
	7	4	1.7	A	0.05	0
	7	6	2	A	0.07	0
	7	8	0	A	0	0
	7	9	2.4	A	0.03	0
	12	2	0.1	A	0	0
	<b>NODO 2: AV. BRASIL</b>	10	4	0.5	A	0.01
10		6	1	A	0	0
10		8	0.2	A	0	0
10		9	0	A	0	0
18		19	0	A	0	7.4
18		16	22	C	0.67	7.4
18		27	26.4	C	0.69	7.4



	14	19	6.3	A	0.28	2.6
	14	16	0	A	0	2.6
	13	26	0.1	A	0	0
	14	27	7.7	A	0.34	2.6
	22	19	2.7	A	0.14	0.4
	25	15	0.1	A	0	0
	22	16	7.7	A	0.28	0.4
	22	27	0	A	0	0.4
	33	34	0.4	A	0	2.8
	33	30	23.2	C	0.62	2.8
	33	36	24.2	C	0.65	2.8
	27	34	2.3	A	0.08	2.5
<b>NODO 3: AV. REPUBLICA DEL PERÚ</b>	27	30	8	A	0.33	2.5
	26	38	0.2	A	0	0
	27	36	6.7	A	0.3	2.5
	35	34	0	A	0	0
	37	25	0.1	A	0	0
	35	30	0	A	0	0
	35	36	0	A	0	0
	40	41	0	A	0	0
	40	35	0	A	0	0
	40	44	0	A	0	0
	36	41	0	A	0	6
<b>NODO 4: TOMAS TUYRO TUPAC</b>	36	35	0	A	0	6
	38	45	0.2	A	0	0
	36	44	12	B	0.5	6
	54	41	1.9	A	0.09	0.1
	53	37	0.1	A	0	0
	54	35	0	A	0	0.1
	54	44	0	A	0	0.1
<b>NODO 5: AV. LAS PALMERAS</b>	51	52	27.9	C	0.67	3.4
	51	54	29.2	C	0.73	3.4
	51	55	22.5	C	0.61	3.4





	44	52	3.2	A	0.09	1.1
	44	54	3.2	A	0	1.1
	45	58	0.1	A	0	0
	44	55	4.4	A	0.13	1.1
	42	52	0.4	A	0	0.6
	43	53	0	A	0	0
	42	54	5.1	A	0.18	0.6
	42	55	0	A	0	0.6
<b>NODO 6: AV. TOMAS KATARI</b>	48	43	0	A	0	0
	50	47	0	A	0	0.3
	50	61	6.3	A	0.37	0.3
	50	64	7.5	A	0.17	0.3
	50	42	5.5	A	0.33	0.3
	60	47	145.5	F	3.45	82
	60	61	0	A	0	82
	60	64	147.3	F	3.3	82
	60	42	147.9	F	3.58	82
	63	47	29.6	C	0.75	14.5
	63	61	24.9	C	0.69	14.5
	63	64	0	A	0	14.5
	63	42	27	C	0.75	14.5
	55	47	14.7	B	0.65	6.4
	58	49	0.1	A	0	0
	55	61	0	A	0	6.4
55	64	14.1	B	0.63	6.4	
55	42	0	A	0	6.4	

*Fuente: Elaboración Propia*

### DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE CONGESTION VEHICULAR (VOLUMEN/ CAPACIDAD)

Se considero las 3 intersecciones importantes que son las siguientes.



• **Intersección 1: Ovalo Libertadores**

**Tabla 73**

Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio – Bajada (Vía Secundaria)

<b>INTERSECCIÓN - OVALO LIBERTADORES</b>			
<b>AV. 28 JULIO BAJADA - Vía Secundaria</b>			
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>			
<b>Datos de Entrada</b>			
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
%HV (Veh. Pesados)	13.0%	N° de buses que para/ h (Nm)	0.00
Et	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN (veh/ hora)	1,222		NB = 16
$C = S \cdot \frac{V}{T}$			
$S = S_b (f_w) (f_{HV}) (f_g) (f_p) (f_{bb}) (f_a) (f_{LU}) (f_{LT}) (f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACION (vehiculo por hora)</b>	<b>S =</b>		<b>1627.804571</b>
Flujo de Saturación basico	<b>Sb =</b>		1800
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>fw =</b>		0.967
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f<sub>HV</sub> =</b>		0.998
Factor de ajuste de Pendiente	<b>fg =</b>		1.000
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>f<sub>P</sub> =</b>		1.000
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>f<sub>bb</sub> =</b>		0.984
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>fa =</b>		1.000
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	<b>f<sub>LU</sub> =</b>		1.000
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f<sub>LT</sub> =</b>		0.952
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f<sub>RT</sub> =</b>		1.000
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>		<b>85</b>
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>		<b>40</b>
<b>CAPACIDAD ( vehiculo / hora )</b>	<b>C =</b>		<b>766</b>
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>1.59524678</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 74**

Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. 28 de Julio – Bajada (Via Principal)

<b>INTERSECCIÓN - OVALO LIBERTADORES</b>		
<b>AV. 28 JULIO BAJADA - Vía Principal</b>		
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>		
<b>Datos de Entrada</b>		$C = S \cdot \frac{I}{T}$
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) = 4.00
%HV (Veh. Pesados)	13.0%	N° de buses que para/ h (Nm) = 0.00
Et	2.4 autos y pesados	% G = -1.70%
VOLUMEN (veh/ hora)	922	NB = 16
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$		
<b>FLUJO DE SATURACION (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1627.804571</b>
Flujo de Saturación basico	<b>Sb =</b>	1800
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>fw =</b>	0.967
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f<sub>HV</sub> =</b>	0.998
Factor de ajuste de Pendiente	<b>f<sub>g</sub> =</b>	1.000
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>f<sub>p</sub> =</b>	1.000
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>f<sub>bb</sub> =</b>	0.984
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>fa =</b>	1.000
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	<b>f<sub>LU</sub> =</b>	1.000
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f<sub>LT</sub> =</b>	0.952
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f<sub>RT</sub> =</b>	1.000
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>85</b>
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>40</b>
<b>CAPACIDAD ( vehiculo / hora )</b>	<b>C =</b>	<b>766</b>
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>		<b>1.203615001</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 75**

Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. Vía Expresa – Subida (Vía Principal)

<b>INTERSECCIÓN - OVALO LIBERTADORES</b>			
<b>AV. EXPRESA SUBIDA Principal</b>			
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>			
<b>Datos de Entrada</b>			$C = S \cdot \frac{V}{T}$
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
%HV (Veh. Pesados)	13.0%	N° de buses que para/ h (Nm)	0.00
Et	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN (veh/ hora)	1,641		NB = 16
$S = S_b (f_w) (f_{HV}) (f_g) (f_p) (f_{bb}) (f_a) (f_{LU}) (f_{LT}) (f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACION (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>		<b>1627.804571</b>
Flujo de Saturación basico	Sb =		1800
Factor de ajuste por ancho de Carril	fw =		0.967
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	f <sub>HV</sub> =		0.998
Factor de ajuste de Pendiente	fg =		1.000
Factor de Ajuste de Estacionamiento	fp =		1.000
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	f <sub>bb</sub> =		0.984
Factor de Ajuste por Tipo de área	fa =		1.000
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	f <sub>LU</sub> =		1.000
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	f <sub>LT</sub> =		0.952
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	f <sub>RT</sub> =		1.000
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>		<b>85</b>
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>		<b>40</b>
<b>CAPACIDAD ( vehiculo / hora )</b>	<b>C =</b>		<b>766</b>
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>2.142225832</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 76**

Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertadores – Av. Qosqo – Entrada

<b>INTERSECCIÓN - OVALO LIBERTADORES</b>		
<b>AV. QOSQO ENTRADA</b>		
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>		
<b>Datos de Entrada</b>		
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) = 4.00
%HV (Veh. Pesados)	13.0%	N° de buses que para/ h (Nm) = 0.00
ET	2.4	autos y pesados % G = -1.70%
VOLUMEN (veh/ hora)	675	N <sub>B</sub> = 16
$C = S \cdot \frac{V}{T}$		
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$		
FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)	S =	<b>1627.804571</b>
Flujo de Saturación básico	S <sub>b</sub> =	1800
Factor de ajuste por ancho de Carril	f <sub>w</sub> =	0.967
Factor de Ajuste por Vehículos pesados	f <sub>HV</sub> =	0.998
Factor de ajuste de Pendiente	f <sub>g</sub> =	1.000
Factor de Ajuste de Estacionamiento	f <sub>p</sub> =	1.000
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	f <sub>bb</sub> =	0.984
Factor de Ajuste por Tipo de área	f <sub>a</sub> =	1.000
Factor de Ajuste para la utilización del carril	f <sub>LU</sub> =	1.000
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	f <sub>LT</sub> =	0.952
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	f <sub>RT</sub> =	1.000
DURACIÓN DEL CICLO (segundos)	T =	<b>85</b>
DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)	V =	<b>43</b>
CAPACIDAD ( vehiculo / hora )	C =	<b>823</b>
VOLUMEN - CAPACIDAD		<b>0.819694421</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 77**

Relación de Saturación V/C – Ovalo Libertador - Av. Velazco Astete – Entrada

<b>INTERSECCIÓN - OVALO LIBERTADORES</b>		
<b>AV. VELAZCO ASTETE ENTRADA</b>		
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>		
<b>Datos de Entrada</b>		
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) = 4.00
%HV (Veh. Pesados)	13.0%	N° de buses que para/ h (Nm) : 0.00
Et	2.4	autos y pesados % G -1.70%
VOLUMEN (veh/ hora)	1,369	NB = 16
$C = S \cdot \frac{V}{T}$		
$S = S_b (f_w) (f_{HV}) (f_g) (f_p) (f_{bb}) (f_a) (f_{LU}) (f_{LT}) (f_{RT})$		
<b>FLUJO DE SATURACION (vehiculo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1627.804571</b>
Flujo de Satución basico	<b>Sb =</b>	1800
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>fw =</b>	0.967
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f HV =</b>	0.998
Factor de ajuste de Pendiente	<b>fg =</b>	1.000
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>fP =</b>	1.000
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>fbb=</b>	0.984
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>fa=</b>	1.000
Factor de Ajuste para la utilización del carril	<b>fLU=</b>	1.000
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f LT =</b>	0.952
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f RT =</b>	1.000
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>85</b>
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>43</b>
<b>CAPACIDAD ( vehiculo / hora )</b>	<b>C =</b>	<b>823</b>
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>		<b>1.662461723</b>

Fuente: Elaboración Propia



• **Intersección 2: AV. REPUBLICA DEL PERU**

**Tabla 78**

*Relación de Saturación V/C – Av. republica del Perú - Vía Expresa – Bajada*

<b>INTERSECCIÓN REPUBLICA DE PERÚ C/ VÍA EXPRESA</b>			
<b>AV. EXPRESA BAJADA</b>			
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>			$C = S \cdot \frac{V}{T}$
<b><u>Datos de Entrada</u></b>			
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
%HV (Veh. Pesados)	27.0%	N° de buses que para/ h (Nm)	0.00
ET	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN (veh/ hora)	275		NB = 16
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_u)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1454.04035</b>	
Flujo de Saturación basico	<b>Sb =</b>	1800	
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>fw =</b>	0.967	
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f HV =</b>	0.996	
Factor de ajuste de Pendiente	<b>fg =</b>	1.000	
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>fP =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>fbb=</b>	0.984	
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>fa=</b>	1.000	
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	<b>fLU=</b>	1.000	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f LT =</b>	0.952	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f RT =</b>	0.895	
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>91</b>	
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V=</b>	<b>35</b>	
<b>CAPACIDAD (vehículo / hora )</b>	<b>C =</b>	<b>559</b>	
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>0.49173326</b>

*Fuente: Elaboración Propia*



**Tabla 79**

Relación de Saturación V/C – Av. republica del Perú - Av. Vía Expresa - Subida

<b>INTERSECCIÓN REPUBLICA DE PERÚ C/ VÍA EXPRESA</b>			
<b>AV. EXPRESA SUBIDA</b>		<b>SUBIDA</b>	
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>		$C = S \cdot \frac{V}{T}$	
<b><u>Datos de Entrada</u></b>			
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
% HV (Veh. Pesados)	16.0%	N° de buses que para/ h (Nm) =	0.00
E <sub>T</sub>	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN ( veh/ hora)	1232		-1.70%
$S = S_b (f_w) (f_{HV}) (f_g) (f_p) (f_{bb}) (f_a) (f_{LU}) (f_{LT}) (f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1405.521658</b>	
Flujo de Saturación básico	<b>S<sub>b</sub> =</b>	1800	
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>f<sub>w</sub> =</b>	0.967	
Factor de Ajuste por Vehículos pesados	<b>f<sub>HV</sub> =</b>	0.998	
Factor de ajuste de Pendiente	<b>f<sub>g</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>f<sub>p</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>f<sub>bb</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>f<sub>a</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste para la utilización del carril	<b>f<sub>LU</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f<sub>LT</sub> =</b>	0.952	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f<sub>RT</sub> =</b>	0.850	
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>91</b>	
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>50</b>	
<b>CAPACIDAD (vehículo / hora)</b>	<b>C =</b>	<b>772</b>	
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>1.595308039</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 80**

