

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR Y LOS NIVELES DE SERVICIO EN EL PUENTE GRAU Y SUS VÍAS ALEDAÑAS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2019

Tesis presentada por los Bachilleres:

Mendoza Condori, Alejandro Juan

Mendoza Condori, Carla Jimena

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Márquez Arrisueño, Víctor Eduardo

Arequipa – Perú

2020

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR

TESIS (X)
TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

VISTO

El BORRADOR DE TESIS/TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Titulado:

Análisis del flujo Vehicular y los niveles de
Servicio en el Puente Grau y sus vías aledañas
en la ciudad de Arequipa - 2019

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

- Mendoza Condori Alejandro Juan
- Mendoza Condori Carla Jimena

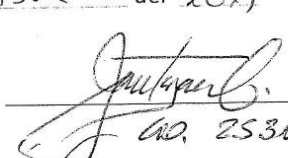
Nuestro DICTAMEN es:

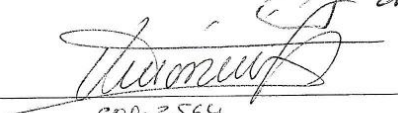
Aprobado sin observación

OBSERVACIONES:

Arequipa, 2 de Diciembre del 2019


Cod. 3044


Cod. 2530


Cod. 2564

DEDICATORIA

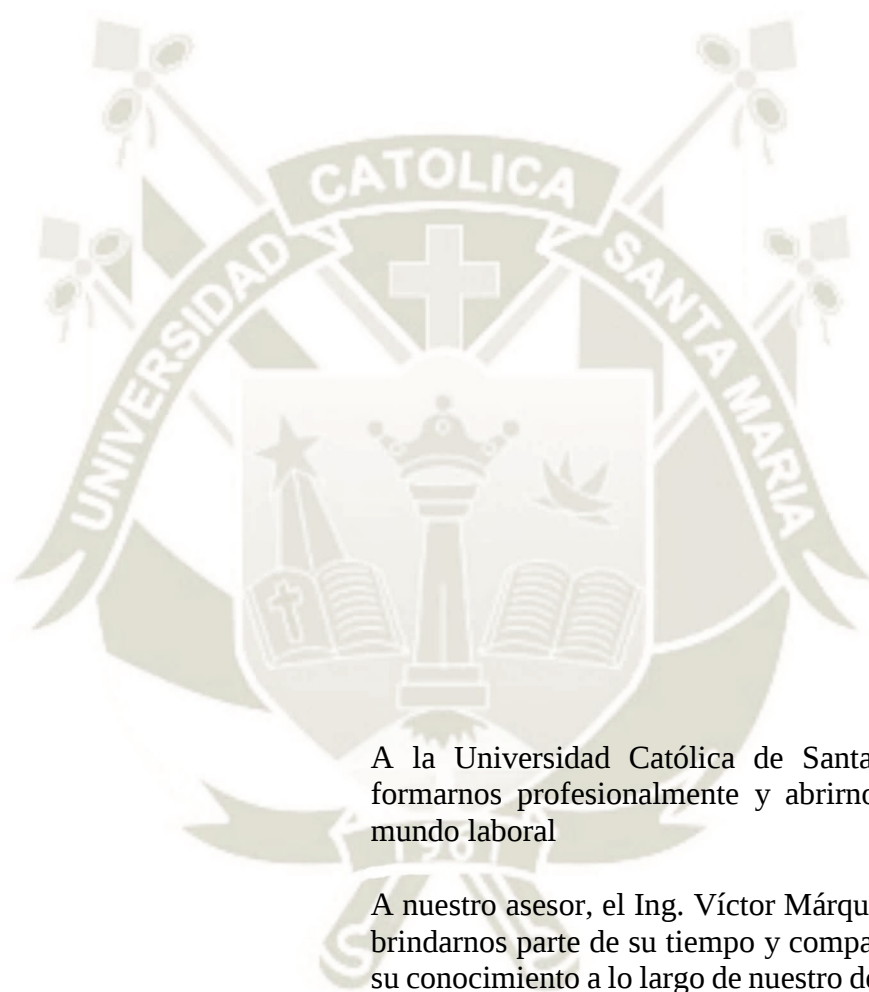


A Dios, por permitirnos crecer y avanzar profesionalmente

A nuestros padres por su apoyo incondicional y sus enseñanzas a lo largo de nuestras vidas

A nuestros familiares y amigos por motivarnos a perseverar y cumplir con este objetivo.

AGRADECIMIENTOS



A la Universidad Católica de Santa de María, por formarnos profesionalmente y abrirnos las puertas al mundo laboral

A nuestro asesor, el Ing. Víctor Márquez Arrisueño por brindarnos parte de su tiempo y compartir con nosotros su conocimiento a lo largo de nuestro desarrollo de tesis.

RESUMEN

El Puente Grau es una de las edificaciones más imponentes a base de sillar de la ciudad de Arequipa, construida a finales del siglo XIX con el objetivo de conectar los dos sectores en los que se divide la ciudad a causa del río Chili. Desde su construcción, se convirtió en una de las vías principales de la ciudad, siendo de bastante ayuda para la población arequipeña para trasladarse desde el centro de la ciudad hacia los distritos de Yanahuara, Cayma y demás. Sin embargo, debido al crecimiento demográfico que se viene desarrollando en Arequipa, se viene incrementando de forma considerable el parque automotor, generando que en diversos puntos de la ciudad, en especial en la zona del Puente Grau, se formen grandes congestionamientos en determinadas horas del día.

En el presente proyecto de investigación, se realizará un análisis y una evaluación de los flujos vehiculares y los niveles de servicio del Puente Grau y sus vías aledañas, mediante la obtención de datos en campo (conteo vehicular, estudio de velocidades, conteo de peatones), aplicando la metodología expuesta en el *Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010)* para poder dar un diagnóstico de la situación real que padecen estas vías.

A lo largo de la investigación se describe los procedimientos que nos presenta el HCM 2010 para los distintos tipos de intersecciones que identificamos en nuestra área de estudio (Rotondas e intersecciones no semaforizadas), y empleando los datos obtenidos en campo, se realizarán los cálculos correspondientes para obtener los niveles de servicio de todas las vías involucradas.

Con los datos obtenidos en campo, también se procederá a realizar una simulación de las condiciones reales de las vías investigadas mediante el programa de simulación “PTV Vissim”, el cual nos va a permitir visualizar la situación actual que se presenta en las diferentes vías e intersecciones investigadas. Realizado todo el análisis y evaluación de la situación actual de las vías, se propondrán alternativas de solución, las cuales se modelarán con ayuda del mismo programa de simulación, para tener una idea más clara y poder visualizar los efectos positivos que estos podrían traer.

Por último, se plantearán las conclusiones y recomendaciones de la investigación en base a los resultados obtenidos y a las soluciones planteadas.

Palabras clave: Puente Grau, Intersecciones, Niveles de Servicio, HCM 2010, PTV Vissim.

ABSTRACT

The “Puente Grau” is one of the most imposing ashlar buildings in the city of Arequipa, built at the end of the 19th century with the aim of connecting the two sectors into which the city is divided because of the chili river. Since its construction, it became one of the main roads of the city, being quite helpful for the Arequipa population to move from the city center to the districts of Yanahuara, Cayma and others. However, due to the demographic growth that is being developed in Arequipa, the automobile fleet has been increasing considerably, generating large congestions at certain points in the city, especially in the area of the Grau Bridge. day.

In this research project, an analysis and evaluation of vehicle flows and service levels of the Grau Bridge and its surrounding roads will be carried out, by obtaining data in the field (vehicle counting, speed study, pedestrian count) , applying the methodology outlined in the Road Capacity Manual (HCM 2010) to be able to give a diagnosis of the real situation that these roads suffer.

Throughout the investigation, the procedures presented by the HCM 2010 for the different types of intersections that we identify in our study area (Roundabouts and non-traffic lights intersections) are described, and using the data obtained in the field, the corresponding calculations will be made to obtain the service levels of all the routes involved.

With the data obtained in the field, a simulation of the real conditions of the investigated roads will also be carried out through the “PTV Vissim” simulation program, which will allow us to visualize the current situation that occurs in the different routes and investigated intersections. Once all the analysis and evaluation of the current situation of the roads has been carried out, alternative solutions will be proposed, which will be modeled with the help of the same simulation program, in order to have a clearer idea and to be able to visualize the positive effects that these could bring.

Finally, the conclusions and recommendations of the research will be raised based on the results obtained and the solutions proposed.

Keywords: Puente Grau, Intersections, Service Levels, HCM 2010, PTV Vissim.

INTRODUCCIÓN

Arequipa es considerada como el segundo departamento más importante del Perú, el cual ha venido creciendo en aspectos económicos y demográficos, generando que se incremente su parque automotor en un 12.4% con respecto al periodo 2016 según el informe de la SUNARP.

Se ha visto como en los últimos años la ciudad de Arequipa ha ido enfrentando este crecimiento del parque automotor, generando constantes congestionamientos debido a que las vías con las cuales se cuentan en la ciudad no son las adecuadas para soportar el flujo diario de vehículos.

Según las estadísticas del parque automotor nacional estimado por clase de vehículo del año 2016 realizado por el MTC, Arequipa se ubica en el tercer puesto a nivel nacional con un parque automotor de 187.929 vehículos considerando que la mayor clase de vehículo que posee son los automóviles (Ministerio de transportes y comunicaciones MTC, 2016).

Uno de los puntos críticos identificados en la ciudad de Arequipa por la municipalidad provincial son Puente Grau y las vías aledañas las cuales al estar conectadas con el centro de la ciudad y estar ubicado en un área con la presencia de diferentes centros comerciales, instituciones educativas, centros de salud en sus alrededores, provoca un congestionamiento vehicular casi en la mayoría del tiempo por la cantidad de demanda vehicular que se presenta en determinadas horas del día (Municipalidad provincial de Arequipa, 2019).

Son diversos los factores que influyen en el congestionamiento vehicular, entre los cuales cabe resaltar el excesivo transporte público que circulan por estas calles, así como también los paraderos informales que provocan un desorden y congestión en las vías. Otro factor que influye en el congestionamiento, son las intersecciones, que al no estar bien señalizadas provocan un embotellamiento de vehículos en estas zonas, no dejando circular los vehículos con facilidad.

Es por ello que con el presente proyecto de investigación se busca realizar un análisis de flujo vehicular para poder evaluar las condiciones actuales de las vías en base a los niveles de servicio de estas calles para proponer diferentes soluciones que puedan contrarrestar dicho problema que afecta a la ciudad de Arequipa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE IMAGENES.....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xxii
CAPITULO I.....	1
1. PLANTAMIENTO TEÓRICO	1
1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. GENERAL.....	3
1.3.2. ESPECIFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS	3
1.5. ANALISIS DE VARIABLES	4
1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	4
1.6.1. POR TIPO DE CONOCIMIENTO	4
1.6.2. POR EL ENFOQUE.....	4
1.6.3. POR LA ESTRATEGIA DE TRABAJO.....	5
1.6.4. POR EL PERIODO DE TIEMPO.....	5
1.7. ANTECEDENTES	5
1.7.1. ANTECEDENTES NACIONALES	5
1.7.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
CAPITULO II.....	7
2. MARCO TEORICO.....	7
2.1. CONCEPTOS BASICOS	7
2.1.1. USUARIOS	7
2.1.1.1. PEATÓN.....	7

2.1.1.2.	CICLISTAS.....	8
2.1.1.3.	CONDUCTOR.....	8
2.1.1.4.	PASAJERO.....	9
2.1.2.	VEHÍCULOS	10
2.1.2.1.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR.	11
2.1.2.2.	TIPOS DE VEHÍCULOS DE ACUERDO A SU CLASIFICACION...13	
2.1.3.	DISPOSITIVOS DE CONTROL	15
2.1.3.1.	CLASIFICACIÓN PARA LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL.	16
2.1.4.	FLUJO VEHICULAR.....	18
2.1.4.1.	VARIABLES RELACIONADAS CON EL FLUJO.....	18
2.1.4.2.	VARIABLES RELACIONADAS CON LA VELOCIDAD	18
2.1.5.	PLAN VIAL	19
2.1.6.	SISTEMA VIAL	19
2.1.6.1.	CLASIFICACIÓN NORMATIVA DE VÍAS URBANAS	20
2.2.	TRANSPORTE PÚBLICO.....	24
2.2.1.	EMPRESAS DE TRANSPORTE	25
2.3.	NIVELES DE SERVICIO	27
2.3.1.	NIVEL DE SERVICIO “A”	27
2.3.2.	NIVEL DE SERVICIO “B”	28
2.3.3.	NIVEL DE SERVICIO “C”	28
2.3.4.	NIVEL DE SERVICIO “D”	29
2.3.5.	NIVEL DE SERVICIO “E”	29
2.3.6.	NIVEL DE SERVICIO “F”.....	30
2.4.	INTERSECCIONES	31
2.4.1.	DEFINICIÓN	31
2.4.2.	TIPOS.....	31
2.5.	ROTONDAS.....	33
2.5.1.	CLASES DE ROTONDAS	33
2.5.1.1.	ROTONDA NORMAL.....	33
2.5.1.2.	MINI ROTONDA.....	34
2.5.1.3.	ROTONDA DOBLE.....	34