Relación de Saturación V/C – Av. republica del Perú – Sentido Este - Oeste

INTERSECCIÓN REPUBLICA DE PERÚ C/ VÍA EXPRESA			
AV. REPUBLICA DE PERÚ		SUBIDA	
SENTIDO ESTE - OESTE		$C = S \cdot \frac{V}{T}$	
<u>Datos de Entrada</u>			
A: Ancho de Carril	3.00 m	N° de Carriles (N) =	4.00
HV (Veh. Pesados)	22.0%	N° de buses que para/ h (Nm) =	0.00
$E_T$	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN ( veh/ hora)	196		-1.70%
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1355.91897</b>	
Flujo de Saturación basico	$S_b =$	1800	
Factor de ajuste por ancho de Carril	$f_w =$	0.933	
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	$f_{HV} =$	0.997	
Factor de ajuste de Pendiente	$f_g =$	1.000	
Factor de Ajuste de Estacionamiento	$f_p =$	1.000	
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	$f_{bb} =$		
Factor de Ajuste por Tipo de área	$f_a =$	1.000	
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	$f_{LU} =$	1.000	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	$f_{LT} =$	0.952	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	$f_{RT} =$	0.850	
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>91</b>	
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>50</b>	
<b>CAPACIDAD (vehículo / hora)</b>	<b>C =</b>	<b>745</b>	
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>0.26308357</b>

Fuente: Elaboración Propia



• **Intersección 3: AV. LAS PALMERAS**

**Tabla 81**

*Relación de Saturación V/C – Av. Las Palmeras - Bajada*

<b>INTERSECCIÓN LAS PALMERAS C/ VÍA EXPRESA</b>			
<b>AV. EXPRESA BAJADA</b>			
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>			
<b>Datos de Entrada</b>			$C = S \cdot \frac{V}{T}$
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
% HV (Veh. Pesados)	13.0%	N° de buses que para/ h (Nm)	0.00
E <sub>T</sub>	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN (veh/ hora)	206		NB = 16
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1627.80457</b>	
Flujo de Saturación basico	<b>S<sub>b</sub> =</b>	1800	
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>f<sub>w</sub> =</b>	0.967	
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f<sub>HV</sub> =</b>	0.998	
Factor de ajuste de Pendiente	<b>f<sub>g</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>f<sub>p</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>f<sub>bb</sub> =</b>	0.984	
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>f<sub>a</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	<b>f<sub>LU</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f<sub>LT</sub> =</b>	0.952	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f<sub>RT</sub> =</b>	1.000	
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>91</b>	
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>35</b>	
<b>CAPACIDAD (vehículo / hora)</b>	<b>C =</b>	<b>626</b>	
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>0.32903213</b>

*Fuente: Elaboración Propia*



**Tabla 82**  
*Relación de Saturación V/C – Av. Las Palmeras - Subida*

<b>INTERSECCIÓN LAS PALMERAS C/ VÍA EXPRESA</b>			
<b>AV. EXPRESA SUBIDA</b>		<b>SUBIDA</b>	
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>			
<b>Datos de Entrada</b>			
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
HV (Veh. Pesados)	7.0%	N° de buses que para/ h (Nm) =	0.00
ET	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN ( veh/ hora)	570		-1.70%
$C = S \cdot \frac{V}{T}$			
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1411.285578</b>	
Flujo de Saturación basico	<b>S<sub>b</sub> =</b>	1800	
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>f<sub>w</sub> =</b>	0.967	
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f<sub>HV</sub> =</b>	0.999	
Factor de ajuste de Pendiente	<b>f<sub>g</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>f<sub>p</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>f<sub>bb</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>f<sub>a</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	<b>f<sub>LU</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f<sub>LT</sub> =</b>	0.952	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f<sub>RT</sub> =</b>	0.852	
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>91</b>	
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>50</b>	
<b>CAPACIDAD ( vehiculo / hora )</b>	<b>C =</b>	<b>775</b>	
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>		<b>0.735074471</b>	

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 83**

Relación de Saturación V/C – Av. Las Palmeras – Sentido Este - Oeste

<b>INTERSECCIÓN LAS PALMERAS C/ VÍA EXPRESA</b>			
<b>AV. REPUBLICA DE PERÚ</b>			$C = S \cdot \frac{V}{T}$
<b>SENTIDO ESTE - OESTE</b>			
<b>Datos de Entrada</b>			
A: Ancho de Carril	3.30 m	N° de Carriles (N) =	4.00
HV (Veh. Pesados)	5.7%	N° de buses que para/ h (Nm) =	0.00
$E_T$	2.4	autos y pesados	% G
VOLUMEN ( veh/ hora)	89		-1.70%
$S = S_b (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$			
<b>FLUJO DE SATURACIÓN (vehículo por hora)</b>	<b>S =</b>	<b>1411.54223</b>	
Flujo de Satucción basico	<b>S<sub>b</sub> =</b>	1800	
Factor de ajuste por ancho de Carril	<b>f<sub>w</sub> =</b>	0.967	
Factor de Ajuste por Vehiculos pesados	<b>f<sub>HV</sub> =</b>	0.999	
Factor de ajuste de Pendiente	<b>f<sub>g</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste de Estacionamiento	<b>f<sub>p</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por bloqueo de Buses	<b>f<sub>bb</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste por Tipo de área	<b>f<sub>a</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste para la utilizacion del carril	<b>f<sub>LU</sub> =</b>	1.000	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Derecha	<b>f<sub>LT</sub> =</b>	0.952	
Factor de Ajuste Por vuelta a la Izquierda	<b>f<sub>RT</sub> =</b>	0.852	
<b>DURACIÓN DEL CICLO (segundos)</b>	<b>T =</b>	<b>91</b>	
<b>DURACIÓN DE LA FASE DE VERDE (segundos)</b>	<b>V =</b>	<b>30</b>	
<b>CAPACIDAD ( vehiculo / hora )</b>	<b>C =</b>	<b>465</b>	
<b>VOLUMEN - CAPACIDAD</b>			<b>0.19125653</b>

Fuente: Elaboración Propia



## CAPÍTULO IV – RESULTADOS

**Resultados del Análisis del Sistema Vial Actual Vía Expresa vs Análisis del Sistema Vial Propuesto.**

### INTERSECCIONES:

NODO 1: OVALO LIBERTADORES
NODO 2: AV. BRASIL
NODO 3: AV. REPUBLICA DEL PERÚ
NODO 4: TOMAS TUYRO TUPAC
NODO 5: AV. LAS PALMERAS
NODO 6: PARQUE ZONAL II - KATARI

- Nivel de Servicio (LOS)

**Tabla 84**

*Nivel de Servicio de la Vía expresa Proyecto vs Propuesto*

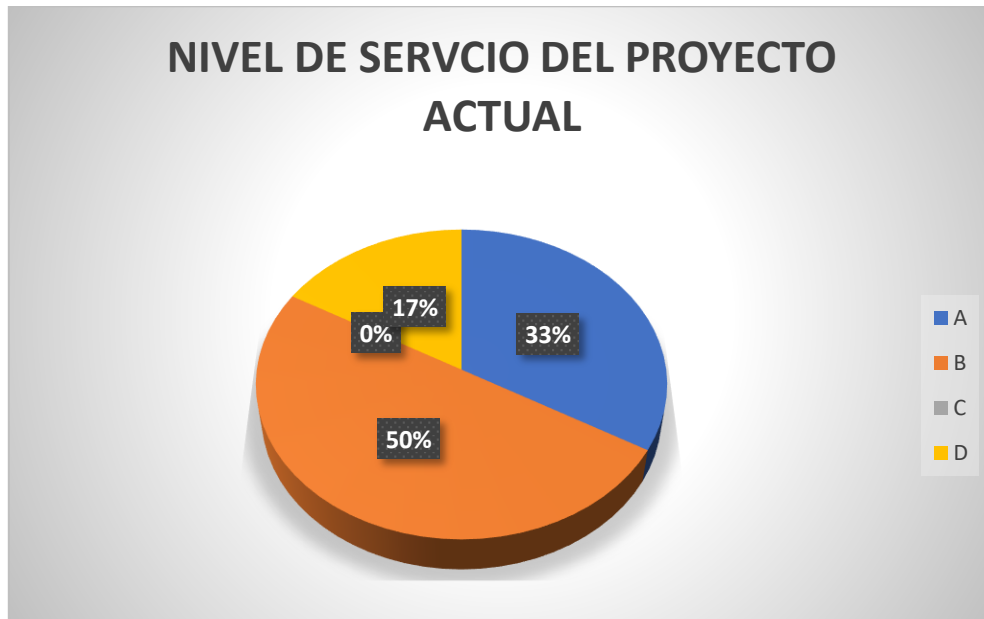
NIVEL DE SERVICIO		
INTERSECCIONES	ACTUAL	PROPUESTA
NODO 1	A	A
NODO 2	B	A
NODO 3	B	A
NODO 4	B	A
NODO 5	A	A
NODO 6	D	C

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 48:**

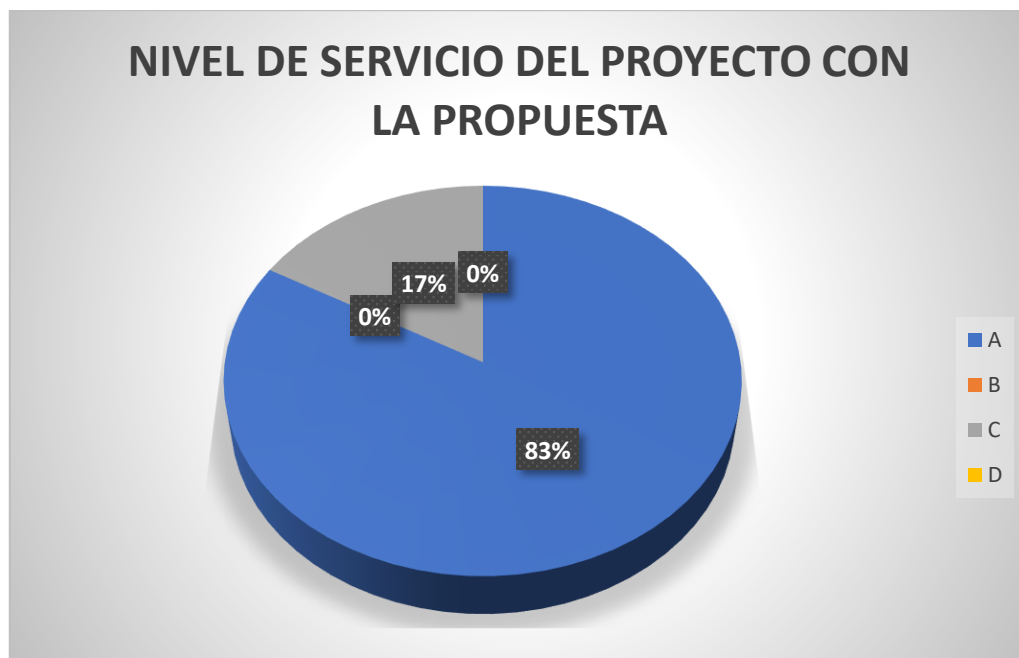
*Gráfico Circular de Porcentajes del proyecto Vía Expresa actual*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 49:**

*Gráfico Circular de Porcentajes de la Propuesta del Proyecto Vía Expresa*



*Fuente: Elaboración Propia*



- **Tiempos de Demora**

**Tabla 85**

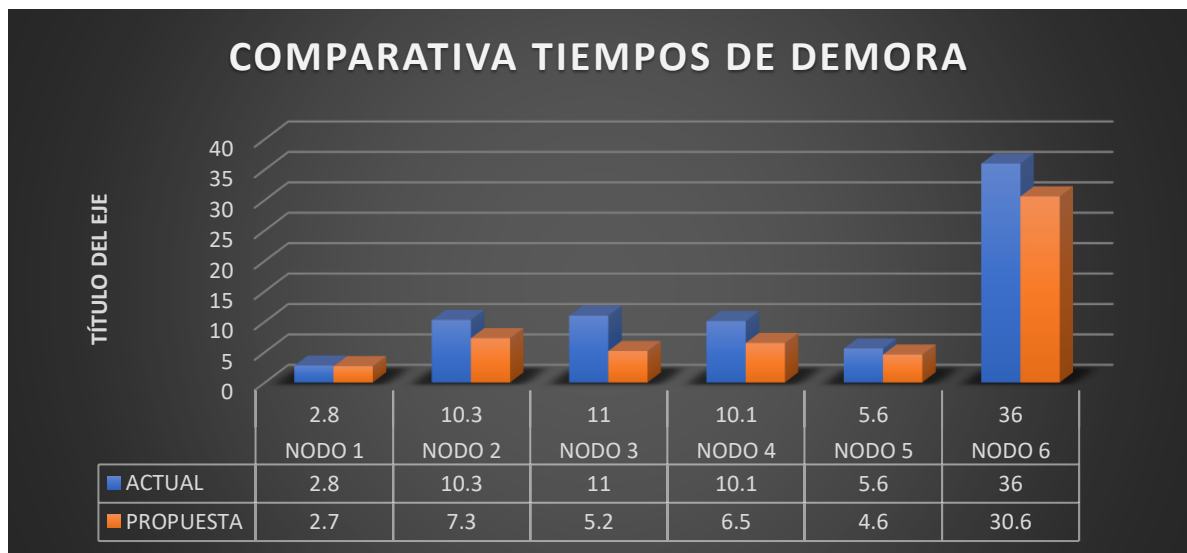
*Tiempos de Demora de la Vía expresa proyecto vs Propuesto*