2.5.1.4.	ROTONDA A DOBLE NIVEL.	35
2.5.1.5.	INTERSECCIÓN ANULAR.	35
2.5.1.6.	ROTONDA CON SEMAFOROS.....	36
2.6.	HCM 2010	37
2.7.	PTV VISSIM	37
2.7.1.	DEFINICIÓN	37
2.7.2.	OBJETIVOS	37
2.7.3.	ALCANCES	38
CAPITULO III		39
3.	METODOLOGÍA A APLICAR – HCM 2010	39
3.1.	METODOLOGÍA PARA INTERSECCIONES CONTROLADAS CON “STOP” EN LAS CUATRO VÍAS	39
3.1.1.	LÍMITES DEL ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN.....	40
3.1.2.	CRITERIOS PARA LOS NIVELES DE SERVICIO.....	41
3.1.3.	DATOS DE ENTRADA	41
3.1.4.	CONCEPTOS DE CAPACIDAD	41
3.1.4.1.	INTERSECCIÓN DE DOS CALLES DE SENTIDO ÚNICO.	42
3.1.4.2.	INTERSECCIÓN DE DOS CALLES DE DOBLE SENTIDO.....	43
3.1.4.3.	MODELO GENERALIZADO PARA VIAS DE UN SOLO CARRIL.....	43
3.1.4.4.	MODELO GENERALIZADO PARA VÍAS DE VARIOS CARRILES. 45	
3.1.5.	METODOLOGIA PARA AUTOMOVILES	46
3.1.5.1.	PASO 1: CONVERTIR VOLÚMENES DE DEMANDA EN TASAS DE FLUJO.....	46
3.1.5.2.	PASO 2: DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO POR CARRIL	46
3.1.5.3.	PASO 3: DETERMINAR EL GRUPO DE GEOMETRIA PARA CADA VÍA.....	47
3.1.5.4.	PASO 4: DETERMINAR LOS AJUSTES DEL INTERVALO DE SATURACIÓN.	47
3.1.5.5.	PASO 5: DETERMINAR EL INTERVALO INICIAL DE SALDIA.	48
3.1.5.6.	PASO 6: CALCULAR EL GRADO INICIAL DE SATURACIÓN.....	48
3.1.5.7.	PASO 7: CALCULAR LOS ESTADOS DE PROBABILIDAD.	48
3.1.5.8.	PASO 8: CALCULAR LOS FACTORES DE AJUSTE DE PROBABILIDAD.	51
3.1.5.9.	PASO 9: CALCULAR EL INTERVALO DE SATURACIÓN.....	51
3.1.5.10.	PASO 10: CALCULAR LOS INTERVALOS DE SALIDA.....	52

3.1.5.11.	PASO 11: VERIFICACIÓN DE LA ITERACIÓN.....	52
3.1.5.12.	PASO 12: CALCULAR LA CAPACIDAD DE LA VÍA.	53
3.1.5.13.	PASO 13: CALCULAR LOS TIEMPOS DE SERVICIO.	53
3.1.5.14.	PASO 14: CALCULAR LA DEMORA PARA CADA CARRIL.	53
3.1.5.15.	PASO 15: CALCULAR LA DEMORA PARA CADA APROXIMACIÓN E INTERSECCIÓN.....	54
3.1.5.16.	PASO 16: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO. .	54
3.2.	METODOLOGÍA PARA ROTONDAS	55
3.2.1.	CRITERIOS PARA LOS NIVELES DE SERVICIO.....	55
3.2.2.	DATOS REQUERIDOS	56
3.2.3.	CONCEPTOS DE CAPACIDAD	56
3.2.3.1.	ROTONDAS DE UN SOLO CARRIL.....	57
3.2.3.2.	ROTONDAS DE VARIOS CARRILES.....	57
3.2.4.	METODOLOGÍA PARA AUTOMOVILES	60
3.2.4.1.	PASO 1: CONVERTIR VOLÚMENES DE DEMANDA EN TASAS DE FLUJO.....	60
3.2.4.2.	PASO 2: AJUSTAR LAS TASAS DE FLUJO PARA VEHÍCULOS PESADOS.	60
3.2.4.3.	PASO 3: DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO EN CONFLICTO Y DE SALIDA.	61
3.2.4.4.	PASO 4: DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO DE ENTRADA POR CADA CARRIL.	62
3.2.4.5.	PASO 5: DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CADA CARRIL DE ENTRADA.....	63
3.2.4.6.	PASO 6: DETERMINAR LA INFLUENCIA DEL PEATÓN.	63
3.2.4.7.	PASO 7: CONVERSIÓN DE LAS TASAS DE FLUJO Y CAPACIDADES EN VEH/H.....	64
3.2.4.8.	PASO 8: CALCULAR DE LA RELACIÓN VOLUMEN – CAPACIDAD PARA CADA CARRIL.	65
3.2.4.9.	PASO 9: CALCULAR DE LA DEMORA PROMEDIO POR CARRIL. 66	
3.2.4.10.	PASO 10: CALCULO DE LA DEMORA PROMEDIO DE LA VÍA Y LA ROTONDA.	66
3.2.4.11.	PASO 11: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.....	66
CAPITULO IV		67
4.	CAMPO DE ESTUDIO	67
4.1.	UBICACIÓN	67
4.1.1.	INTERSECCIÓN PUENTE GRAU.....	67

4.1.1.1.	CALLE PUENTE GRAU.	68
4.1.1.2.	CALLE GRAU.....	70
4.1.1.3.	DERIVACIÓN AV. LA MARINA.....	71
4.1.2.	INTERSECCIÓN OVALO GRAU	72
4.1.2.1.	PUENTE GRAU.	73
4.1.2.2.	AV. FRANCISCO BOLOGNESI	74
4.1.2.3.	AV. EJÉRCITO.....	75
4.2.	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	76
4.3.	CALCULO DE TRANSITO FUTURO	80
4.3.1.	TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN.....	81
4.3.2.	TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DEL PBI	82
CAPITULO V		83
5.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL “HCM 2010”	83
5.1.	RECABACIÓN DE INFORMACIÓN	83
5.1.1.	DATOS DE LA VÍA “CALLE PUENTE GRAU”	84
5.1.1.1.	DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO. 86	
5.1.1.2.	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	87
5.1.1.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.	91
5.1.1.4.	TRÁNSITO FUTURO.....	93
5.1.2.	DATOS DE LA VÍA “CALLE GRAU”	94
5.1.2.1.	DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO. 96	
5.1.2.2.	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	97
5.1.2.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.	101
5.1.2.4.	TRÁNSITO FUTURO.....	103
5.1.3.	DATOS DE LA VÍA “DERIVACIÓN AV. LA MARINA”	104
5.1.3.1.	DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO. 106	
5.1.3.2.	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	107
5.1.3.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.	111
5.1.3.4.	TRÁNSITO FUTURO.....	113
5.1.4.	DATOS DE LA VÍA “PUENTE GRAU”	114
5.1.4.1.	DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO. 116	

5.1.4.2.	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	117
5.1.4.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.	121
5.1.4.4.	CONTEO DE PEATONES.....	123
5.1.4.5.	TRÁNSITO FUTURO.	124
5.1.5.	DATOS DE LA VÍA “AV. FRANCISCO BOLOGNESI”.....	125
5.1.5.1.	DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO 127	
5.1.5.2.	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	128
5.1.5.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.	132
5.1.5.4.	CONTEO DE PEATONES.....	134
5.1.5.5.	TRÁNSITO FUTURO.....	135
5.1.6.	DATOS DE LA VÍA “AV. EJÉRCITO”	136
5.1.6.1.	DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO. 138	
5.1.6.2.	VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	139
5.1.6.3.	ESTUDIO DE VELOCIDADES.	143
5.1.6.4.	CONTEO DE PEATONES.....	145
5.1.6.5.	TRÁNSITO FUTURO.....	146
5.2.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	146
5.2.1.	ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN PUENTE GRAU.....	147
5.2.1.1.	DATOS DE ENTRADA.	147
5.2.1.2.	CONVERSIÓN DE VOLUMENES DE DEMANDA Y TASAS DE FLUJO. 149	
5.2.1.3.	DETERMINACIÓN DE INTERVALOS DE SATURACIÓN E INTERVALO DE SALIDA.	149
5.2.1.4.	DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD Y EL TIEMPO DE SERVICIO. 150	
5.2.1.5.	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.	151
5.2.2.	ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN OVALO GRAU	153
5.2.2.1.	DATOS DE ENTRADA.	153
5.2.2.2.	CONVERSIÓN DE VOLUMENES DE DEMANDA A TASAS DE FLUJO. 155	
5.2.2.3.	AJUSTE DE TASAS DE FLUJO PARA VEHÍCULOS PESADOS..	155
5.2.2.4.	DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO CIRCULANTE Y DE ENTRADA.....	156
5.2.2.5.	DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LAS VÍAS.....	157
5.2.2.6.	CONVERSIÓN DE CAPACIDAD Y TASA DE FLUJO.....	157

5.2.2.7.	DETERMINACIÓN DE DEMORA.....	158
5.2.2.8.	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.	159
CAPITULO VI		160
6.	SIMULACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE “PTV VISSIM” Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	160
6.1.	SIMULACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES MEDIANTE EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN “PTV VISSIM”.....	160
6.1.1.	INTRODUCCIÓN.....	160
6.1.2.	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	160
6.1.2.1.	CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN .	160
6.1.2.2.	CREAR PERFILES DE VELOCIDAD.....	161
6.1.2.3.	CREAR COMPOSICIONES VEHICULARES.....	161
6.1.2.4.	CREACIÓN DE LAS VÍAS A SIMULAR.	164
6.1.2.5.	CONECTORES.....	165
6.1.2.6.	VOLUMEN DE VEHÍCULOS POR INTERVALO DE TIEMPO.	165
6.1.2.7.	DEFINICIÓN DE ÁREAS DE CONFLICTO.....	166
6.1.2.8.	PUNTOS DE DECISIÓN DE RUTA.	167
6.1.2.9.	CONTROLES SEMAFÓRICOS.	167
6.1.3.	CALIBRACION DEL MODELO MEDIANTE VOLUMENES	170
6.1.4.	SIMULACION DEL MODELO PUENTE GRAU Y VIAS ALEDAÑAS	171
6.1.5.	ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS	174
6.1.5.1.	REPORTE DEL ESCENARIO FINAL.	175
6.2.	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	176
6.2.1.	DESCRIPCIÓN.....	176
6.2.1.1.	CANALIZACIÓN DE FLUJO EN CALLE GRAU.....	177
6.2.1.2.	INSTALACIÓN DE PARADEROS FORMALES	180
6.2.1.3.	CONTROL DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	182
6.2.2.	SIMULACION EN EL SOFTWARE PTV VISSIM	182
6.2.2.1.	DIVISIÓN DE LA VÍA CALLE GRAU	182
6.2.2.2.	INSTALACIÓN DE CONTROLES SEMAFÓRICOS	183
6.2.2.3.	INSTALACION DE PARADEROS FORMALES	185
6.2.2.4.	DISMINUCIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	187
6.2.2.5.	SIMULACIÓN FINAL	187
6.2.3.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	190

6.3. COMPARACIÓN ENTRE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	192
6.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PROYECTADA A TRANSITOS FUTUROS	193
6.4.1. VOLÚMENES HORARIOS DE MÁXIMA DEMANDA FUTUROS POR VÍA. 193	
6.4.2. SIMULACION DE TRANSITO FUTURO EN PTV VISSIM	193
6.4.2.1. SIMULACION A LOS 5 AÑOS	193
6.4.2.2. SIMULACION A LOS 10 AÑOS	194
6.4.2.3. SIMULACION A LOS 15 AÑOS	194
6.4.2.4. SIMULACION A LOS 20 AÑOS	194
6.4.2.5. RESULTADO FINAL	195
CONCLUSIONES.....	196
RECOMENDACIONES	199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	200
ANEXOS.....	202

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Peatones Av. Ejército	7
Imagen 2: Señalización de ciclo vías centro de la ciudad	8
Imagen 3: Paradero informal en calle puente Grau	10
Imagen 4: Diseño vehículo ligero.....	11
Imagen 5: Diseño vehículo pesado	12
Imagen 6: densidad o concentración	19
Imagen 7: Variante Uchumayo.....	20
Imagen 8: Sección de vía Arterial	22
Imagen 9: Transporte público transitando por el ingreso del Puente Grau	27
Imagen 10: Nivel de servicio A.....	27
Imagen 11: Nivel de servicio B	28
Imagen 12: Nivel de servicio C	28
Imagen 13: Nivel de servicio D.....	29
Imagen 14: Nivel de servicio E	30
Imagen 15: Nivel de servicio F	30
Imagen 16: Intersección ingreso a Puente Grau	31
Imagen 17: Forma básica de encuentro de 3 ramas con volteos de poca magnitud.....	31
Imagen 18: Forma básica de encuentro de 3 ramas con elevado volumen.....	32
Imagen 19: Forma básica de intersección de 4 ramas con bajos flujos vehiculares.....	32
Imagen 20: Intersección de 4 ramas con elevados flujos vehiculares	32
Imagen 21: Rotonda final de Puente Grau.....	33
Imagen 22: Rotonda normal	33
Imagen 23: Mini Rotondas	34
Imagen 24: Rotonda Doble.....	34
Imagen 25: Rotonda a distinto nivel con dos puentes	35
Imagen 26: Rotonda a distinto nivel tipo “pesa”	35
Imagen 27: Intersección Anular	36
Imagen 28: Rotonda con Semáforos.....	36
Imagen 29: Logo “PTV Group”	37
Imagen 30: Modelo elaborado en el programa "PVT VISSIM"	38
Imagen 31: Análisis de los casos de intersecciones.	39
Imagen 32: Primera caso – AWSC.....	42
Imagen 33: Segundo caso – AWSC	43
Imagen 34: Análisis una vía de acceso a una rotonda	56
Imagen 35: Análisis una vía de acceso de un solo carril a una rotonda	57
Imagen 36: Análisis una vía de acceso de dos carriles a una rotonda con un carril de circulación	58
Imagen 37: Análisis una vía de acceso de un solo carril a una rotonda con dos carriles de circulación	58
Imagen 38: Análisis una vía de acceso de dos carriles a una rotonda con dos carriles de circulación	59
Imagen 39: Calculo del flujo de entrada.....	61
Imagen 40: Calculo del flujo de salida	62
Imagen 41: Área de análisis - Puente Grau y Vías aledañas	67
Imagen 42: Intersección Puente Grau – Vista Aérea.....	68
Imagen 43: Intersección Puente Grau – Vista a nivel de piso	68
Imagen 44: Vía "Calle Puente Grau" – Vista Aérea.....	69

Imagen 45: Vía "Calle Puente Grau" – Vista a nivel de piso	69
Imagen 46: Vía "Calle Grau" – Vista Aérea.....	70
Imagen 47: Vía "Calle Grau" – Vista a nivel de piso	70
Imagen 48: Vía "Derivación Av. La Marina" – Vista Aérea.....	71
Imagen 49: Vía "Derivación Av. La Marina" – Vista a nivel de piso	71
Imagen 50: Intersección Ovalo Grau – Vista Aérea.....	72
Imagen 51: Intersección Ovalo Grau.....	72
Imagen 52: Vía "Puente Grau" – Vista Aérea	73
Imagen 53: Vía "Calle Puente Grau" – Vista a nivel de piso	73
Imagen 54: Vía "Av. Francisco Bolognesi" – Vista Aérea	74
Imagen 55: Vía "Av. Francisco Bolognesi" – Vista a nivel de piso.....	75
Imagen 56: Vía "Av. Ejército" – Vista Aérea	75
Imagen 57: Vía "Av. Ejército" – Vista a nivel de piso	76
Imagen 58: Formato de conteo vehicular.	77
Imagen 59: Conteo Vehicular de la Vía "Calle Puente Grau" - Jueves 19 de Setiembre del 2019	85
Imagen 60: Conteo Vehicular de la Vía "Calle Grau" – Miércoles 18 de Setiembre del 2019	95
Imagen 61: Conteo Vehicular de la Vía "Derivación Av. La Marina" – Viernes 04 de Octubre del 2019	105
Imagen 62: Conteo Vehicular de la Vía "Puente Grau" – Miércoles 02 de Octubre del 2019	115
Imagen 63: Punto de análisis para conteo peatonal - Puente Grau.....	123
Imagen 64: Conteo Vehicular de la Vía "Av. Francisco Bolognesi" – Miércoles 09 de Octubre del 2019	126
Imagen 65: Punto de análisis para conteo peatonal – Av. Francisco Bolognesi	134
Imagen 66: Conteo Vehicular de la Vía "Av. Ejército" – Lunes 07 de Octubre del 2019	137
Imagen 67: Punto de análisis para conteo peatonal – Av. Ejército Fuente: Google Maps, (2019)	145
Imagen 68: Diagrama Intersección Puente Grau	147
Imagen 69: Distribución de vehículos por movimiento (veh/15minutos) - Intersección Puente Grau	148
Imagen 70: Diagrama Ovalo Grau.....	153
Imagen 71: Distribución de vehículos por movimiento (veh/15minutos) – Ovalo Grau	154
Imagen 72: Ajuste de tasas de flujo (veh ligeros/h) – Ovalo Grau.....	156
Imagen 73: Parámetros de simulación.....	160
Imagen 74: Distribución de velocidad deseada	161
Imagen 75: Selección de vehículo PTV Vissim	162
Imagen 76: Modificación de dimensiones del vehículo	162
Imagen 77: Creación del nuevo tipo de vehículo	163
Imagen 78: Distribución Vehicular	163
Imagen 79: Creación de Vías en el Software.	164
Imagen 80: Modelamiento de la Vía “Puente Grau”.	164
Imagen 81: Creación de Conectores en el Software.....	165
Imagen 82: Volumen de vehículos por intervalo de tiempo.....	165
Imagen 83: Áreas de conflicto intersección entrada a Puente Grau	166
Imagen 84: Áreas de conflicto Rotonda Puente Grau	166
Imagen 85: Ruta Vehicular asignada a Calle Puente Grau.....	167
Imagen 86: Control Semafórico en el Software.	168
Imagen 87: Asignación de intervalos de tiempo al modelo.....	168

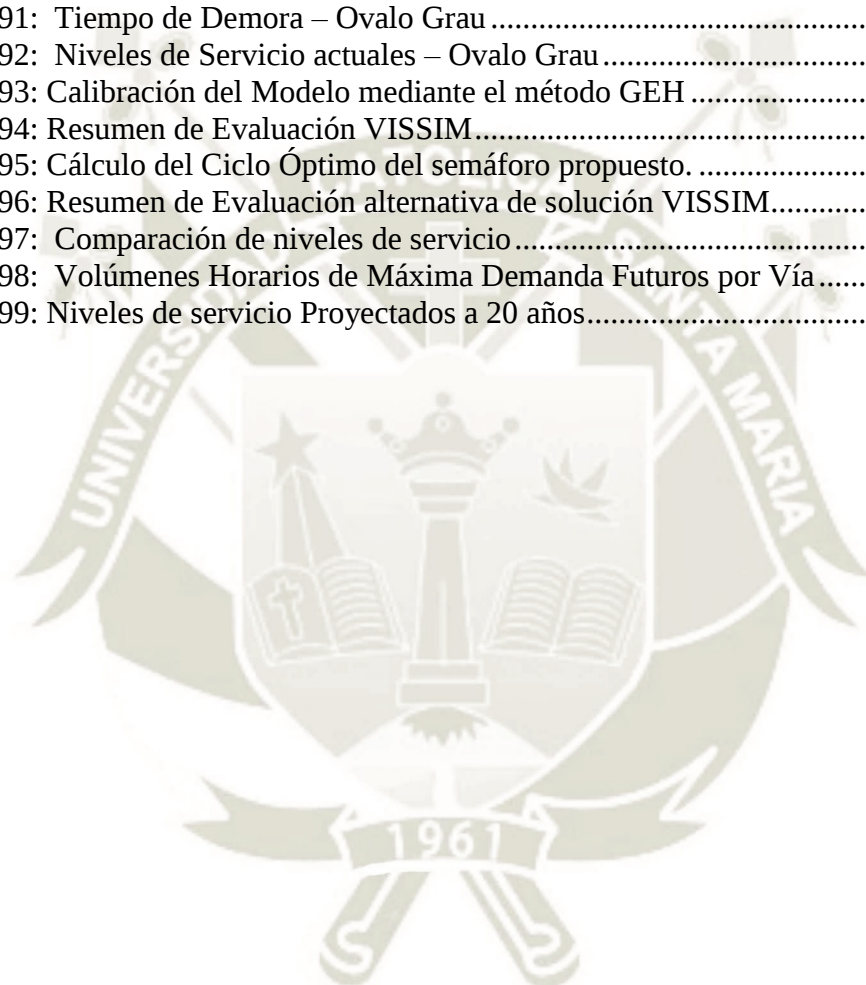
Imagen 88: Parámetros del semáforo.	169
Imagen 89: Asignación del semáforo en la Av. Ejercito.	169
Imagen 90: Vista General en 3D Simulación Puente Grau.	171
Imagen 91: Vista General Simulación Puente Grau.	171
Imagen 92: Simulacion de trafico interseccion Ingreso a Puente Grau Vista en 3D.....	172
Imagen 93: Simulacion de trafico interseccion Ingreso a Puente Grau.....	172
Imagen 94: Simulacion de trafico Ovalo Grau Vista en 3D.....	173
Imagen 95: Simulacion de trafico Ovalo Grau.....	173
Imagen 96: Definición del Polígono para la evaluación de vehículos Intersección.	174
Imagen 97: Resultados de la Evaluación.....	174
Imagen 98: Definición del Polígono para la evaluación de vehículos Ovalo Grau.....	175
Imagen 99 Resultados de la Evaluación.....	175
Imagen 100: Canalización de la vía “Calle Grau” mediante Boyas Delimitadoras.	177
Imagen 101: Boya Delimitadora propuesta para canalizar la Vía “Calle Grau”.	178
Imagen 102: Intersección Puente Grau con las líneas canalizadoras de Transito.	178
Imagen 103: Líneas canalizadoras de Tránsito en la Intersección Puente Grau	179
Imagen 104: Semaforización de la Vía “Calle Grau”.....	179
Imagen 105: Semaforización de la Vía “Calle Puente Grau”.....	180
Imagen 106: Ubicación de paradero Formal En Av. La Marina	180
Imagen 107: Paradero formal en “Av. La Marina”	181
Imagen 108: Ubicación de paradero Formal Calle Villalba.....	181
Imagen 109: Ruta de vehículos Tramo I Hacia puente Grau	182
Imagen 110: Ruta de vehículos Tramo II hacia calle Villalba	183
Imagen 111: Composición de Controles semafóricos	184
Imagen 112: Ubicación de los paraderos en Av. la marina y calle Villalba	185
Imagen 113: Instalación de paradero en Av. La Marina	185
Imagen 114: Recojo de pasajeros en Av. La Marina.....	186
Imagen 115: Instalación de Paradero En Calle Villalba.....	186
Imagen 116: Modificación de porcentajes de transporte publico.....	187
Imagen 117: Vista Panorámica Puente Grau.....	187
Imagen 118: Simulación con controladores Semafóricos Intersección Puente Grau.....	188
Imagen 119: Ingreso de vehículos de Calle Puente Grau.....	188
Imagen 120: Ingreso de vehículos de Calle Grau.....	189
Imagen 121: Pase de peatones.....	189
Imagen 122: Pase de vehículos Ovalo Puente Grau.....	190
Imagen 123: Resultados de la Evaluación Alternativas de solución.....	190
Imagen 124: Resultados de simulación a los 5 años	193
Imagen 125: Resultados de simulación a los 10 años	194
Imagen 126: Resultados de simulación a los 15 años	194
Imagen 127: Resultados de simulación a los 20 años	194

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición y operacionalización de Variables.....	4
Tabla 2: Clasificación Vehicular – Menores de 04 ruedas.....	13
Tabla 3: Clasificación Vehicular – Cuatro ruedas o más para pasajeros.....	14
Tabla 4: Clasificación Vehicular – Cuatro ruedas o más para mercancías	15
Tabla 5: Clasificación Vehicular – Remolques y semirremolques.....	15
Tabla 6 Criterios para los Niveles de servicio para una “AWSC”	41
Tabla 7: Probabilidades de ocurrencia según el grado de conflicto.	44
Tabla 8: Casos de grados de conflicto para vías de dos carriles.....	45
Tabla 9: Casos de grados de conflicto para vías de tres carriles.	45
Tabla 10: Grupo de Geometría	47
Tabla 11: Ajustes de intervalos de saturación por grupos	48
Tabla 12: Probabilidad de aj	49
Tabla 13: Probabilidad de grado de conflicto por caso	50
Tabla 14: Valores de intervalo de saturación base por caso y grupo de geometría.....	52
Tabla 15: Criterios para los niveles de servicio en una "Rotonda"	55
Tabla 16: Equivalencias para vehículos ligeros	60
Tabla 17: Valores supuestos para el uso de los carriles en una vía de acceso de dos carriles	63
Tabla 18: Factor de ajuste de capacidad para la vía de entrada de un solo carril.....	63
Tabla 19: Factor de ajuste de capacidad para la vía de entrada de dos carriles.....	64
Tabla 20: Características de la Calle Puente Grau.	69
Tabla 21: Características de la Vía “Calle Grau”.	70
Tabla 22: Características de la Vía “Derivación Av. La Marina”.	71
Tabla 23: Características de la Vía “Puente Grau”.....	73
Tabla 24: Características de la Vía “Av. Francisco Bolognesi”.....	74
Tabla 25: Características de la Vía “Av. Ejército”.....	76
Tabla 26: Horarios para el conteo vehicular.....	77
Tabla 27: Desviaciones estándar para determinar el tamaño de la muestra	78
Tabla 28: Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Población por Departamento	81
Tabla 29: Conteo Vehicular - Calle Puente Grau.	84
Tabla 30: Distribución de Vehículos - Calle Puente Grau	86
Tabla 31: Volumen actual de tránsito en periodos de 5 minutos - Calle Puente Grau	87
Tabla 32: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora - Calle Puente Grau	89
Tabla 33: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos - Calle Puente Grau	89
Tabla 34: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora - Calle Puente Grau	91
Tabla 35: Formato de velocidades - Calle Puente Grau	92
Tabla 36: Transito Futuro - Calle Puente Grau	93
Tabla 37: Conteo Vehicular - Calle Grau.	94
Tabla 38: Distribución de Vehículos - Calle Grau	96
Tabla 39: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos - Calle Grau.....	97
Tabla 40: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora - Calle Grau.....	99
Tabla 41: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos - Calle Grau.....	99
Tabla 42: Volumen de tránsito actuales en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Calle Grau.....	101