DEMORAS (seg/veh)		
INTERSECCIONES	ACTUAL	PROPUESTA
NODO 1	2.8	2.7
NODO 2	10.3	7.3
NODO 3	11.0	5.2
NODO 4	10.1	6.5
NODO 5	5.6	4.6
NODO 6	36.0	30.6

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 50**

*Tiempos de Demora de la Vía expresa proyecto vs Propuesto*



*Fuente: Elaboración Propia*



- Relación Volumen Capacidad

**Tabla 86**

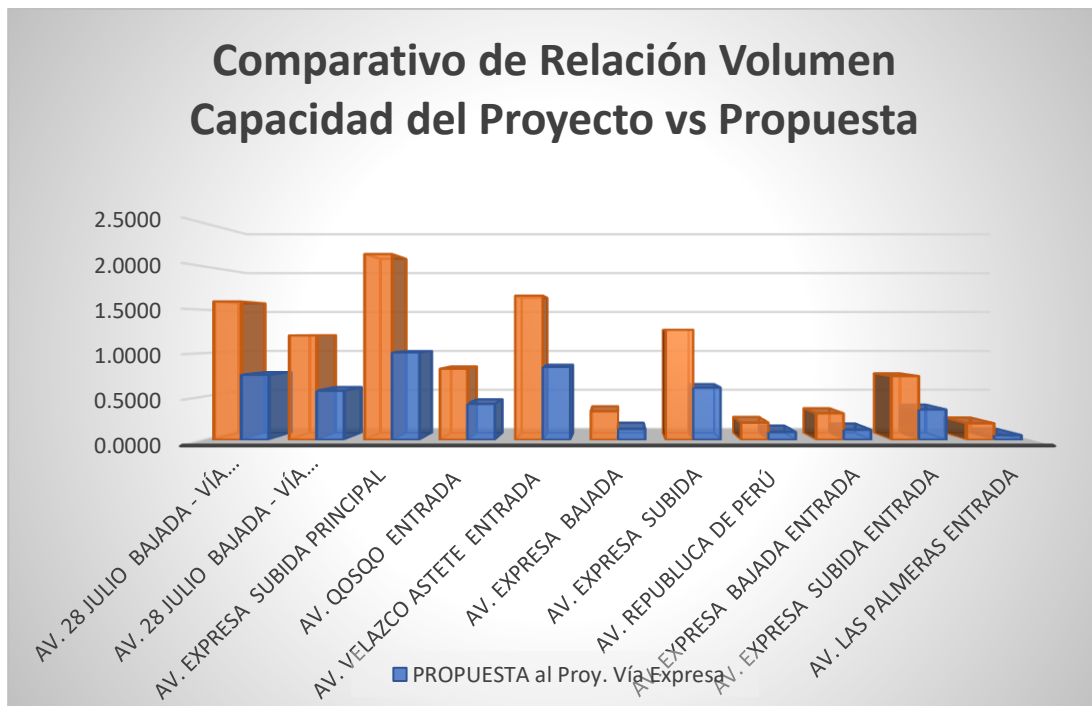
Relación Volumen – Capacidad del Proyecto Vía Expresa

RELACION DE VOLUMEN - CAPACIDAD DE LA PROPUESTA AL PROYECTO DE LA VIA EXPRESA				
OVALO SEMAFORIZADO	ENTRADA	VOLUMEN	CAPACIDAD	V/C (relación)
OVALO LIBERTADORES	AV. 28 JULIO BAJADA - Vía Secundaria	1222	1628	0.7506
	AV. 28 JULIO BAJADA - Vía Principal	922	1628	0.5663
	AV. EXPRESA SUBIDA Principal	1641	1628	1.0080
	AV. QOSQO ENRADA	675	1628	0.4146
	AV. VELAZCO ASTETE ENTRADA	1369	1628	0.8409
OVALO REPUBLICA DE PERU C/ VIA EXPRESA	AV EXPRESA BAJADA	206	1628	0.1265
	AV. EXPRESA SUBIDA	980	1628	0.6020
	AV. REPUBLICA DE PERU	138	1628	0.0848
OVALO LAS PALMERAS C/ VIA EXPRESA	AV. EXPRESA BAJADA ENTRADA	191	1628	0.1173
	AV. EXPRESA SUBIDA ENTRADA	570	1628	0.3501
	AV. LAS PALMERAS	89	1628	0.0547

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 87**

Gráfico Comparativo Relación Volumen - Capacidad



Fuente: Elaboración Propia





## CAPÍTULO V – DISCUSIONES

### **Discusión 1:**

**¿La nueva propuesta de reconfiguración geométrica del proyecto vía expresa influyen en el cálculo de los niveles de servicio propuestos por el proyecto actual?**

Sí, todas las propiedades de la vía son características físicas del diseño geométrico y afectan directamente la capacidad y al nivel de servicio

Los resultados de este estudio reflejan el impacto en la infraestructura vial, ya que los cambios en la forma y el diseño geométrico de las intersecciones ofrecen mayor fluidez a la vía y provocan cambios en la calidad de las vías, calidad y nivel de servicio.

### **Discusión 2:**

**¿Para los procesos de cálculos, análisis y evaluación de las intersecciones de estudio, es factible el uso del programa especializado VISSIM v5?3?**

Si es factible, ya que VISSIM v5.3 es un software para la simulación microscópica y multimodal de tránsito desarrollado por la empresa PTV - Planung transport Verkehr, que realiza el cálculo del flujo de saturación, capacidad, relación volumen – capacidad (v/c), niveles de servicio, sincronización, planificación de planes semafóricos, experimentación con sistemas inteligentes de transporte y sistemas de control y gestión del tránsito incorporando a este cálculo todos los ajustes y metodología del Highway Capacity Manual 2010.

### **Discusión 3:**

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

El método Highway Capacity Manual 2010 utilizado en el trabajo de investigación tiene en cuenta las características geométricas, las características del semáforo, el flujo de vehículos en cada grupo de carriles, lo que hace que cada canal que ingresa a la intersección sea único, por lo que tiene diferentes capacidades y niveles servicio.

### **Discusión 4:**

**¿En base a los resultados obtenidos se logra demostrar la hipótesis general de la investigación?**



Tomando en cuenta la hipótesis tanto general como las específicas al momento de comenzar con la investigación se logra demostrar que el nivel de servicio, tiempos de recorrido, condiciones semafóricas, tiempos de demora y la relación de congestión V/C, mejoran su condición para cada intersección estudiada en la tesis, teniendo así una mejor fluidez de tráfico sin interrupciones por ser considerada como vía expresa.

#### **Discusión 5:**

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

Sí, aunque el manual de capacidad vial es un manual norteamericano, en nuestro país no contamos con un manual especial para analizar la capacidad y nivel de servicios viales, pero sí se utiliza en nuestro país. Se puede ver que en el Manual de diseño geométrico "según HCM El método descrito en el Anexo 01 "Capacidad y nivel de servicio" cita claramente la teoría de la capacidad desarrollada por TBR. Cuando se utiliza este método, lo proporcionan los valores locales de la geometría típica, los requisitos del vehículo y las condiciones del semáforo en el área de estudio.



## GLOSARIO

- **ACCESO:** Carril o grupo de carriles donde se cruzan los flujos de tráfico adyacentes a otra entrada. Creando una intersección.
- **CALZADA:** Parte de la vía para tráfico motorizado. Incluye varios carriles
- **NIVEL DE SERVICIO:** Una medida descriptiva cualitativa del estado de ejecución del flujo de tráfico.
- **CAPACIDAD VIAL:** Este es la máxima proporción horaria de vehículos (o peatón) que puede cruzar un carril, un punto o incluso una sección de una carretera dentro de un período de tiempo específico en condiciones de la carretera, dispositivos de comunicación y un sistema de control de tráfico eficaz.
- **CARRIL:** Es la franja longitudinal parte de una calzada que está construida para ser utilizada por una sola fila de vehículos
- **CICLO O LONGITUD DE CICLO:** Tiempo necesario para una secuencia completa de todos los indicadores de semáforo.
- **INFRAESTRUCTURA VIAL:** Es un conjunto de elementos que te permiten mover tu vehículo de un punto de la red viaria a otro de forma cómoda, segura y eficiente.
- **INTERSECCIONES VIALES:** Una intersección es el área común de dos o más carreteras que se cruzan del mismo nivel o irregulares.
- **PENDIENTE:** Esta es una forma de mostrar la relación entre la altitud que puede ahorrar al subir la carretera y la distancia que recorre horizontalmente.
- **SEMAFOROS:** Los semáforos son un elemento de control del tráfico, especialmente en las zonas urbanas.
- **TRANSITO:** Fenómeno causado por la presencia de vehículos, personas u otras personas que viajan por carreteras, caminos y autopistas.
- **VEHÍCULO:** La relación entre el conductor que lo conduce y la vía que lo contiene.
- **VELOCIDAD:** Se define como la relación entre el espacio que es recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo



## CONCLUSIONES

### CONCLUSIÓN GENERAL:

Se logró el objetivo general y se demostró la hipótesis general, ya que el nivel de servicio que se ven en los gráficos analizados con la nueva propuesta es mejor que los que se presenta en el proyecto actual, se realizó el estudio de nivel de servicio por cada intersección semaforizada y se ve que son peores ya que limitan la fluidez de tráfico en el tramo estudiado.

De la misma manera con los tiempos de demora se ven resultados muchos más satisfactorios al aplicar la nueva reconfiguración geométrica, reduciendo así el tiempo de viaje y mejorar el confort del conductor en el tramo estudiado, ya que esta propuesta no presenta semaforizaciones por cada intersección intervenida.

### CONCLUSIÓN N°1:

Se logró el objetivo específico N°1 y se demostró la hipótesis específica N°1, la comparación de tiempos de recorrido en el tramo 0+00 al 4+750 km del proyecto de la vía actual con la propuesta de reconfiguración geométrica afectados por las condiciones de tráfico, los cambios que se tomaron en consideración logran reducir las demoras y optimizar el tiempo de recorrido en la vía, así como el nivel de servicio en las intersecciones:

- Ovalo Libertadores
- Calle Topacios – Calle Brasil
- Av. Republica del Perú
- Av. Tomas Tuyro Tupac
- Av. Las Palmeras
- Calle Jr. Los Geranios
- Calle Parque Zonal II – Tomas Katari

PARÁMETROS	MODELO ACTUAL	MODELO DESNIVEL
Demoras promedio (seg/veh)	31.225	24.599
Número de paradas promedio (veh)	0.984	0.72
Velocidad promedio (km/h)	44.391	45.903
Demoras por semáforo promedio	16.834	13.224
Demora total de toda la vía (hora)	42.613	33.599
Tiempo total de viaje (todos los vehículos)	276.615	267.578



CONCLUSIÓN N°2:

Se logró el objetivo específico N°2 y se demostró la hipótesis específica N°2, Se mejoró el tiempo de recorrido gracias a la nueva reconfiguración geométrica propuesta de una vía a desnivel deprimida tipo zanjón del tramo estudiado 0+00 km al 4+750 km.

CONCLUSIÓN N°3:

Se logró el objetivo específico N°4 y se demostró la hipótesis específica N°4, los tiempos de demora del proyecto actual se ven afectados por las intersecciones que serán consideradas como óvalos semaforizados, mientras que en la nueva propuesta se trata de optimizar los tiempos obviando la semaforización por tratarse de una vía expresa como tal.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO ACTUAL</b>	<b>MODELO DESNIVEL</b>
<b>Demoras promedio (seg/veh)</b>	31.225	24.599
<b>Número de paradas promedio (veh)</b>	0.984	0.72
<b>Velocidad promedio (km/h)</b>	44.391	45.903
<b>Demoras por semáforo promedio</b>	16.834	13.224
<b>Demora total de toda la vía (hora)</b>	42.613	33.599
<b>Tiempo total de viaje (todos los vehículos)</b>	276.615	267.578

CONCLUSIÓN N°4:

Se logró el objetivo específico N°5 y se demostró la hipótesis específica N°5, El estudio de la relación de congestión V/C analizados en las intersecciones del proyecto presentan mayor saturación V/C por presentar óvalos semaforizados en cambio en la nueva propuesta de reconfiguración geométrica no presenta óvalos semaforizados lo que lo hace una vía mucho más fluida y sin interrupciones.



## RECOMENDACIONES

### **Recomendación N°01**

Se recomendaría, volver hacer un nuevo conteo vehicular para obtener nuevos futuros niveles de servicio en base a la nueva data obtenida y variada por pandemia, en el área de investigación de la tesis o áreas aledañas. Ya que, en pandemia, se vio incrementado significativamente el parque automotor a nivel de nuestra ciudad de cusco. La tesis de investigación se realizó antes pandemia,

### **Recomendación N°02**

Se recomienda implementar la vía expresa con semaforización inteligente, ya sea con el diseño actual o el de propuesta del tema de la tesis, ya que eso ayudaría con el nivel de servicio y tiempos de recorrido de las vías que compondrán la vía expresa y de vías aledañas.