Tabla 43: Formato de Velocidades - Calle Grau	102
Tabla 44: Transito Futuro – Calle Grau.....	103
Tabla 45: Conteo Vehicular – Derivación Av. La Marina	104
Tabla 46: Distribución de Vehículos – Derivación Av. La Marina.....	106
Tabla 47: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Derivación Av. La Marina.....	107
Tabla 48: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Derivación Av. La Marina.....	109
Tabla 49: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Derivación Av. La Marina.....	109
Tabla 50: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Derivación Av. La Marina.....	111
Tabla 51: Formato de Velocidades - Derivación Av. La Marina	112
Tabla 52: Transito Futuro – Derivación Av. La Marina.....	113
Tabla 53: Conteo Vehicular – Puente Grau.....	114
Tabla 54: Distribución de Vehículos – Puente Grau	116
Tabla 55: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Puente Grau.....	117
Tabla 56: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Puente Grau	119
Tabla 57: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Puente Grau.....	119
Tabla 58: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Puente Grau	121
Tabla 59: Formato de Velocidades - Puente Grau.....	122
Tabla 60: Conteo de Peatones actual - Puente Grau.....	123
Tabla 61: Transito Futuro – Puente Grau	124
Tabla 62: Conteo Vehicular – Av. Francisco Bolognesi.....	125
Tabla 63: Distribución de Vehículos – Av. Francisco Bolognesi	127
Tabla 64: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Av. Francisco Bolognesi	128
Tabla 65: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Av. Francisco Bolognesi	130
Tabla 66: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Av. Francisco Bolognesi.....	130
Tabla 67: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Av. Francisco Bolognesi	132
Tabla 68: Formato de Velocidades - Av. Francisco Bolognesi.....	133
Tabla 69: Conteo de Peatones actuales – Av. Francisco Bolognesi.....	134
Tabla 70: Transito Futuro – Av. Francisco Bolognesi	135
Tabla 71: Conteo Vehicular – Av. Ejército	136
Tabla 72: Distribución de Vehículos – Av. Ejército	138
Tabla 73: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Av. Ejército.....	139
Tabla 74: Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Av. Ejército	141
Tabla 75: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Av. Ejército.....	141
Tabla 76: Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Av. Ejército.....	143
Tabla 77: Formato de Velocidades - Av. Ejército	144
Tabla 78: Conteo de Peatones – Av. Ejército.....	145
Tabla 79: Transito Futuro – Av. Ejército	146
Tabla 80: Datos de Entrada - Intersección Puente Grau.....	148

Tabla 81: Volúmenes de demanda y tasas de flujo - Intersección Puente Grau.....	149
Tabla 82: Intervalos de Saturación e Intervalos de Salida - Intersección Puente Grau....	150
Tabla 83: Tiempo de Servicio y Capacidad de las vías - Intersección Puente Grau	151
Tabla 84: Niveles de servicio actuales - Intersección Puente Grau.....	152
Tabla 85: Datos de Entrada - Ovalo Grau	154
Tabla 86: Tasas de Flujo – Ovalo Grau.....	155
Tabla 87: Ajustes de Tasas de Flujo – Ovalo Grau	155
Tabla 88: Tasas de Flujo Circulante y Entrante– Ovalo Grau.....	156
Tabla 89: Capacidad de las Vías– Ovalo Grau.....	157
Tabla 90: Conversión de Capacidad y Tasa de Flujo– Ovalo Grau	158
Tabla 91: Tiempo de Demora – Ovalo Grau	158
Tabla 92: Niveles de Servicio actuales – Ovalo Grau	159
Tabla 93: Calibración del Modelo mediante el método GEH	170
Tabla 94: Resumen de Evaluación VISSIM.....	176
Tabla 95: Cálculo del Ciclo Óptimo del semáforo propuesto.	184
Tabla 96: Resumen de Evaluación alternativa de solución VISSIM.....	191
Tabla 97: Comparación de niveles de servicio	192
Tabla 98: Volúmenes Horarios de Máxima Demanda Futuros por Vía.....	193
Tabla 99: Niveles de servicio Proyectados a 20 años.....	195



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Clasificación del Transporte Público	24
Gráfico 2: Producto Bruto Interno Según Departamento: 2007 – 2018.....	82
Gráfico 3: Distribución según tipo de vehículo - Calle Puente Grau.....	87
Gráfico 4: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos - Calle Puente Grau	88
Gráfico 5: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos - Calle Puente Grau	90
Gráfico 6: Distribución según tipo de vehículo - Calle Grau.....	97
Gráfico 7: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos - Calle Grau.....	98
Gráfico 8: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos - Calle Grau	100
Gráfico 9: Distribución según tipo de vehículo – Derivación Av. La Marina	107
Gráfico 10: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Derivación Av. La Marina	108
Gráfico 11: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Derivación Av. La Marina	110
Gráfico 12: Distribución según tipo de vehículo – Puente Grau Fuente: Elaboración propia.	117
Gráfico 13: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Puente Grau.....	118
Gráfico 14: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Puente Grau.....	120
Gráfico 15: Distribución según tipo de vehículo – Av. Francisco Bolognesi	128
Gráfico 16: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Av. Francisco Bolognesi	129
Gráfico 17: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Av. Francisco Bolognesi	131
Gráfico 18: Distribución según tipo de vehículo – Av. Francisco Bolognesi	139
Gráfico 19: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Av. Ejército	140
Gráfico 20: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Av. Ejército	142

CAPITULO I

1. PLANTAMIENTO TEÓRICO

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El incremento progresivo del parque automotor ha ocasionado gran congestión vehicular en el puente Grau y sus vías aledañas, generando un incremento considerable en la duración de los viajes y no permitiendo un libre tránsito en la ciudad de Arequipa.

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La gran congestión vehicular en diferentes puntos de Arequipa ocasionado por el incremento del parque automotor en los últimos años y el desordenado sistema de transporte público en la ciudad, ha generado un incremento considerable en la duración de los viajes, no permiten un tránsito fluido a través de la ciudad y ha ocasionado que se eleven los niveles de contaminación ambiental y contaminación sonora en las zonas congestionadas, provocando un malestar general de la población.

La problemática principal se debe a que diversas vías de la ciudad no cuentan con la suficiente capacidad para albergar todos los vehículos que transitan día a día, es decir la demanda vehicular de la ciudad supera la capacidad de las vías.

En el Puente Grau y las calles aledañas (Av. La Marina, Calle Puente Grau, Calle Grau, Av. Francisco Bolognesi y Av. Ejército) se puede presenciar que surge este problema debido a la gran cantidad de transporte público, la falta de señalizaciones, los paraderos informales entre otras causales, en donde se genera gran congestión vehicular, formando largas colas de vehículos, y ocasionando la impaciencia de la población, tanto de conductores, pasajeros y transeúntes.

En las calles mencionadas se puede observar diversas falencias, como por ejemplo, el estrechamiento de la calle Grau, la intersección de la Av. La marina con el ingreso al Puente Grau, la intersección de la Calle Grau con la Calle Puente Grau, y demás factores que se van a analizar a lo largo de la presente investigación.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Hemos visto como nuestra ciudad se viene desarrollando en diferentes aspectos de forma progresiva, lo cual ha sido de mucho beneficio para la población, pero también ha generado diversos problemas, sobre todo en el tránsito de las vías, lo cual ha hecho que el transportarse de un lugar a otro sea difícil y tedioso.

El puente Grau es una de las vías más importantes de la ciudad, ya que cruza el río chili, el cual divide prácticamente la ciudad en 2, permitiendo que la población pueda transitar del centro de la ciudad a la avenida ejército. Mediante esta vía transitan gran cantidad de empresas de servicio público, aparte de vehículos particulares.

En promedio con más de 30 empresas de transporte público que circulan exclusivamente por Puente Grau, aparte de los vehículos particulares y colectivos viniendo de diferentes puntos de la ciudad lo cual obliga a que gran porcentaje de la población arequipeña se vea obligada a tener que transitar por estas vías.

Otro de los factores por los cuales estas vías son de alta demanda es que cerca a estas se encuentran la Universidad Católica San Pablo, la sede de SENCICO, diversos establecimientos comerciales, y un poco más alejado pero que también tiene influencia, el Hospital Essalud Arequipa.

Al no haber suficiente señalización que ayuden con este congestionamiento, los peatones se ven expuestos a sufrir accidentes al querer cruzar las vías, ya que tanto ellos como los conductores a veces no tienen la suficiente prudencia para poder lidiar con este tipo de situaciones.

Este problema de querer ahorrar un poco de tiempo no solo se da entre conductor y peatón, sino que también entre los mismos vehículos, los cuales al no ser precavidos y al estar bajo presión de otros, solo tienden a querer ganar y ver la forma de poder salir de la congestión, lo cual como hemos visto en muchos casos puede ocasionar hasta accidentes fatales, puesto que los conductores no miden la consecuencia de sus actos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL.

Calcular el flujo vehicular en puente Grau y en las vías aledañas, evaluar sus niveles de servicio y proponer alternativas de solución para remediar este problema presente en la ciudad de Arequipa.

1.3.2. ESPECIFICOS

- Determinar el volumen de transito que circulan por las vías a analizar en determinadas horas del día.
- Analizar la capacidad de las vías en las horas más críticas del día con la mayor tasa de flujo vehicular.
- Realizar un estudio de velocidad de los vehículos que circulan por las vías investigadas.
- Determinar el nivel de servicio del puente Grau y las vías aledañas mediante la metodología expuesta en el “*HCM 2010*”.
- Analizar las intersecciones de las vías mediante el software “PTV Vissim”.
- Proponer alternativas de solución al problema investigado.

1.4. HIPÓTESIS

Debido al incremento de la congestión vehicular en el Puente Grau y sus vías aledañas, es factible que mediante el análisis del flujo vehicular y los niveles de servicio, se pueda elaborar un diagnóstico de la situación actual, y plantear alternativas de solución a la problemática detectada.

1.5. ANALISIS DE VARIABLES

Tabla 1:
Definición y operacionalización de Variables

<i>Definición y Operacionalización de Variables</i>					
<i>Variable</i>	<i>Tipo</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Técnica</i>	<i>Instrumentos</i>
Condiciones reales de las vías	Independiente	Características actuales de las vías a investigar	• Geometría de las vías • Sentido del flujo vehicular • Volumen vehicular • Tasa de flujo • Velocidad vehicular	Obtención de datos del flujo vehicular en horas y puntos determinados. Medición de las dimensiones de las vías.	- Formato de conteo vehicular - Aplicación Google Maps y Google Earth.
Niveles de servicio	Dependiente	Según el manual de capacidad de carreteras (HCM 2010) es la medida cualitativa que explica el estado de operación del flujo vehicular.	• Tiempos de demora • Relación Capacidad/Demand a en las vías	En función a los datos obtenidos, se desarrollarán cálculos guiándonos del Manual de capacidad de carreteras.	- Hojas de cálculo.

Fuente: Elaboración propia

1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

1.6.1. POR TIPO DE CONOCIMIENTO

La presente investigación es de tipo explicativo, porque lo que se busca es identificar las causas del problema presentado, analizar el motivo y circunstancia por el cual se presentó. En este caso evaluar y presentar un resultado en base a la capacidad de las vías analizadas, si son capaces de soportar la máxima demanda de vehículos en horas pico.

1.6.2. POR EL ENFOQUE.

Es una investigación cuantitativa, porque se van a recolectar diversos datos de los trabajos realizados de forma diaria, en horarios determinados mediante una evaluación previa, para luego analizarlos y poder identificar las causas del problema y proponer alternativas de solución.

1.6.3. POR LA ESTRATEGIA DE TRABAJO.

Es de tipo no experimental, porque solo se va a recolectar los datos y explicar las causas que generan el problema planteado, más no se va a intervenir o manipular el origen de los datos.

1.6.4. POR EL PERIODO DE TIEMPO.

Será una investigación de tipo vertical, ya que se tendrá un tiempo definido. Este plazo que se da para la investigación, depende del tiempo requerido para la recolección de datos y análisis de los mismos.