### **Recomendación N°03**

Se recomienda realizar un análisis respecto al tiempo de viaje, recorrido y demora que tenga la avenida vía expresa en sus tramos de inicio a fin, cuando este culminado el proyecto, y inicien la circulación de vehículos por la vía, para obtener resultados más precisos y a tiempo real, con la finalidad de obtener niveles de servicio,

### **Recomendación N°04**

Se recomienda realizar propuestas de descongestionamiento de las vías que alimentaran la vía expresa, en el espacio del aeropuerto Alejandro Velasco Astete, ya que en un futuro este vendrá a desaparecer y la Av. Velasco Astete vendría a ser la primera vía congestionada por esta razón, se toma en consideración como una via alterna la Vía de Evitamiento.

### **Recomendación N°05**

Se recomienda implementar con sistemas de planificación vehicular en donde se pueda adaptar a nuestra geografía y cultura, ya que una de las consecuencias del congestionamiento es la cultura del conductor y la mala practica de ellas, lo que conlleva al desorden en nuestra ciudad.



## REFERENCIAS

- Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., B. (2000). *Manual de carreteras*.
- DG, D. G. (2018). *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras (DG-2018)*. Lima: MTC.
- ETRASA. (2009). *Manual: Aprender a Conducir*. España: Trafico Vial, S.A.
- *highway capacity manual* . (2000). washington D.C. .
- ICG, & Loaiza, I. V. (2005). *Manual de Diseño Geometrico para Vías Urbanas*. Lima: (ICG) Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Kraemer, C. (s.f.). *Ingenieria de carreteras volumen I*.
- Martinez Aldeán, D. F. (2014). *Universidad Técnica Particular de Loja*. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Mesalles, R. P. (2004). *Modulo de Infraestructura vial y manejo del Trafico*. Guatemala.
- MTC. (2014). *Guia del Conductor*. Lima.
- Universidad Tecnologica Nacional / Rocio Rolón, U. (s.f.). *DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS* . La Plata .
- Vallverdu, A. (2010). Pavimentos en Infraestructura Vial. *One Touch EMB Construcción*, 1.
- Victor Chavez Loaiza, V. (2005). *Manual de Diseño Geometrico de vias urbanas*.
- Fredy Roberto Vizcarra Castillo, (2021). *el Urbanistat.lat ¿QUE SE PROPONE PARA EL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DEL CUSCO?* , <https://urbanistas.lat/que-se-propone-para-el-aeropuerto-del-cusco/>





ANEXOS

2. Matriz de Consistencia.

PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIAN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019				
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente X	Indicadores
¿Cuál será el nivel de servicio y tiempo de recorrido del Proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" en el tramo (0+00 km - 4+750 km) con una reconfiguración geométrica mediante vía a desnivel en la ciudad de cusco 2019?	Analizar a nivel de servicio y tiempo de recorrido del Proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" en el tramo (0+00 km - 4+750 km) con una reconfiguración geométrica, de la vía a desnivel en la ciudad de cusco 2019.	El nivel de servicio del Proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo los libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" en el tramo (0+00 km - 4+750 km) será mayor con una reconfiguración geométrica de la vía a desnivel y además el tiempo de recorrido en comparación será menor al propuesto en el proyecto, en la ciudad de cusco 2019.	X1: configuración geométrica.	Semaforos  Geometría de la intersección
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Hipótesis específico</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicadores</b>
1.- ¿Cómo varía el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) influenciadas por las condiciones de tráfico en las intersecciones a nivel, en el proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" en comparación a una vía a desnivel, propuesta en la nueva geometría, usando software de simulación en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019?	1.- Comparar el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) influenciadas por las condiciones de tráfico en las intersecciones a nivel, en el proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" en comparación a una vía a desnivel deprimida, propuesta en la nueva geometría, usando software de simulación VSSIM v5.3 en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019	1.- El tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) influenciadas por las condiciones de tráfico se optimizará con la propuesta de la nueva geometría del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles", usando software de simulación VSSIM v5.3, en los distritos de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019.	Y1: Tiempo de recorrido.	Velocidad de Diseño
2.- ¿Cómo mejorará las Características Geométricas que influyen en el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) en las intersecciones a nivel, en el proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" mediante la vía a desnivel, propuesta en la nueva geometría, usando software de simulación VSSIM v5.3 en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019?	2.- Mejorar las Características Geométricas que influyen en el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) en las intersecciones a nivel, en el proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles" mediante la vía a desnivel deprimida, propuestas en la nueva geometría, usando software de simulación VSSIM v5.3, en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019.	2.- Las características geométricas, mejorara en el tiempo de recorrido en el tramo (0+250 km - 5+175 km) mediante la vía a desnivel, en comparación a las intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera - Nodo Versalles", usando software de simulación VSSIM v5.3, en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019.	Y2: Características Geométricas	
3.- ¿Cuál es la diferencia de los tiempos de demora en el tramo (0+250 km - 5+175 km) que influyen en el nivel de servicio de una vía a desnivel en comparación a los tiempos de demora de una intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" usando software de simulación, en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019?	3.- Determinar cuales seran los tiempos de demora en el tramo (0+250 km - 5+175 km) que influyen en el nivel de servicio de una vía a desnivel deprimida en comparación a los tiempos de demora de una intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" usando software de simulación, en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019.	3.- Los tiempos de demora en el tramo (0+250 km - 5+175 km) disminuirán con la nueva geometría propuesta, mostrando un mejor nivel de servicio de la vía a desnivel en comparación a los tiempos de demora de una intersecciones a nivel del proyecto: "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" usando software de simulación, en los distrito de wanchaq y san sebastian en la ciudad del cusco 2019.	Y3: Tiempos de Demora	
4.- ¿Qué relación de congestión VC en las intersecciones a nivel del tramo (0+250 km - 5+175 km) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" con respecto a la nueva propuesta de configuración geométrica de una vía a desniveles sea la más alta?	4.- Determinar qué relación de congestión VC en las intersecciones a nivel en el tramo (0+250 km - 5+175 km) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" con respecto a la nueva propuesta de configuración geométrica de una vía a desnivel es la más alta.	4.- La relación de congestión VC en las intersecciones a nivel del tramo (0+250 km - 5+175 km) del proyecto "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco: Ovalo Libertadores - Puente Costanera" es más mayor con respecto a la nueva propuesta de configuración geométrica de pasos a desnivel.	Y4: Relación de Congestion V/C	Niveles A,B,C,D,E,F

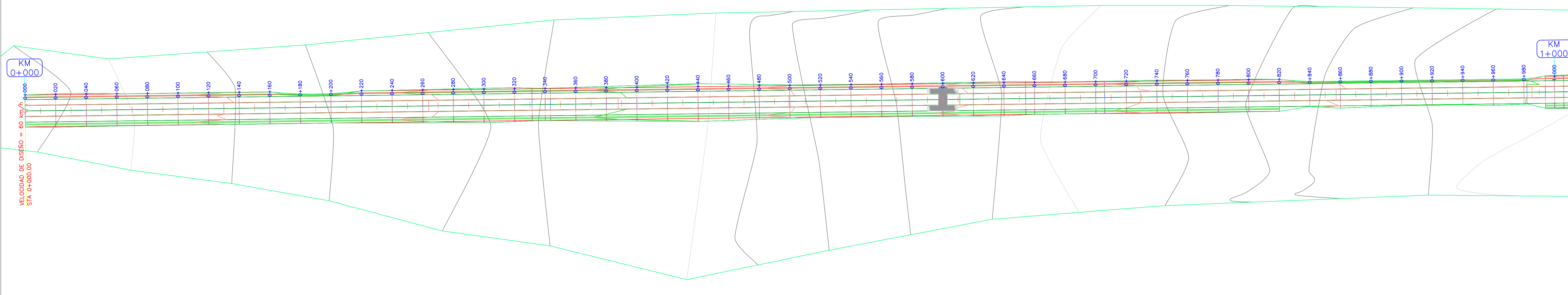




### 3. Tentativa de Presupuesto

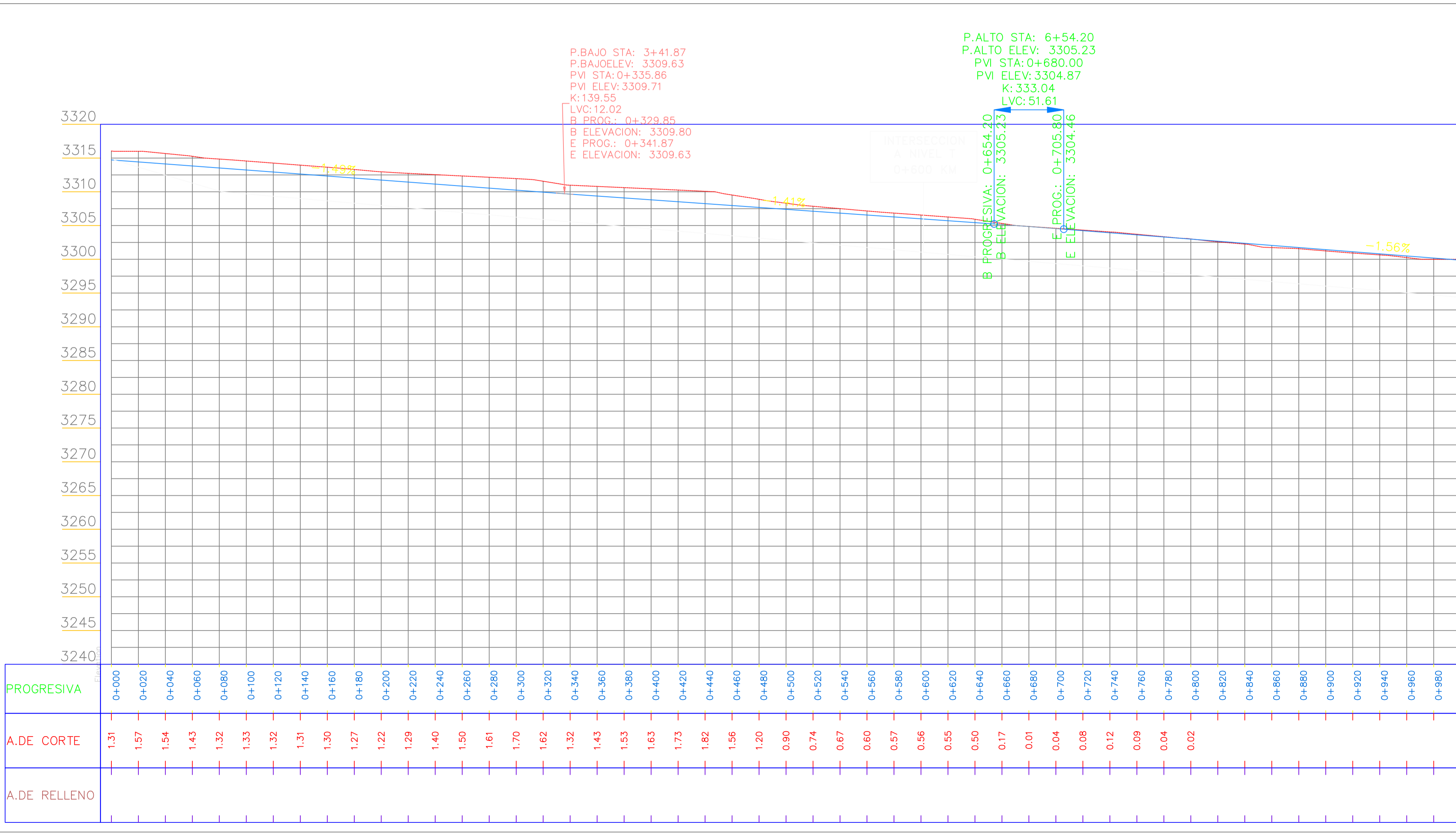
TENTATIVA DE PRESUPUESTO - RECONFIGURACION GEOMETRICA DE LA VIA EXPRESA			
DESCRIPCION DE COMPONENTES	UND	METRADO	PRESUPUESTO TOTAL
COMP. 1: CALZADAS ADECUADA PARA EL TRANSITO VEHICULAR	KM	1KM	S/ 55,507,770.91
COMP. 2: PASOS A DESNIVEL Y PUENTES ADECUADOS PARA EL TRANSITO VEHICULAR ( 4 puentes en las estaciones estudiadas en la tesis)			S/ 115,814,372.83
- Construcción de puente: CONSTRUCCION CALLE OVALO BRASIL	M	40.17	S/ 19,456,734.78
- Construcción de puente: (ESTACION 2) CONSTRUCCION DE PUENTE AV. REPUBLICA DEL PERU	M	37.5	S/ 18,240,688.85
- Construcción de puente: CONSTRUCCION DE PUENTE AV. TOMAS TUYRO TUPAC.	M	35	S/ 17,024,642.93
- Construcción de puente: (ESTACION 3) CONSTRUCCION DE OVALO LAS PALMERAS	M	31.79	S/ 15,463,239.96
- Construcción de puente: CONSTRUCCION DE PUENTE OVALO JR. LOS GERANIOS	M	43.2	S/ 20,915,989.88
- Construcción de gavión: CONSTRUCCION DEL GAVIONES	M	855.88	S/ 6,022,692.81
- Construcción de puente : CONSTRUCCION DEL PUENTE COSTANERA 1	M	20	S/ 18,690,383.62
COMP. 3: ADECUADA SEÑALIZACION HORIZONTAL, VERTICAL			S/ 515,545.81
COMP. 4: ADECUADA CAPACITACION, SEGURIDAD Y MITIGACION AMBIENTAL			S/ 1,335,993.45
<b>SUBTOTAL: S/.</b>			<b>S/ 173,173,683.00</b>

Nota: El presupuesto especificado en el cuadro son actualizados con precios al 2022, puesto que la obra de la via expresa aun sigue en plena ejecucion, se toma en consideracion el presupuesto por componentes y por km de ejecucion.

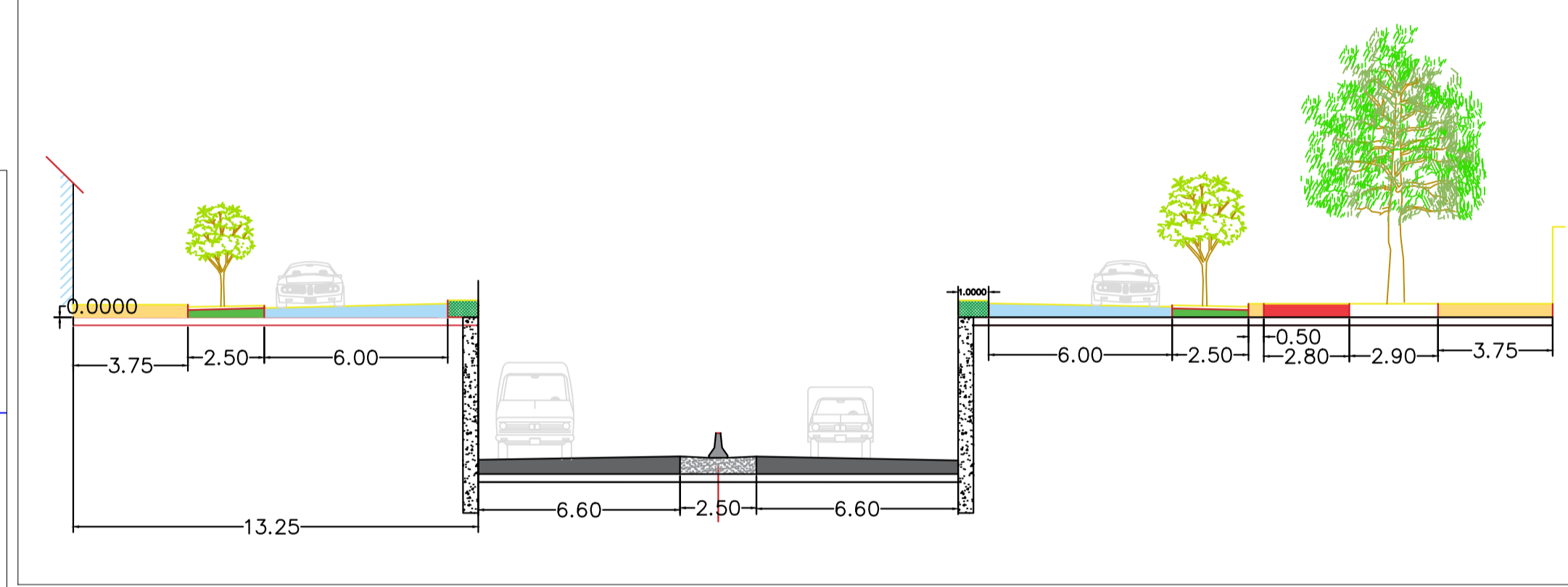


PLANO EN PLANTA DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN  
ESCALA 1:1250

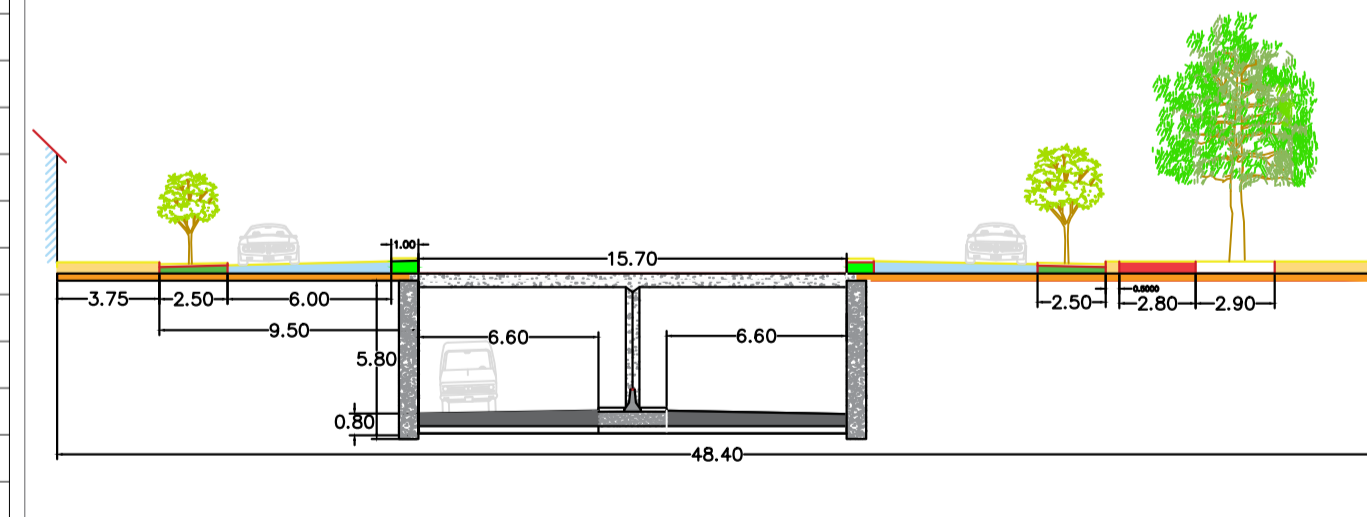
PERFIL LONGITUDINAL (0+000km - 1+000km)  
ESCALA 1:2000



SECCIÓN TIPICA 1  
0+000km - 1+000km



SECCIÓN TIPICA 2  
0+600 km



LEYENDA	
PAVIMENTO	
ÁREA VERDE	
CICLOVIA	
VEREDA	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	
SEPARADOR VÍAL DE CONCRETO	

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

"UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO"

"PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019."

TESISTAS:  
BACH. ROSARIO HUARAYA ARELLANO  
BACH. JOLBIN HUANCACHOQUE LLICAHUA

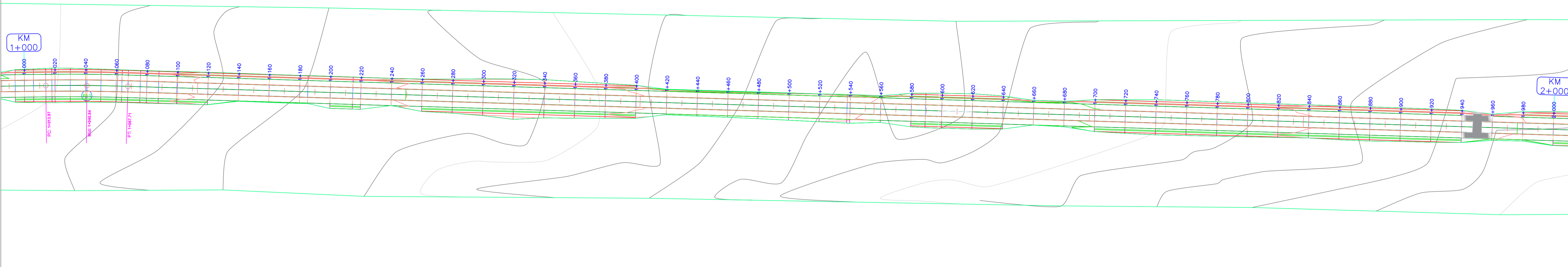
FECHA: ENERO 2022

"PLANO DE PLANTA Y PERFIL DEL PROYECTO DE TESIS (0+000 KM - 1+000 KM)"

DEPARTAMENTO: CUSCO  
PROVINCIA: WANCHAQ  
SAN SEBASTIÁN

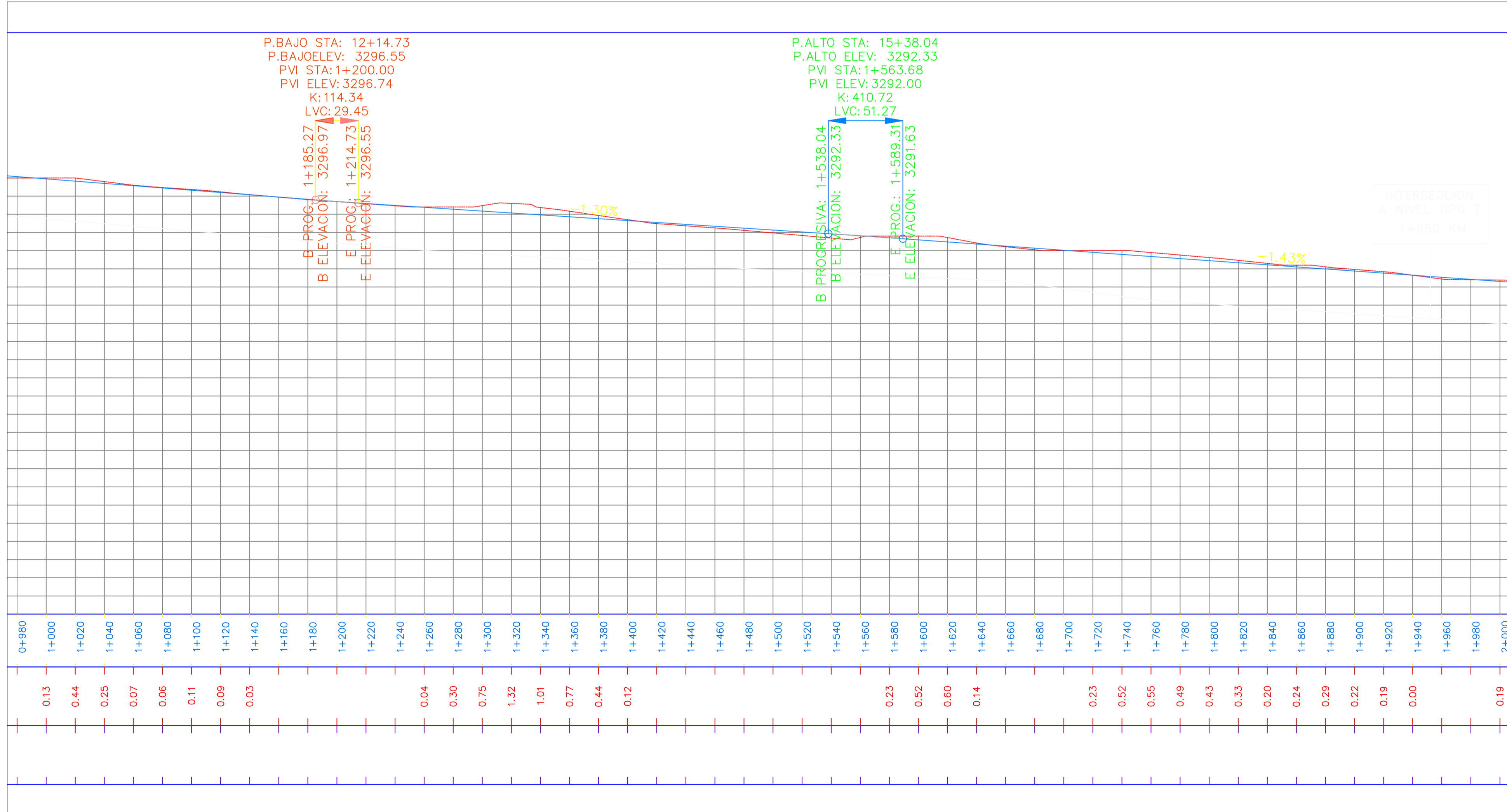
LAMINA: **DG-01**





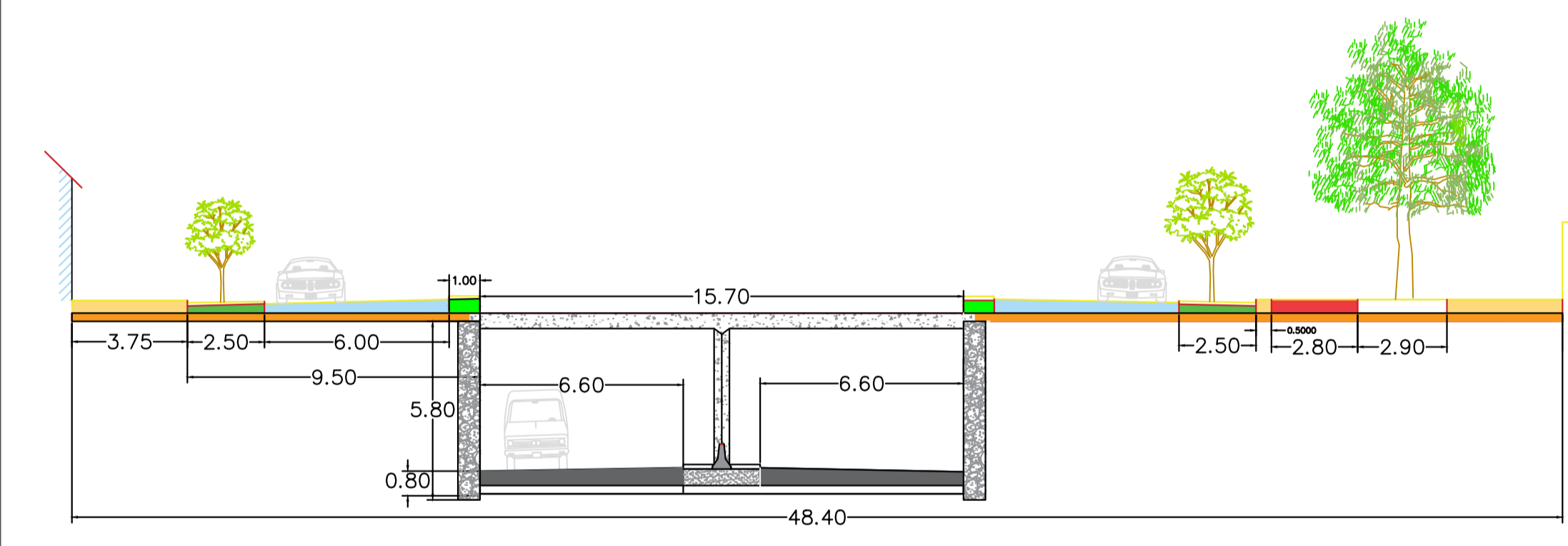
**PLANO EN PLANTA DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN**  
**ESCALA 1:1250**