1.7. ANTECEDENTES

1.7.1. ANTECEDENTES NACIONALES

- En la tesis titulada: “Diagnóstico de nivel de servicio de las intersecciones críticas que conforman el segundo anillo vial en Arequipa metropolitana” Melendes & Sucasaca para optar el título de Ing. Civil realizada en la ciudad de Arequipa desarrolla un diagnóstico del nivel de servicio en las intersecciones más críticas que conforman el segundo anillo vial, teniendo como resultados que dicho análisis en las intersecciones tienen su condición como críticas, variando sus volúmenes máximos en horas punta en cada tipo de intersección (Melendes & Sucasaca, 2018).
- En la tesis titulada “Aplicación de la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, distrito de Trujillo-La Libertad año 2017” Solano & Terrones para optar el título de ing. civil realizada en la ciudad de Trujillo, evalúa si la simulación matemática empleando el software Vissim como herramienta en el control de tráfico contribuye a la solución vial en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, teniendo resultados satisfactorios mediante la simulación, ya que con esta se puede comparar los resultados de la solución vial planteada con la situación actual (Solano & Terrones, 2017).

1.7.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- Tesis titulada “Propuesta Técnica para disminuir la congestión vehicular en el sector de Sameco” Correa, Alvaro & Sánchez para optar el título de Ing. Civil realizada en Santiago de Cali, Colombia, propone una alternativa viable para disminuir el problema de congestión vehicular en el sector de Sameco, aplicando metodología sistematizada de modelación y simulación VISSIM que abre paso al mejoramiento en la movilidad de la intersección. Teniendo como resultados 4 posibles soluciones los cuales se realizaron por medio del programa VISSIM en donde se realizó un diagnostico simulado de la situación actual y se comparó con los posibles escenarios de solución (Correa, Alvaro, & Sánchez, 2016).
- Guillín en su tesis titulada “Estudio de tráfico, giros y de accesibilidad en la intersección: Av. Río Amazonas y av. Eloy Alfaro” realizada en la ciudad de Quito, Ecuador para obtener el título de ing. Civil, realiza el estudio de tráfico para mejorar la movilidad, desarrollo y calidad de vida de las personas que transitan en la intersección, mediante recolección de información para encontrar soluciones a los problemas de tránsito existentes en dicha intersección, en la cual concluye que las soluciones propuestas son viables hasta un lapso de 5 años a partir de la implementación de mejoras, como lo son implementación de señalizaciones y reformas geométricas propuestas (Guillín Galeas, 2013).

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. CONCEPTOS BASICOS

2.1.1. USUARIOS

Es el primer elemento básico que hace posible el flujo de tránsito, debido a que es la persona quien tiene la necesidad de trasladarse. El usuario cuenta con cuatro subdivisiones los cuales son (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 42):

2.1.1.1. PEATÓN.

Un peatón es la persona que, sin ser conductor, transita a pie por las vías públicas. Se puede considerar como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta de cien años de edad. Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto, a todos nos interesa este aspecto. También, puede decirse que el número de peatones en un país casi equivale al censo de la población (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 43).

Según el reglamento nacional de tránsito, se consideran también como peatones a las personas que usan sillas de ruedas para minusválidos, andadores motorizados y carritos de compras, así como a los vehículos de niños, como triciclos y cochecitos (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2009).



Imagen 1: Peatones Av. Ejército

Fuente: Elaboración Propia

2.1.1.2. CICLISTAS.

Es otro elemento importante del tránsito y transporte, el cual debe desplazarse de un lugar a otro sobre vías exclusivas o mezcladas con el tránsito peatonal y vehicular (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 48).

Debido al crecimiento de la ciudad de Arequipa, así como también el aumento de la contaminación debido a los diferentes vehículos que transitan por la ciudad, la municipalidad distrital de Arequipa, ha ido implementando ciclo vías en el centro histórico de la Ciudad, la cual busca reducir el uso de vehículos motorizados y concientizar a la población para el uso de bicicletas como medio de transporte y no solo como medio recreacional (El Buho.Pe, 2019).



Imagen 2: Señalización de ciclo vías centro de la ciudad

Fuente: Elaboración Propia

2.1.1.3. CONDUCTOR.

Es la persona habilitada para conducir un vehículo por una vía pública (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2009).

Por lo regular, el que conduce un vehículo conoce el mecanismo, sabe lo que es el volante, las velocidades, el freno, etc.

Existente diferentes factores los cuales pueden modificar las facultades del individuo en el tiempo de reacción ante un posible accidente los cuales son:

- La fatiga.
- Las enfermedades o deficiencias físicas.
- El alcohol y las drogas.
- Su estado emocional.
- El clima
- La época del año
- Las condiciones del tiempo
- La altura sobre el nivel del mar
- El cambio del día a la noche y viceversa (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 56).

2.1.1.4. PASAJERO.

Es toda aquella persona que se encuentra viajando de un lugar a otro sobre determinado vehículo (ya sea trenes, colectivos, micros, aviones, barcos, etc.); pero que gracias a la conducción de un tercero, este no realiza ninguna acción.

Así como su nombre lo indica, el pasajero siempre debe pagar una cantidad de dinero para poder transportarse dentro de las vías públicas. Así como también debe esperar al vehículo sobre la vereda y subir cuando este esté totalmente parado.

Para el caso de transporte público, se debe esperar el vehículo en las zonas indicadas llamadas paradas, ya que de otro modo se comienza a producir los retrasos y las congestiones en las vías (Ingeniería de transitouasd.blogspot.com, 2012).

En las vías a analizar, se ha identificado como los pasajeros y los vehículos de transporte público (micros y custers) emplean paraderos informales generando desorden y congestionamiento vehicular



Imagen 3: Paradero informal en calle puente Grau

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2. VEHÍCULOS

Es el artefacto de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía. En el reglamento nacional de tránsito se distinguen los siguientes tipos de vehículos:

- Vehículo automotor: vehículo de más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia.
- Vehículo automotor menor: vehículo de dos o tres ruedas, provisto de montura o asiento para el uso de su conductor y pasajeros, según sea el caso (bicimoto, motoneta, motocicleta, mototaxi, triciclo motorizados y similares)
- Vehículo combinado: combinación de dos o más vehículos, siendo el primero un vehículo automotor y los demás remolcados.
- Vehículo de bomberos: vehículo de emergencia perteneciente al cuerpo general de bomberos voluntarios del Perú.
- Vehículo especial: vehículo utilizado para el transporte de personas o de carga que excede el peso y medidas permisibles previstas en la reglamentación vigente.
- Vehículo de emergencia: vehículo utilizado para el transporte de personas o de carga que excede el peso y medidas permisibles previstas en la reglamentación vigente.

- Vehículo oficial: vehículo asignado a autoridades, los de su comitiva y los encargados de su protección y seguridad conforme a Ley.
- Vehículo policial: vehículo de emergencia perteneciente a la Policía Nacional del Perú (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2009).

2.1.2.1. CLASIFICACIÓN VEHICULAR.

2.1.2.1.1. VEHÍCULOS LIGEROS.

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso.

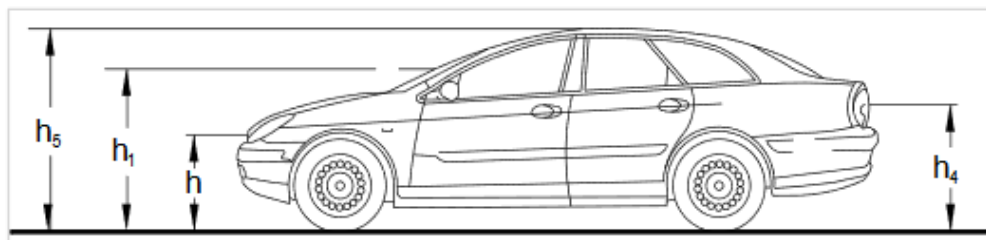


Imagen 4: Diseño vehículo ligero

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

- h : altura de los faros delanteros: 0.60 m
- h_1 : altura de los ojos del conductor: 1.07 m
- h_2 : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m
- h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m
- h_5 : altura del techo de un automóvil: 1.30 m (Ministerio de transportes y Comunicaciones, 2018).

2.1.2.1.2. VEHÍCULOS PESADOS.

El vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles y su capacidad portante, radios y sobreanchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes

y proporción de aparcamiento para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso.

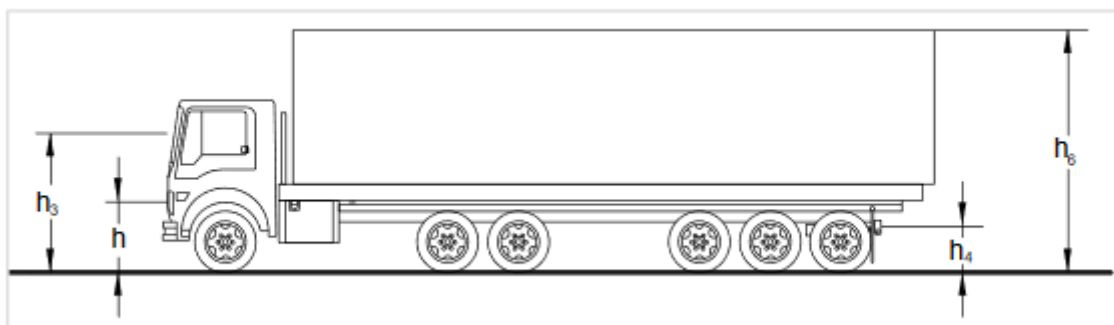


Imagen 5: Diseño vehículo pesado

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

- h: altura de los faros delanteros: 0.60 m
- h3: altura de los ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50m
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45m
- h5: altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m (Manual de carreteras: diseño geometrico DG-2018, 2018)

2.1.2.2. TIPOS DE VEHÍCULOS DE ACUERDO A SU CLASIFICACION.

2.1.2.2.1. VEHÍCULOS AUTOMOTORES CON MENOS DE CUATRO RUEDAS.

Tabla 2:
Clasificación Vehicular – Menores de 04 ruedas

<i>Clasificación Vehicular – Menores de 04 ruedas</i>		
<i>CATEGORIA</i>	<i>CLASE</i>	<i>DESCRIPCION</i>
L1		Vehículos de dos ruedas de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h
L2		Vehículos de tres ruedas de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h
L3		Vehículos de dos ruedas de más de 50 cm ³ o velocidad mayor de 50 km/h
L4		Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o una velocidad mayor de 50 km/h
L5		Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o velocidad mayor de 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada

Fuente: El peruano, (2006)

2.1.2.2.2. VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS.

Tabla 3:
Clasificación Vehicular – Cuatro ruedas o más para pasajeros

<i>Clasificación Vehicular – 04 ruedas o más para pasajeros</i>		
<i>CATEGORIA</i>	<i>CLASE</i>	<i>DESCRIPCION</i>
M1		Vehículos de 8 asientos o menos sin contar el asiento del conductor
M2	C1	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.
M2	C2	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
M2	C3	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos con áreas para pasajeros sentados.
M3	C1	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más 5 toneladas o menos. Construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.
M3	C2	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más 5 toneladas o menos. Construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles
M3	C3	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más 5 toneladas o menos. Construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados.

Fuente: El peruano, (2006)

2.1.2.2.3. VEHÍCULOS AUTOMOTORES DE CUATRO RUEDAS O MÁS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS.

Tabla 4:
Clasificación Vehicular – Cuatro ruedas o más para mercancías

<i>Clasificación Vehicular – 04 ruedas o más para mercancías</i>		
<i>CATEGORIA</i>	<i>CLASE</i>	<i>DESCRIPCION</i>
N1		Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos
N2		Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
N3		Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas hasta 12 toneladas.

Fuente: El peruano, (2006)

2.1.2.2.4. REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES.

Tabla 5:
Clasificación Vehicular – Remolques y semirremolques

<i>Clasificación Vehicular – Remolques y semirremolques</i>		
<i>CATEGORIA</i>	<i>CLASE</i>	<i>DESCRIPCION</i>
O1		Remolques de peso Bruto vehicular de 0.75 toneladas o menos
O2		Remolques de peso Bruto vehicular de más 0.75 toneladas hasta 3.5 toneladas
O3		Remolques de peso Bruto vehicular de más 3.5 toneladas hasta 10 toneladas
O4		Remolques de peso Bruto vehicular de más de 10 toneladas

Fuente: El peruano, (2006)

2.1.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL

Son las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo que se coloca sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas.

Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente

necesarias, dadas las condiciones específicas de las calles o carretera (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

2.1.3.1. CLASIFICACIÓN PARA LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL.

2.1.3.1.1. SEÑALES VERTICALES.

Consisten en placas sujetas a postes los cuales contienen un mensaje que la autoridad envía al conductor o peatón mediante leyendas y símbolos, con el fin de facilitar el tránsito y hacerlo más seguro, se clasifican en:

- Preventivas
- Restrictivas
- Informativas
- Turísticas y de servicios
- Señales diversas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

2.1.3.1.2. SEÑALES HORIZONTALES

Son marcas en el pavimento que sirven para canalizar y orientar la circulación de los vehículos e indican los movimientos a ejecutar mediante líneas, figuras y leyendas. Constituyen un excelente medio de señalización que guía al usuario sin distraer su vista del camino. Su clasificación es:

- Rayas
- Marcas
- Botones (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

2.1.3.1.3. DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS

Los dispositivos para protección en obras, identificados con la clave DP, son las señales y otros medios que se usan transitoriamente para proporcionar seguridad a los usuarios, peatones y trabajadores a través de calles y carreteras en construcción y conservación.