**PERFIL LONGITUDINAL (1+000km - 2+000km)**  
**ESCALA 1:2000**

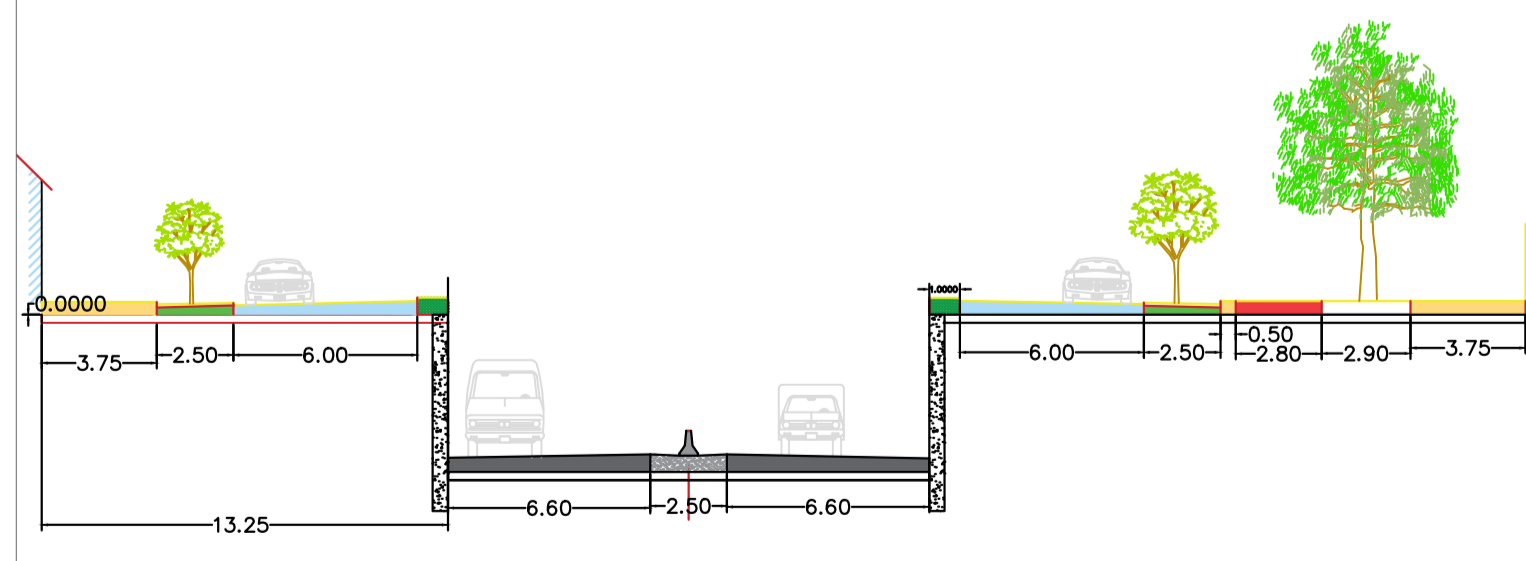


LEYENDA	VEREDA	
PAVIMENTO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO	
ÁREA VERDE	SEPARADOR VIAL DE CONCRETO	
CICLOVIA		

**SECCIÓN TÍPICA 2**  
 1+950 km



**SECCIÓN TÍPICA 1**  
 0+000km - 1+000km



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO"**

"PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019.

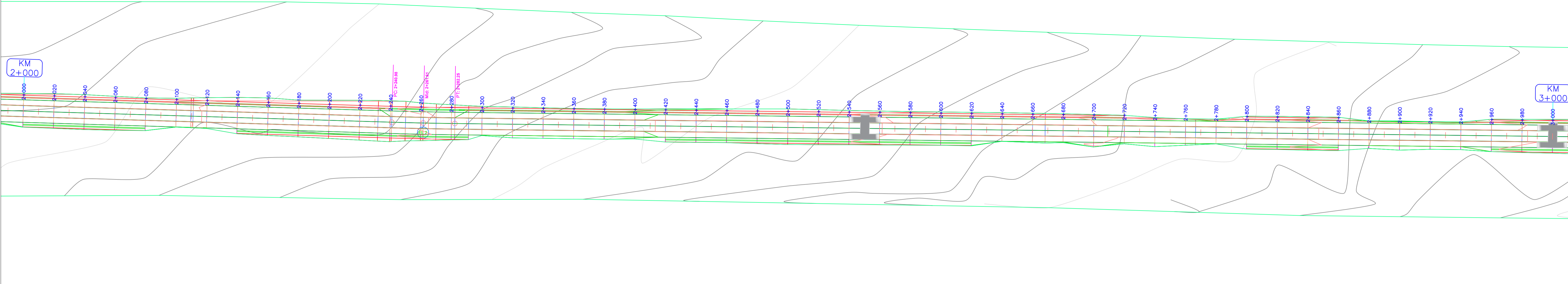
TESISTAS:  
 BACH. ROSARIO HUARAYA ARELLANO  
 BACH. JOLBIN HUANCACHOQUE LLICAHUA

FECHA: ENERO 2022

**"PLANO DE PLANTA Y PERFIL DEL PROYECTO DE TESIS (1+000 KM - 2+000 KM)"**

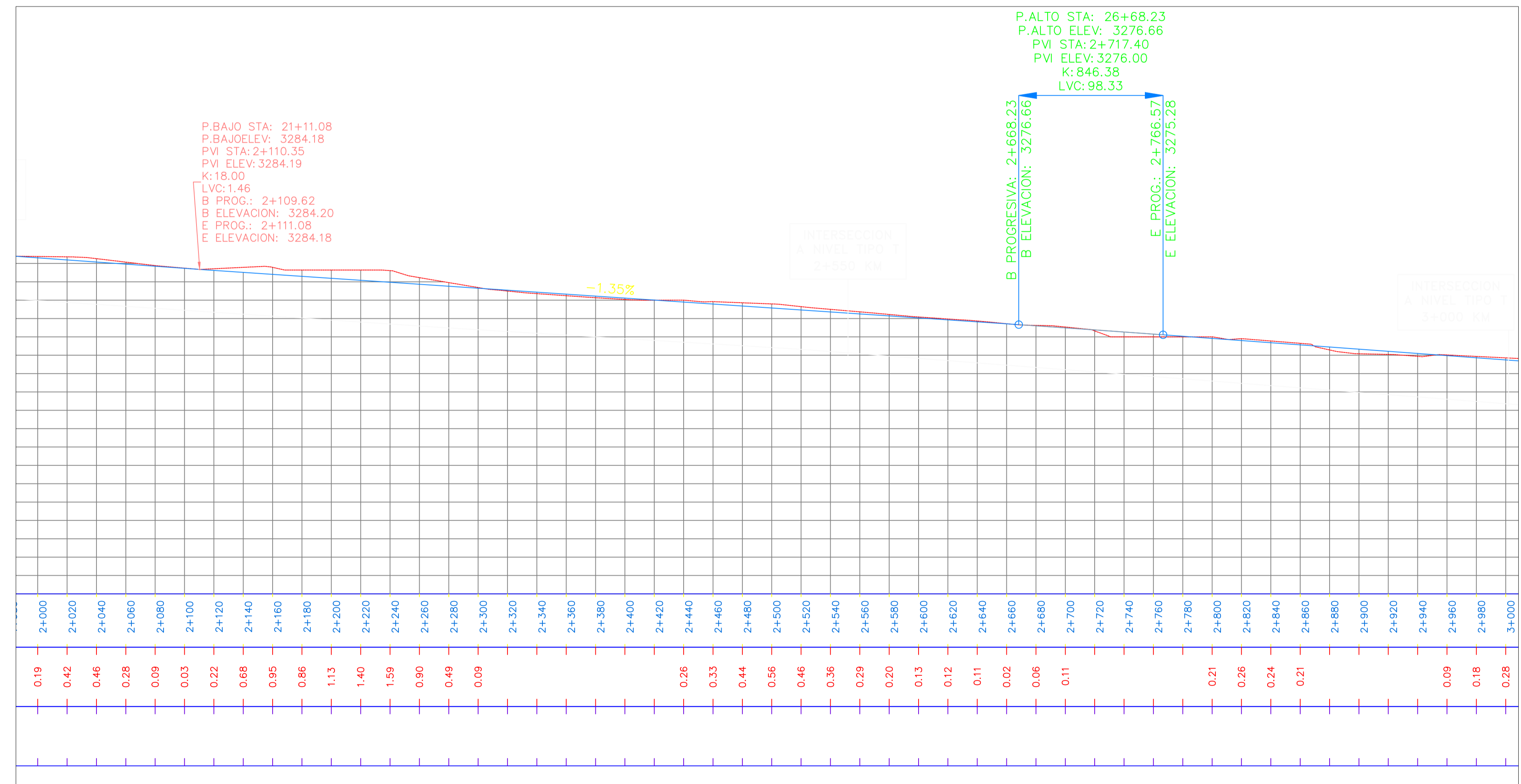
DEPARTAMENTO : CUSCO  
 PROVINCIAS: WANCHAQ, SAN SEBASTIÁN

LAMINA: **DG-02**

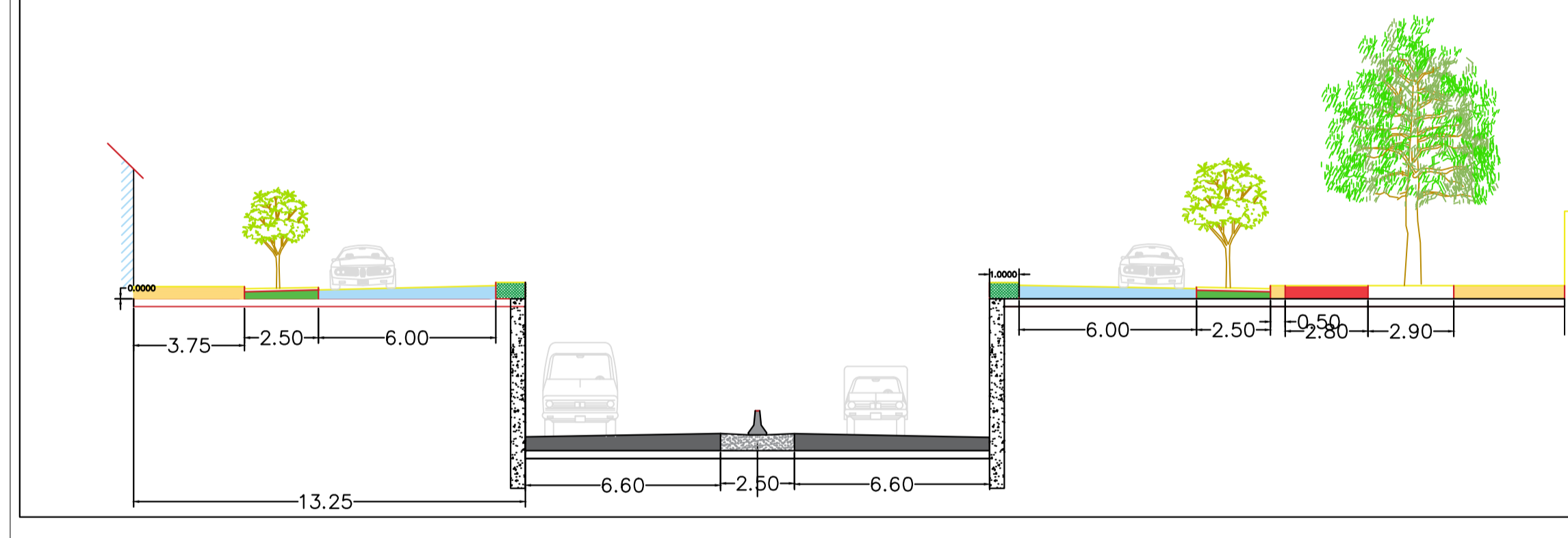


**PLANO EN PLANTA DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN**  
**ESCALA 1:1250**

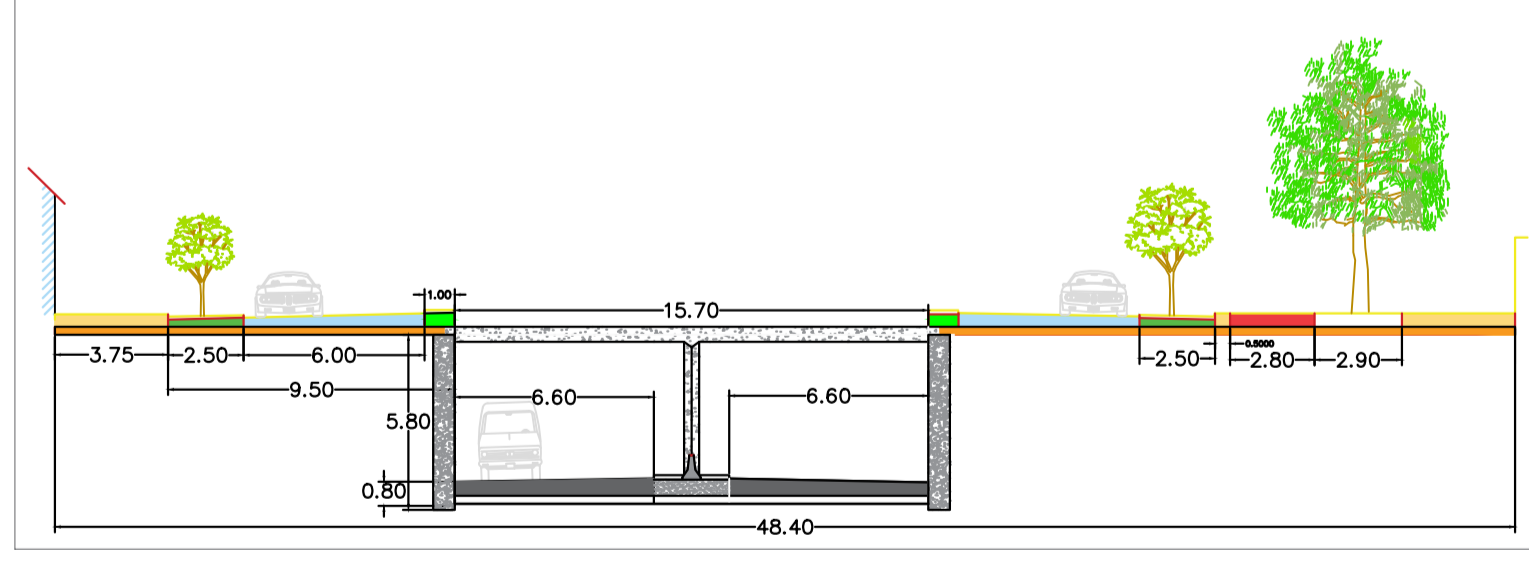
**PERFIL LONGITUDINAL (2+000km - 3+000km)**  
**ESCALA 1:2000**



**SECCIÓN TIPICA 3**  
 2+000km - 3+000km



**SECCIÓN TIPICA 2**  
 2+550 km y 3+000 km



LEYENDA	
PAVIMENTO	
ÁREA VERDE	
CICLOVIA	
VEREDA	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	
SEPARADOR VIAL DE CONCRETO	



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO"**

"PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019.

TESISTAS:  
 BACH. ROSARIO HUARAYA ARELLANO  
 BACH. JOLBIN HUANCACHOQUE LLICAHUA

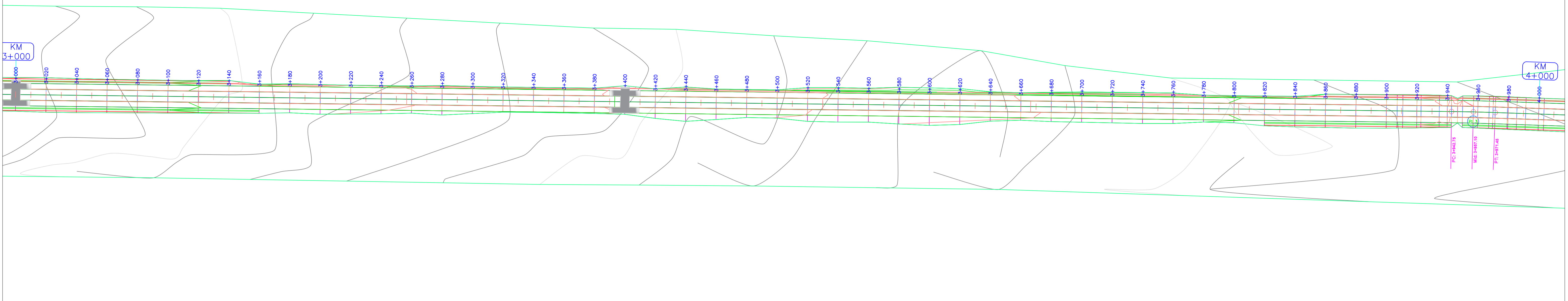
FECHA: ENERO 2022

**"PLANO DE PLANTA Y PERFIL DEL PROYECTO DE TESIS (2+000 KM - 3+000 KM)"**

DEPARTAMENTO : CUSCO  
 PROVINCIAS: WANCHAQ  
 SAN SEBASTIÁN

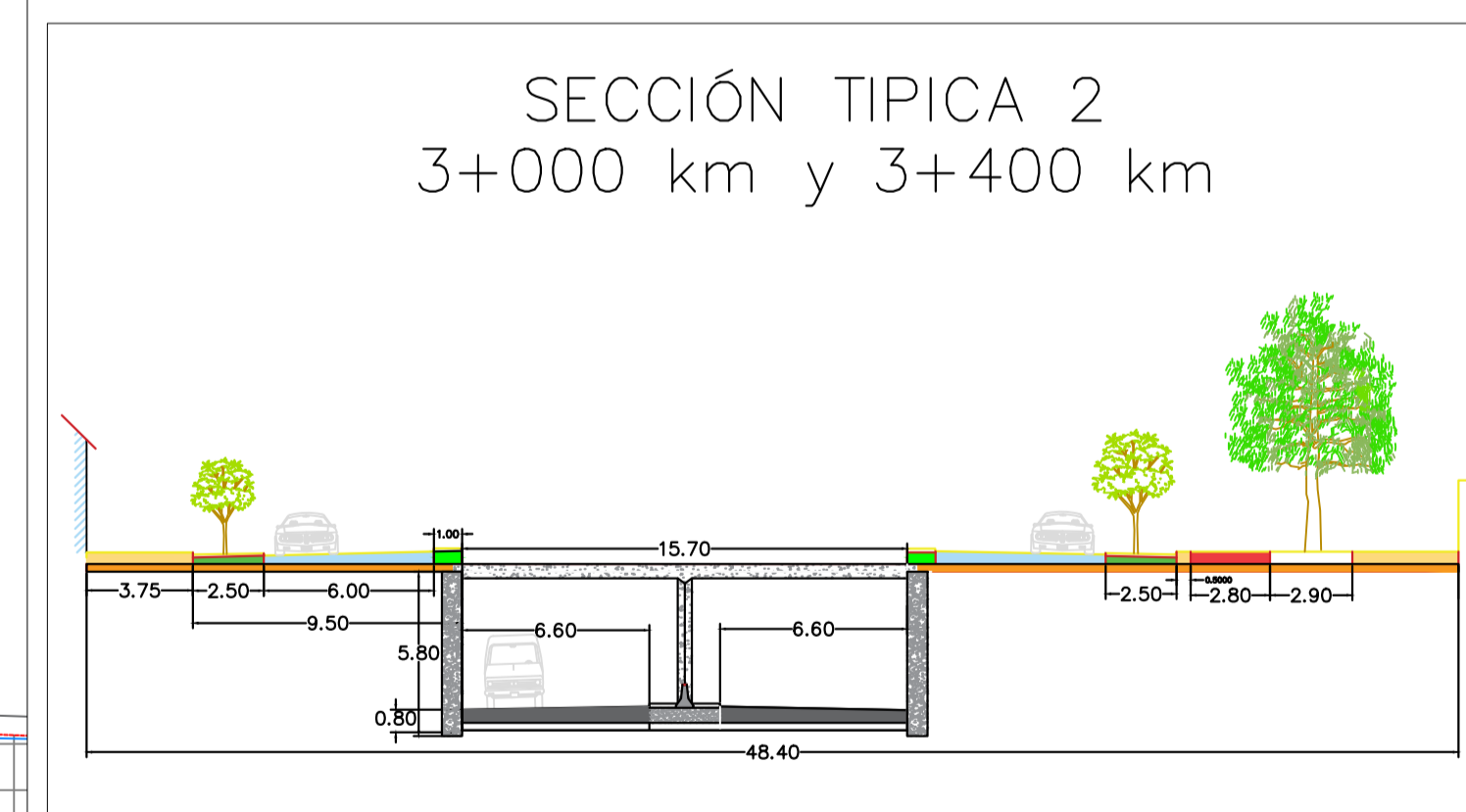
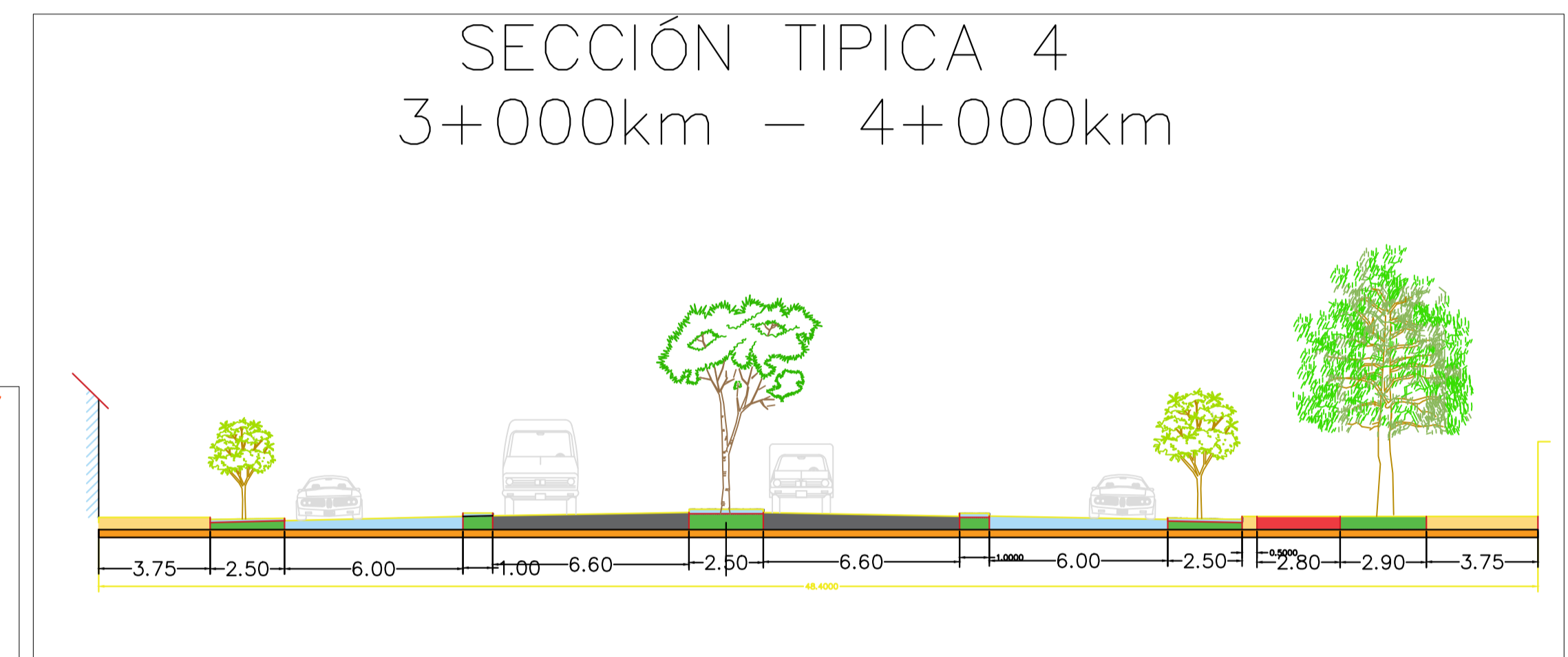
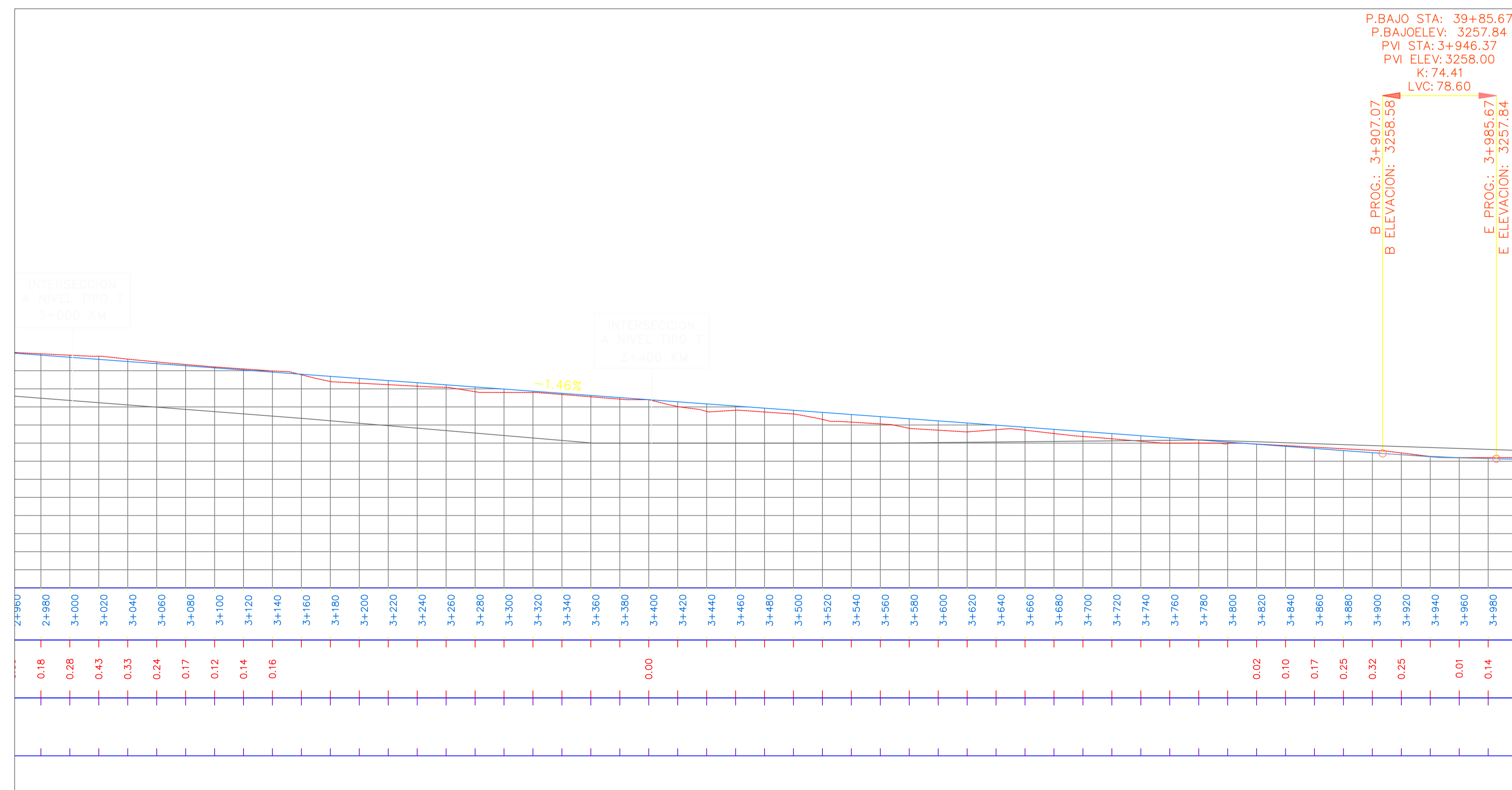
LAMINA: **DG-03**