- Señales horizontales
- Señales verticales
- Barreras levadizas
- Barreras fijas
- Conos

- Tambos
- Dispositivos luminosos
- Señales manuales (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

2.1.3.1.4. SEMÁFOROS

Los semáforos son dispositivos eléctricos que tiene como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces, generalmente de color rojo, amarillo y verde, operado por una unidad de control.

Con base en el mecanismo de operación de controles de los semáforos, estos se clasifican en:

- Semáforos para el control del tránsito de vehículos
 - No accionados por el tránsito
 - Accionados por el tránsito
 - Totalmente accionados por el tránsito
 - Parcialmente accionados por el tránsito.
- Semáforos para pasos peatonales
 - En zonas de alto volumen peatonal
 - En zonas escolares
- Semáforos especiales
 - De destello
 - Para regular el uso de carriles
 - Para puentes levadizos
 - Para maniobras de vehículos de emergencia
 - Con barreras para indicar aproximación de trenes (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

2.1.4. FLUJO VEHICULAR

Se entiende por flujo vehicular a la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vía, lo cual nos permite determinar el nivel de eficiencia y funcionalidad de las mismas. En el análisis de flujo vehicular se estudian tres variables principales: flujo, velocidad y densidad (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 276).

2.1.4.1. VARIABLES RELACIONADAS CON EL FLUJO

2.1.4.1.1. TASA DE FLUJO O FLUJO (Q) Y VOLUMEN (q).

Es la frecuencia con la que los vehículos circulan por un punto o sección transversal de un carril o calzada (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, págs. 277-281).

2.1.4.1.2. INTERVALO SIMPLE (H_i).

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente se expresa en segundo y se mide entre puntos homólogos del par de vehículos (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, págs. 277-281).

2.1.4.1.3. INTERVALO PROMEDIO ($\bar{h}$)

Es el promedio de todos los intervalos simples existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, págs. 277-281).

2.1.4.2. VARIABLES RELACIONADAS CON LA VELOCIDAD

2.1.4.2.1. VELOCIDAD INSTANTÁNEA.

Es la velocidad en el instante de paso del vehículo a lo largo de un tramo (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 238).

2.1.4.2.2. VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL.

Es la media aritmética de las velocidades punto de todos los vehículos (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 238).

2.1.4.2.3. VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL.

Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 239).

2.1.4.2.4. VARIABLES RELACIONADAS CON LA DENSIDAD

a) *DENSIDAD O CONCENTRACIÓN (k)*

Es el número de vehículos (N) que ocupan una longitud específica (d) de una vía, generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km)

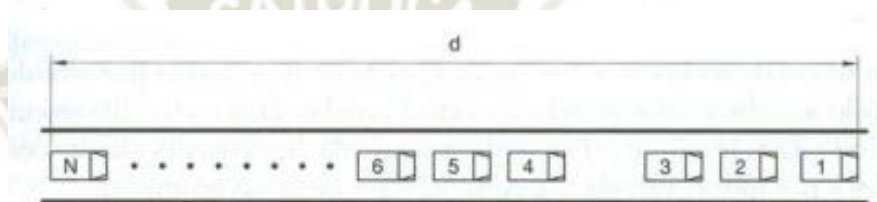


Imagen 6: densidad o concentración

Fuente: Cal y Mayor & Cárdenas, (2007)

b) *ESPACIAMIENTO SIMPLE (si)*

Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada en metros y medida entre sus defensas traseras.

c) *ESPACIAMIENTO PROMEDIO ($\bar{s}$)*

Es el promedio de todos los espaciamientos simple existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vía. Se expresa en metros por vehículo (m/veh) (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 283).

2.1.5. PLAN VIAL

Es un instrumento de planeación para el desarrollo e implementación de proyectos de infraestructura vial en general y de gestión vial en particular, con el propósito de mejorar las condiciones de movilidad urbana mediante la integración de redes viales que sirvan para el traslado de bienes y personas en función de los intereses de la población (Municipalidad provincial de Arequipa, 2019).

2.1.6. SISTEMA VIAL

Se entiende por sistema vial aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las

llamadas carreteras y a nivel urbano las calles de la ciudad (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 106).

El sistema vial urbano está compuesto de vías con diferente función y jerarquía, las cuales se han agrupado en la siguiente clasificación vial. (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.1.6.1. CLASIFICACIÓN NORMATIVA DE VÍAS URBANAS

2.1.6.1.1. VÍAS INTERREGIONALES.

Son vías que forman parte del sistema nacional de carreteras, las mismas que integran a la ciudad de Arequipa con el resto de las regiones del país, además que circunvalan la ciudad de Arequipa. Estas vías están destinadas principalmente al transporte interdepartamental de pasajeros y de carga. Estas vías son:

La Carretera de integración de la Costa: De carácter longitudinal que relaciona el área metropolitana con las ciudades y puertos localizados en la costa. Se encuentra configurado por la Variante de Uchumayo y la Panamericana Sur (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).



Imagen 7: Variante Uchumayo

Fuente: Dipromin, (2019)

La Carretera de integración Regional de la Sierra: De carácter longitudinal que relaciona el área metropolitana con las ciudades y asentamientos ubicados en la zona de la sierra, a través de la prolongación de la Carretera Yura, Av. Aviación y vía de Evitamiento (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.1.6.1.2. VÍAS EXPRESAS.

Son los principales elementos de la estructuración del sistema vial, que en forma vertebral articulan el área metropolitana en su conjunto. Así mismo, articula a la ciudad con los ejes de articulación regional.

Están localizadas en la parte central de la ciudad, las cuales contienen y articulan:

- Centralidades: Centro Principal, Centro Norte y Centro Sur
- Servicios especializados de carácter regional y metropolitano
- Orienta y canaliza las actividades de producción, consumo, intercambio y gestión de la ciudad.

Es el marco que conecta los flujos tanto de las centralidades localizadas próximas al mismo, como de los ejes transversales. Soporta el transporte masivo metropolitano, transporte particular de velocidad y en algunos sectores tráfico pesado y ferrocarril. Están contenido en los siguientes distritos y vías:

- Cerro Colorado: Av. Aviación, Av. Villa Hermosa, Autopista Arequipa –La Joya.
- Yanahuara –Sachaca: Av. Paralela a vía del Ferrocarril-
- Arequipa: Variante de Uchumayo, Av. Forga.
- José L. Bustamante y Rivero: Av. Andrés Cáceres, Paseo de La Cultura.
- Paucarpata: Av. Los Claveles (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.1.6.1.3. ANILLOS VIALES.

Los anillos viales propuestos se caracterizan por rodear el área central de la ciudad canalizando los flujos de transporte por ellos y evitando la concentración dentro del centro histórico de la ciudad. Se plantean dos anillos viales:

- Primer Anillo Vial: Se caracteriza por coincidir con la delimitación del área central. Constituye el elemento controlador y regulador de los flujos vehiculares provenientes de la periferia o del entorno.

Se encuentra configurado por las avenidas: La Marina, Malecón Vallecito, vía paralela a la Av. Parra, Venezuela, Progreso, Arequipa y Juan de la Torre.

- Segundo Anillo Vial: Constituye el segundo elemento regulador de los flujos vehiculares, se encuentra configurado por las avenidas: Cayma, Trinidad Morán, José Abelardo Quiñones, Víctor Andrés Belaunde, Metropolitana, Miguel Forga, Los Incas, Londres, Prolongación Mariscal Castilla, Teniente Ferrer, Progreso, Carlos Marx, Rossevelt, Av. que rodea el Colegio Militar, Puente de Chilina y Av. Ramón Castilla (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.1.6.1.4. VÍAS ARTERIALES.

Son aquellas que por su grado de articulación, conexión, magnitud y jerarquía en el sistema vial urbano interrelacionan los grandes sectores de la ciudad entre sí. Se articulan directamente con las vías Expresas y los Anillos Viales. Su función es la de permitir el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. Destaca entre las vías arteriales el Eje residencial el cual se encuentra configurado por las avenidas: Túpac Amaru, Prolongación Mariscal Castilla, San Martín, Jorge Chávez, Perú, Rosaspata, Simón Bolívar, Amazonas, Ricardo Palma, José Olaya, Leticia, Oscar Neves, Calle Elías Aguirre, Ferrer, Prado, Chocano Prado, carretera Chilina -Arequipa, Pasando por Charcani, Av. 54, Av. De las Torres (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

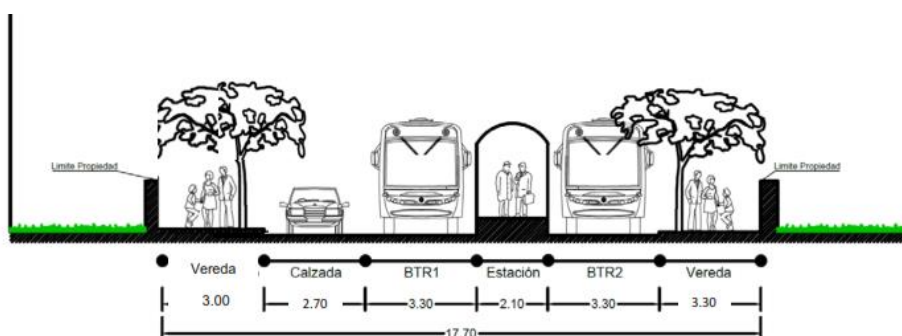


Imagen 8: Sección de vía Arterial

Fuente: Instituto Municipal de Planeamiento, (2015)

2.1.6.1.5. VÍAS COLECTORAS.

Son las vías que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso como hacia las propiedades adyacentes. Pueden ser colectoras distritales o interdistritales. Entre sus características se pueden señalar:

- El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales.
- Cuentan con señalización horizontal y vertical cuando empalman con vías locales.
- Se permite estacionamiento controlado (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.1.6.1.6. VÍAS LOCALES.

Son aquellas vías cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semi pesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas con las vías colectoras (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.1.6.1.7. INTERCAMBIOS VIALES.

Se aprueban áreas de reserva de 65 metros de radio mínimo para las siguientes Intercambios Viales sujetas a estudios específicos.

- Intercambio Vial: Cono Norte
- Intercambio Vial: Av. Aviación/ Autopista Arequipa-La Joya
- Intercambio Vial: Autopista Arequipa-La Joya/Prolongación Av. Industrial.
- Intercambio Vial: Av. Aviación/Vía de Evitamiento.
- Intercambio Vial: Av. Primavera/Villa Hermosa
- Intercambio Vial: Puente Grau
- Intercambio Vial: Av. Arequipa/Av. Progreso
- Intercambio Vial: Av. Sepúlveda/Av. Venezuela
- Intercambio Vial: Av. Jesús/Av. Los Incas

- Intercambio Vial: Av. Los Incas/Av. Dolores
- Intercambio Vial: Av. Jesús/Av. Los Claveles
- Intercambio Vial: Variante de Uchumayo/Vía de Evitamiento.
- Intercambio Vial: Variante de Uchumayo/Av. Pérez Aranibar
- Intercambio Vial: Variante de Uchumayo/Sector Amautas
- Intercambio Vial: Puente San Isidro/Av. Alfonso Ugarte
- Intercambio Vial: Miguel Forga/Los Incas
- Intercambio Vial: Andrés Avelino Cáceres/Vidaurrázaga
- Intercambio Vial: Andrés Avelino Cáceres/Alcides Carrión
- Intercambio Vial: Av. Alfonso Ugarte/ Sector Cuartel de Tingo
- Intercambio Vial: Arancota/Urb. Palacio 1 (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.2. TRANSPORTE PÚBLICO

El transporte público comprende los medios de transporte en que los pasajeros no son propietarios de los mismos, siendo servidos por terceros. Los servicios de transporte público pueden ser suministrados tanto por empresas públicas como privadas (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 539). El transporte público se puede clasificar en varias maneras:

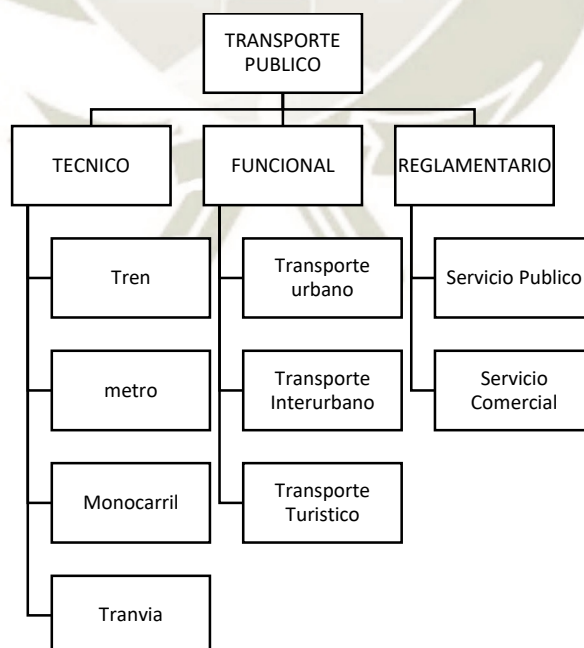


Gráfico 1: Clasificación del Transporte Público

Fuente: Cal y Mayor & Cárdenas, (2007)

2.2.1. EMPRESAS DE TRANSPORTE

Para el presente proyecto de investigación, se identificaron las siguientes empresas de transporte público que circulan por el puente Grau, las cuales son:

- Empresa de transportes Villa América Del sur del Perú S.A.A Ruta C039A, la cual va de ciudad blanca a cono norte y viceversa.
- Empresa El rápido de Selva Alegre Ruta S011, la cual va de Selva Alegre a Umacollo y viceversa.
- Los Ángeles de Ciudad de Dios Ruta E020, la cual va de Ciudad de Dios a Santa Rosa y Viceversa.
- Etupssa S.A. Que posee dos rutas que circulan por Puente grau las cuales son la ruta A013 y A21A que van de huasacache-las peñas-Ciudad mi trabajo y viceversa.
- Cettar S.A. que posee dos rutas la P022 que va de Hunter a Ciudad Municipal y viceversa y la ruta E029 que va de Ciudad Municipal a P.J. Ciudad Blanca y viceversa.
- Los canarios de Socabaya S.A. Ruta E028 que va de Víctor A. Belaunde a Ciudad mi Trabajo y viceversa.
- Benedicto XVI S.A. Ruta C019 que va de Paucarpata a Cerro Colorado y Viceversa.
- Ciudad Municipal Arequipa (CIMA) S.A. Ruta E029.
- Peruarbo Buss S.A. ruta PE17 Que va de Peruarbo a Miraflores.
- Señor de Luren S.A. Ruta C047A que va de Baños de Jesús a Ciudad de Dios.
- Florian S.A. Ruta E026A Arequipa-cayma- la tomilla-Jose Olaya y viceversa.
- C.O.T.U.M. S.A. Ruta C027 y C028 que va de Monterrey a Pachacutec y envolvente.
- ETUPSSA S.A. Ruta A013 Y Ruta A21A que van de huasacache-las peñas-Ciudad mi trabajo y viceversa.
- Señor de Lampa S.A. TRANSLAMPA que tiene tres rutas la E015, E014 y LA E018A que van de alto Libertad al cercado y viceversa.

- Villa América del Sur del Perú S.A.A. Ruta C039A que va de Ciudad Blanca a Cono Norte.
- Travic S.A. Ruta E002A que va de Enace-Carmen Alto- Cercado y viceversa.
- Cotaspa S.A. Ruta A029A que va de Juan Pablo Vizcarde y Guzmán a Yanahuara y viceversa.
- Santa Clara S.R.L. Ruta C033 que va de Manco Cápac a Víctor Andrés Belaunde y viceversa.
- Unión AQP S.A. la cual viene del parque industrial y es la misma empresa de El rápido de Selva Alegre.
- Las flores ruta 54, la cual viene de ciudad blanca (Municipalidad de Arequipa, 2019).

Dichas empresas de transporte público, no son las únicas que transitan por Puente Grau, ya que también se identificaron empresas las cuales aún no pertenecen al SIT (Sistema integrado de transporte).

- Paucarpata S.A la cual va de Paucarpata a Ugel Norte.
- AQP Masivo Arequipa S.A.C. (Municipalidad de Arequipa, 2019).

Y por último encontramos transporte público que no pertenece a una empresa de transporte público formal:

- Empresa de transportes que va a Cayma-radio azul
- Empresa de transportes ciudad mi trabajo “A” Pachacutec.
- Empresa de transportes que va a Cayma- La tomilla.
- Empresa de transportes que va de Yura a Cono Norte.
- Empresa de transportes que va de Paucarpata a Umacollo.
- Empresa de transportes Royal Buss.
- Empresa de transportes que va de la Av. Kennedy a Alto Libertad.
- Empresa de transportes Cayma-Enace (Municipalidad de Arequipa, 2019).



Imagen 9: Transporte público transitando por el ingreso del Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia

2.3. NIVELES DE SERVICIO

El nivel de servicio es una medida de percepción. A menor densidad, mejor confort, seguridad y una mayor la posibilidad de incrementar la velocidad son parte de las condiciones ideales en una vía, las demoras en vías de 2 carriles se presentan por la dificultad de rebasar, menor visibilidad. Las condiciones geométricas son mayores en comparación con las autopistas (Navarro H., 2018, pág. 202).

2.3.1. NIVEL DE SERVICIO “A”

Caracterizado por el flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación. La demora de los conductores no es mayor al 35% del total del tiempo de viaje (Navarro H., 2018, pág. 202).

Las vías que cuentan con este nivel de servicio, permite a los conductores maniobrar de forma mas libre, genera una comodidad y conveniencia gracias a que la circulación es excelente (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).



Imagen 10: Nivel de servicio A

Fuente: Carcialprocer, (2015)

2.3.2. NIVEL DE SERVICIO “B”

Flujo libre razonable, pero con la velocidad empezando a ser restringida por las condiciones de tránsito. La demora de los conductores no es mayor al 50% del total del tiempo de viaje (Navarro H., 2018, pág. 203).

La libertad de maniobra de los conductores se disminuye de forma leve, pero el nivel de comodidad y conveniencia se sigue manteniendo aceptable (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).



Imagen 11: Nivel de servicio B

Fuente: Carcialprocer, (2015)

2.3.3. NIVEL DE SERVICIO “C”

Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad. La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje (Navarro H., 2018, pág. 203).

La libertad de maniobra de los conductores comienza a ser restringida y los niveles de comodidad y conveniencia descienden notoriamente (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).



Imagen 12: Nivel de servicio C

Fuente: Carcialprocer, (2015)

2.3.4. NIVEL DE SERVICIO “D”

Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La demora de los conductores es cercana a 80% del total del tiempo de viaje (Navarro H., 2018, pág. 203).

La libertad de velocidad queda seriamente restringida y el conductor experimenta un nivel de comodidad y conveniencia relativamente bajo. Las vías con este nivel de servicio corren el riesgo de que un pequeño incremento del flujo vehicular ocasionaría problemas en el funcionamiento, e incluso la aparición de pequeñas colas de vehículos (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).



Imagen 13: Nivel de servicio D

Fuente: Carcialprocer, (2015)

2.3.5. NIVEL DE SERVICIO “E”

Flujo inestable, suceden pequeños congestionamientos. La demora de los conductores es mayor al 80% del total del tiempo de viaje (Navarro H., 2018, pág. 203). El funcionamiento de las vías con este nivel de servicio está cerca o en el límite de su capacidad. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a ceder el paso (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).



Imagen 14: Nivel de servicio E

Fuente: Carcialprocer, (2015)

2.3.6. NIVEL DE SERVICIO “F”

Flujos forzados, el número de vehículos a un punto excede al número que pueden pasar por él, formándose, inestabilidad, paradas y arranques, típicas de los “cuellos de botella” (Navarro H., 2018, págs. 203-204).



Imagen 15: Nivel de servicio F

Fuente: Carcialprocer, (2015)

2.4. INTERSECCIONES

2.4.1. DEFINICIÓN

Se define como una intersección vial a las áreas comunes de dos o más vías que se cruzan a un mismo nivel que emplean los vehículos para transitar. Estas intersecciones son puntos críticos que el desarrollo de una vía, por lo que se busca es tener las condiciones más óptimas de seguridad y capacidad, dentro de sus posibilidades geométricas y económicas (VCHI - ICG, 2005).



Imagen 16: Intersección ingreso a Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia, Empleando Google Maps, 2019

2.4.2. TIPOS.

Los diferentes tipos de intersecciones en las vías se clasifican por la cantidad de ramas que esté tiene, por lo que tenemos los siguientes tipos (VCHI - ICG, 2005).

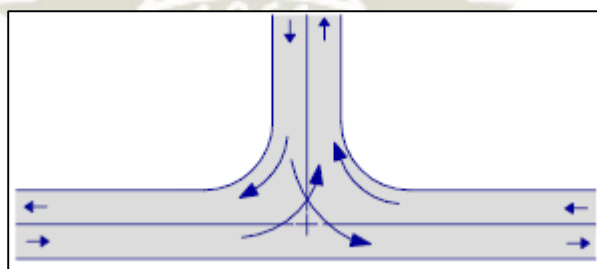


Imagen 17: Forma básica de encuentro de 3 ramas con volteos de poca magnitud

Fuente: VCHI - ICG, (2005)

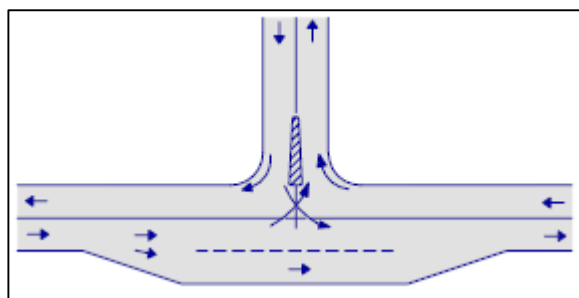


Imagen 18: Forma básica de encuentro de 3 ramas con elevado volumen

Fuente: VCHI - ICG, (2005)

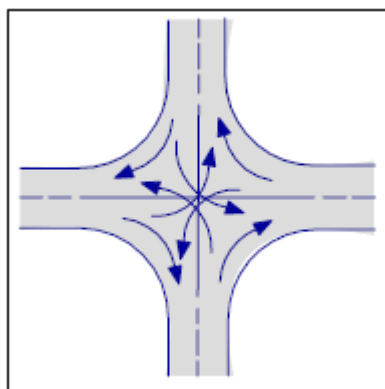


Imagen 19: Forma básica de intersección de 4 ramas con bajos flujos vehiculares

Fuente: VCHI - ICG, (2005)

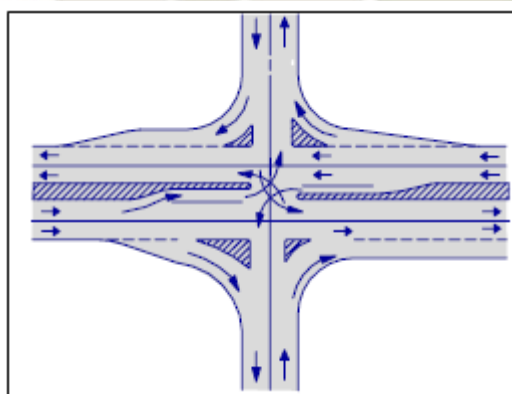


Imagen 20: Intersección de 4 ramas con elevados flujos vehiculares

Fuente: VCHI - ICG, (2005)

2.5. ROTONDAS

Las rotondas son intersecciones con una forma generalmente circular, que se caracteriza por rendimiento en las entradas y la circulación alrededor de una isla central (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).



Imagen 21: Rotonda final de Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia

2.5.1. CLASES DE ROTONDAS

2.5.1.1. ROTONDA NORMAL.

Tiene una isla central (dotada de bordillos) de 4 metros o más de diámetro y generalmente entradas abocinadas que permiten una entrada múltiple de vehículos (Azcutia, 2011). El número recomendado de tramos es tres o cuatro.

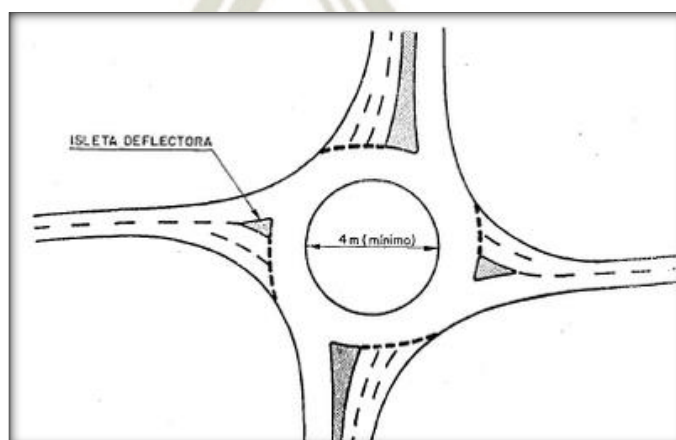


Imagen 22: Rotonda normal

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

2.5.1.2. MINI ROTONDA.

Tiene una isla circular de menos de 4 metros de diámetro y entradas abocinadas o sin abocinas. Este tipo de rotondas pueden ser muy efectivas para mejorar intersecciones urbanas existentes con problemas de capacidad y seguridad (Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados, 2019).