**PLANO EN PLANTA DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN**  
ESCALA 1:1250

**PERFIL LONGITUDINAL (3+000km - 4+000km)**  
ESCALA 1:2000



LEYENDA	
PAVIMENTO	
ÁREA VERDE	
CICLOVIA	
VEREDA	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	
SEPARADOR VIAL DE CONCRETO	



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**"UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO"**

"PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019.

**TESISTAS:**  
BACH. ROSARIO HUARAYA ARELLANO  
BACH. JOLBIN HUANCACHOQUE LLICAHUA

FECHA: ENERO, 2022

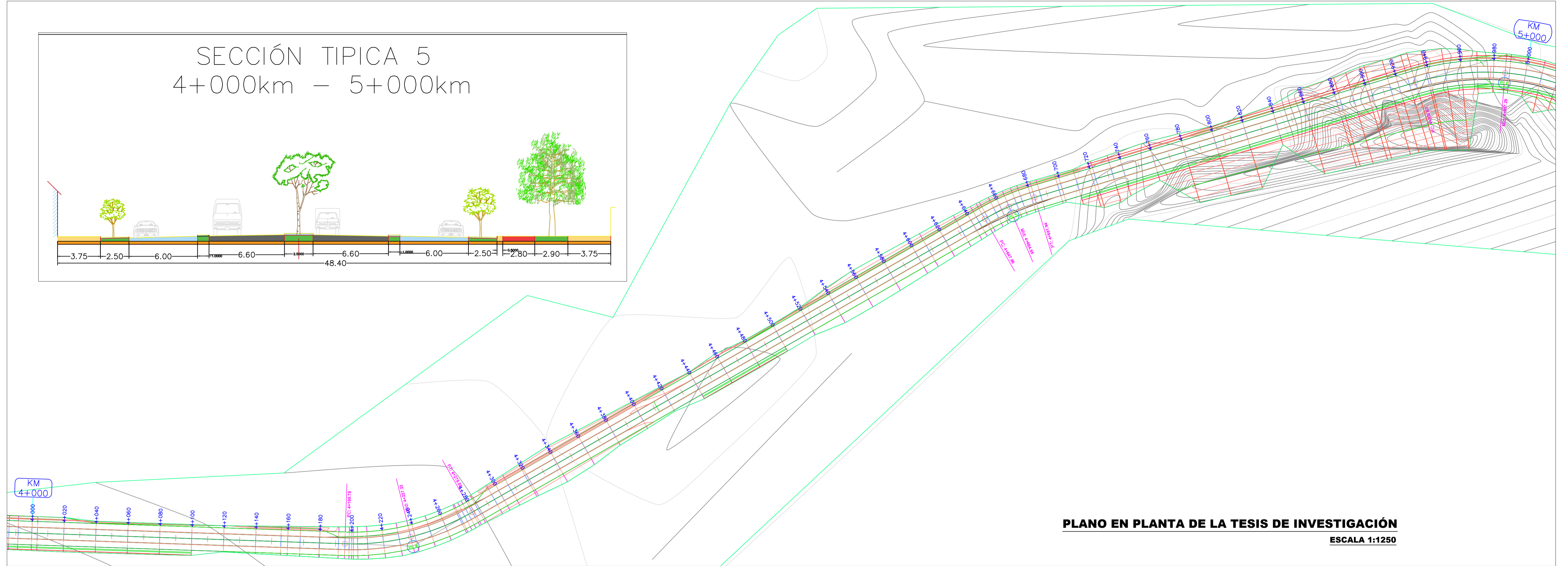
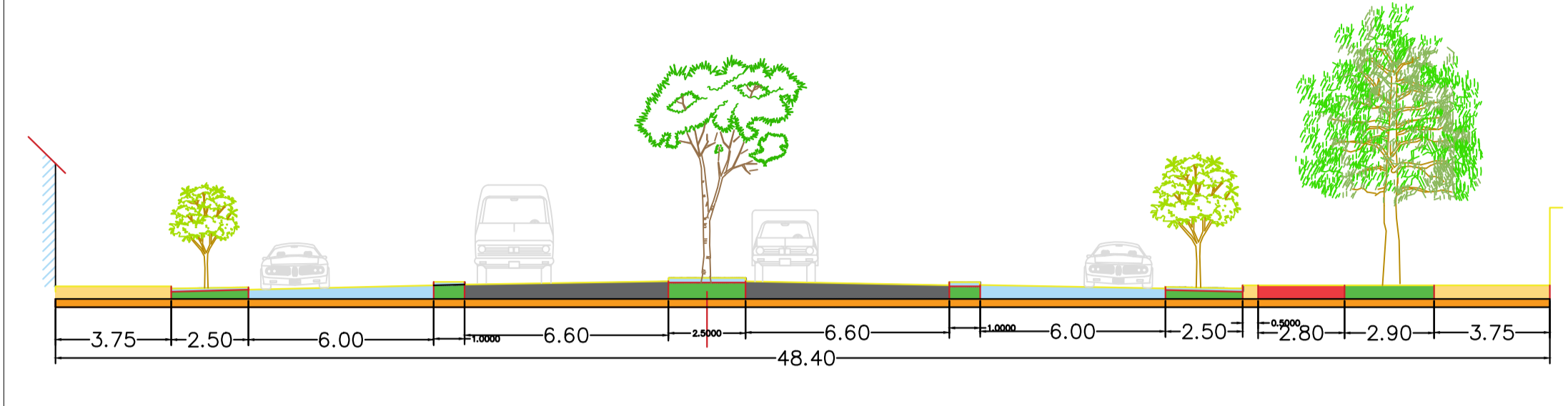
**"PLANO DE PLANTA Y PERFIL DEL PROYECTO DE TESIS (3+000 KM - 4+000 KM)"**

**DEPARTAMENTO:** CUSCO **LAMINA:** DG-04

**PROVINCIAS:** WANCHAQ, SAN SEBASTIAN



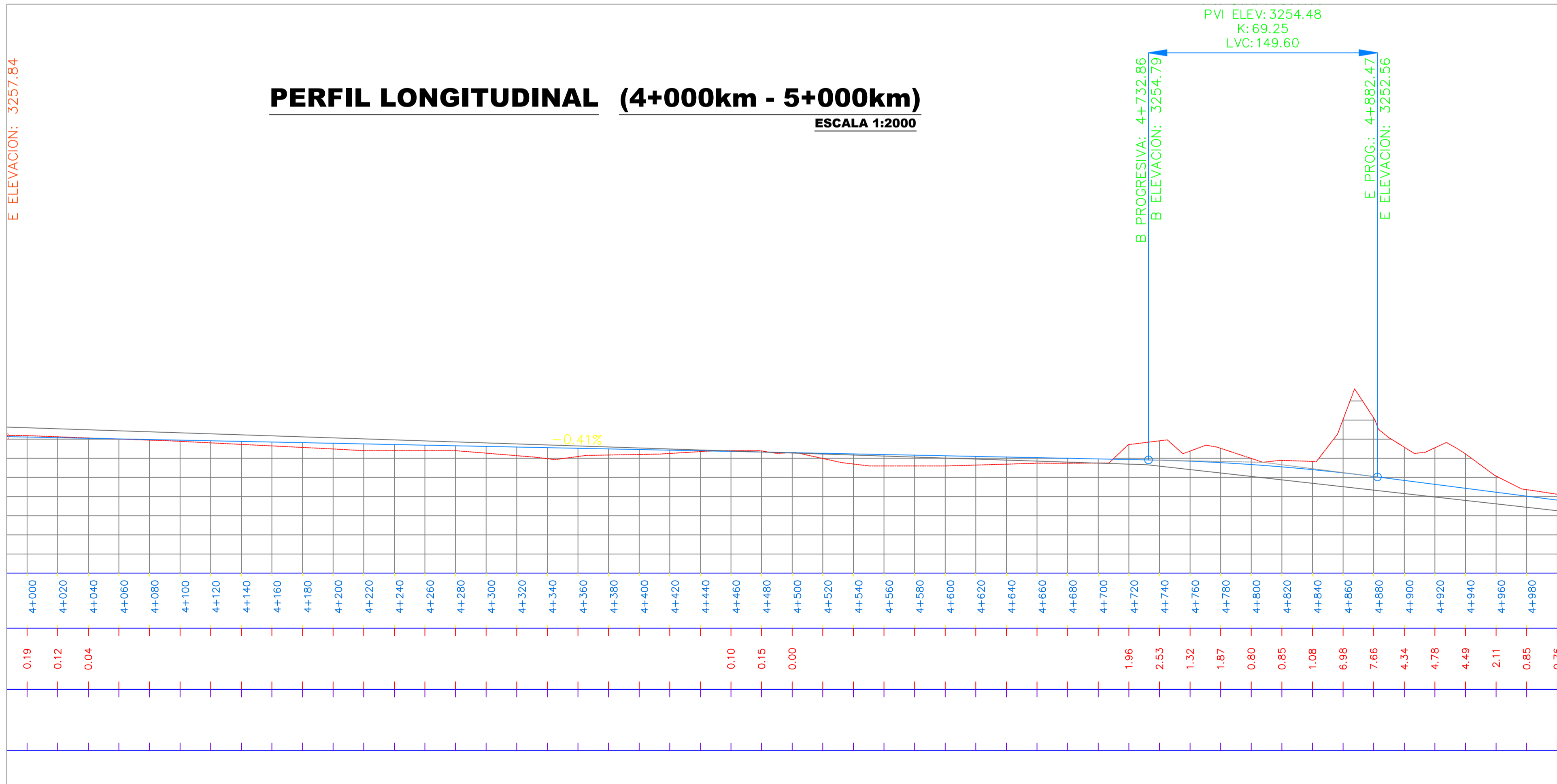
SECCIÓN TÍPICA 5  
4+000km - 5+000km



PLANO EN PLANTA DE LA TESIS DE INVESTIGACIÓN

ESCALA 1:1250

PERFIL LONGITUDINAL (4+000km - 5+000km)  
ESCALA 1:2000



LEYENDA	
PAVIMENTO	
ÁREA VERDE	
CICLOVIA	
VEREDA	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	
SEPARADOR VÍAL DE CONCRETO	

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

**"UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO"**

"PROPUESTA DE RECONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA MEDIANTE UNA VÍA A DESNIVEL DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO: OVALO LIBERTADORES - PUENTE COSTANERA - NODO VERSALLES" USANDO UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y NIVELES DE SERVICIO EN LOS DISTRITOS DE WANCHAQ Y SAN SEBASTIÁN EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2019.

TESISTAS:  
BACH. ROSARIO HUARAYA ARELLANO  
BACH. JOLBIN HUANOACHOQUE LLICAHUA

FECHA: ENERO 2022

---

**"PLANO DE PLANTA Y PERFIL DEL PROYECTO DE TESIS (4+000 KM -5+000 KM)"**

DEPARTAMENTO : CUSCO LAMINA:

PROVINCIAS: WANCHAQ **DG-05**

SAN SEBASTIAN