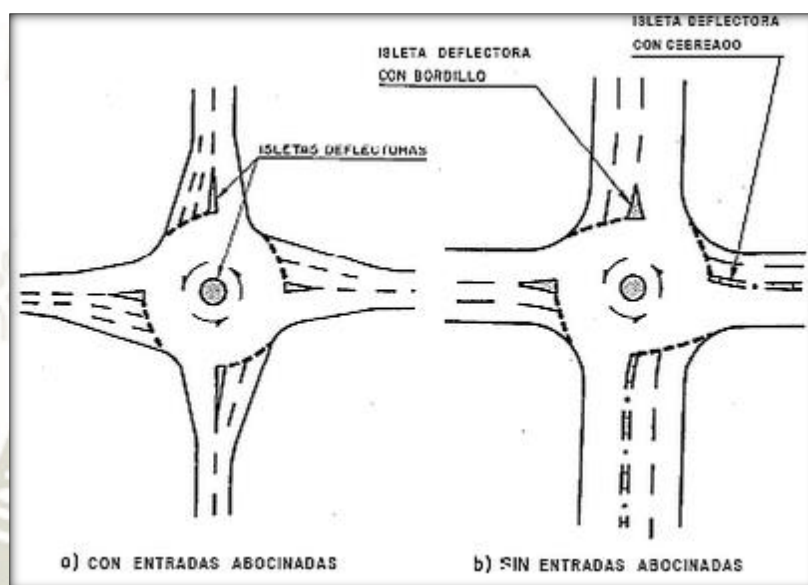


Imagen 23: Mini Rotondas

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

2.5.1.3. ROTONDA DOBLE.

Es una intersección compuesta por dos rotondas normales o mini rotondas contiguas o conectadas por un tramo de unión o por una isleta alargada materializada por un bordillo (Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados, 2019).



Imagen 24: Rotonda Doble

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

2.5.1.4. ROTONDA A DOBLE NIVEL.

Es una rotonda en la que al menos un tramo conecta con una carretera que la cruza otro nivel. Las más habituales son las de dos puentes y las de tipo “pesa” (Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados, 2019).

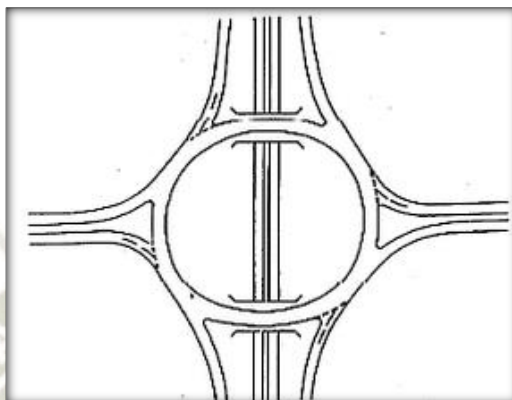


Imagen 25: Rotonda a distinto nivel con dos puentes

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

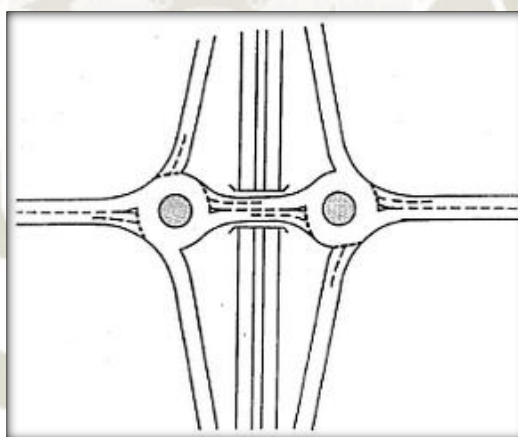


Imagen 26: Rotonda a distinto nivel tipo “pesa”

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

2.5.1.5. INTERSECCIÓN ANULAR.

Es una rotonda en la que la circulación habitual en sentido único alrededor de la isleta central ha sido reemplazada por una circulación en doble sentido, con mini rotondas de tres ramales o semáforos en cada acceso a la calzada anular. Se requiere que los conductores que estén en ésta cedan el paso a los que entran, contrariamente a lo habitual en una rotonda (Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados, 2019).

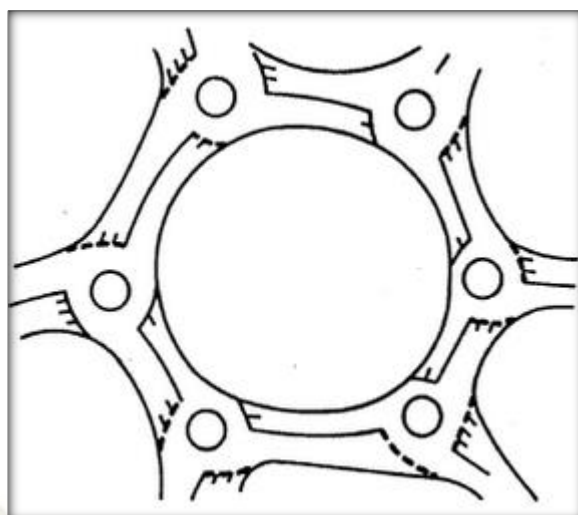


Imagen 27: Intersección Anular

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

2.5.1.6. ROTONDA CON SEMÁFOROS.

Cuando una rotonda no funciona bien, ya sea por exceso de intensidad de la circulación o por un reparto desequilibrado entre sus entradas, que impidan la autorregulación propia de una glorieta, puede aliviarse el problema con semáforos (con funcionamiento continuo o a tiempo parcial) en alguna de sus entradas, o en todas ellas) (Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados, 2019).



Imagen 28: Rotonda con Semáforos

Fuente: Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados (2019)

2.6. HCM 2010

El manual de capacidad de carreteras 2010 tiene la finalidad de proporcionar un conjunto de metodologías y procedimientos de aplicación asociados a estas, con el fin de evaluar el funcionamiento de las carreteras y vías urbanas en función de ciertas condiciones de circulación de uno o varios indicadores de la calidad del servicio.

Los objetivos del HCM son:

- Definir procedimientos de actuación y describir procedimientos de estudio para condiciones ideales de circulación.
- Proporcionar metodologías con un nivel de detalle tal que permitan al lector comprender los factores que afectan al funcionamiento multimodal.
- Proporcionar metodologías para estimar y predecir parámetros indicadores de la circulación (Romana, Nuñez, Martinez, & Diez de Arizaleta, 2010).

2.7. PTV VISSIM

2.7.1. DEFINICIÓN

El programa “*PTV Vissim*” es un software diseñado por la compañía alemana “PTV GROUP”, especializado en la simulación de la situación del tráfico con el objetivo de comparar la geometría de los diferentes tipos de intersecciones en las vías para poder implementar medidas correctivas a problemas detectados (PTV Group, 2019).



Imagen 29: Logo “PTV Group”

Fuente: PTV Group (2019)

2.7.2. OBJETIVOS

El programa “*PTV Vissim*” tiene el objetivo de elaborar un modelo psicofísico del seguimiento vehicular para realizar comparaciones entre la situación del tráfico real y las propuestas de mejora para problemas detectados. Permite elaborar una planificación del desarrollo, un análisis de las capacidades de las vías y elaborar sistemas de control del flujo vehicular (PTV Group, 2019).

2.7.3. ALCANCES

Mediante este software, se puede desarrollar diversas operaciones en base a los sistemas de señalización y optimización de los semáforos, mediante una simulación de la capacidad y la demanda de las vías y de las intersecciones. El programa tiene la capacidad de elaborar y simular diversos planes de construcción de vías alternas para lograr una reducción del volumen vehicular en la etapa de diseño de una vía nueva, o en una vía ya en funcionamiento (PTV Group, 2019).



Imagen 30: Modelo elaborado en el programa "PVT VISSIM"

Fuente: PTV Group (2019)

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA A APLICAR – HCM 2010

3.1. METODOLOGÍA PARA INTERSECCIONES CONTROLADAS CON “STOP” EN LAS CUATRO VÍAS

Las intersecciones controladas con “STOP” en las cuatro vías, o “AWSC” por sus signas en inglés (All Way Stop Controlled Intersections) hace referencias a los casos en los que se requiere que todos los vehículos se detengan en la intersección antes de ingresar. Por el propio hecho de que el conductor deba detenerse, la decisión de continuar hacia la intersección depende de las condiciones de tráfico de las otras vías involucradas.

Si no hay presencia de tráfico en las otras vías, el conductor puede decidir continuar inmediatamente después de parar, pero si en las demás vías cuentan con tráfico, este procede a ingresar a la intersección cuando no haya presencia de vehículos y cuando sea su turno de continuar. Según lo observado en campo, los flujos de circulación se determinan mediante un conceso de derecho de paso, en donde se alterna las diferentes vías (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

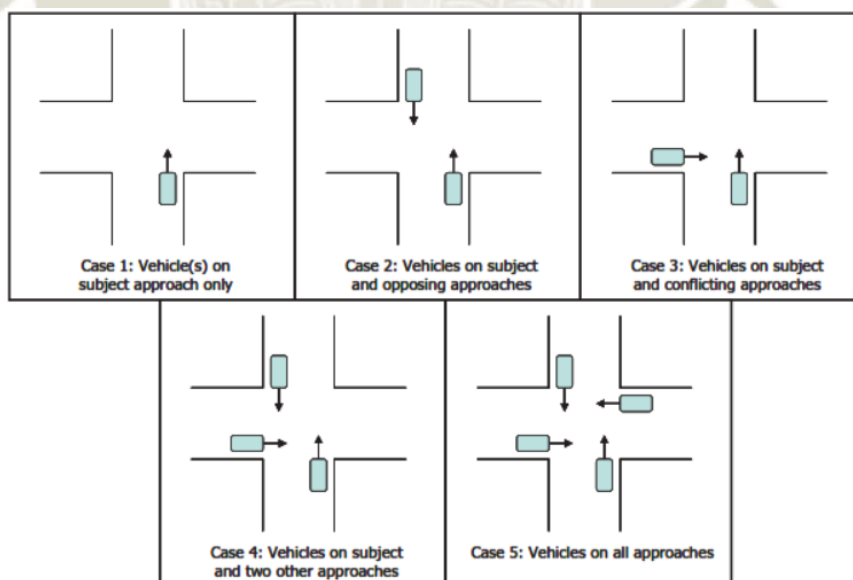


Imagen 31: Análisis de los casos de intersecciones.

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

El potencial grado de conflicto se determina directamente con los tiempos que emplea el conductor para optar por una decisión. Esto también se debe porque ninguna señal de tráfico controla completamente el movimiento de los vehículos, o asigna el turno a los conductores para que puedan continuar. Por lo tanto, los criterios para determinar este tipo de intersecciones se pueden representar numéricamente con algunos términos basados en el tiempo.

- Intervalo de saturación h_{si} , representa al tiempo que transcurre entre los vehículos sucesivos que ingresan a la intersección en los diferentes casos de análisis.
- Intervalo de salida h_d , representa al tiempo promedio entre las salidas de los vehículos de la intersección.
- Tiempo de servicio t_s , representa al tiempo promedio que espera un vehículo en la primera posición esperando a partir (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.1. LÍMITES DEL ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN

Para poder hacer el análisis de las intersecciones controladas con STOP en sus cuatro vías, se debe suponer que es una intersección aislada, no considerando para el análisis los efectos causados en las vías por el flujo vehicular aguas arriba o aguas abajo. Así mismo, esta metodología solo se limita al análisis de vehículos motorizados.

En el análisis de este tipo de intersecciones, no se tiene en consideración al peatón que pueda entrar en conflicto con los vehículos. Es probable que la intervención de peatones incremente la saturación del flujo vehicular, pero dicho efecto se desconoce en el manual de capacidad de carreteras (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.2. CRITERIOS PARA LOS NIVELES DE SERVICIO

Los criterios para los niveles de servicio (N.S.) para las intersecciones controladas con STOP en sus cuatro vías, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6
Criterios para los Niveles de servicio para una “AWSC”

<i>Control de demora (s/veh)</i>	<i>N.S. por relación de volumen - capacidad</i>	
	<i>v/c < 1</i>	<i>v/c > 1</i>
0 - 10	A	F
>10 - 15	B	F
>15 - 25	C	F
>25 - 35	D	F
>35 - 50	E	F
>50	F	F

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

Como se puede ver en la tabla, los niveles de servicio de las vías y de la intersección se basan principalmente en la demora que pueda surgir. Así mismo, si la relación volumen – capacidad (v/c) de un carril es mayor a 1.0, se asigna un nivel de servicio “F”, muy independiente de la demora que pueda tener la vía (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.3. DATOS DE ENTRADA

Para el análisis de este tipo de intersección de tipo AWSC, se requiere de los siguientes datos:

- Número y configuración de carriles de cada vía.
- Porcentaje de vehículos pesados
- Volumen del flujo de demanda del movimiento de giro de cada carril de la vía o alternada
- Volumen de demanda por hora
- Factor de Hora Pico o Factor Horario de máxima demanda
- Duración del periodo de análisis (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.4. CONCEPTOS DE CAPACIDAD

Se puede definir la capacidad de un carril o una vía como el máximo volumen de vehículos que esta pueda acoger. Este modelo describe 04 casos de análisis (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.4.1. INTERSECCIÓN DE DOS CALLES DE SENTIDO ÚNICO.

Este caso se basa en la intersección de dos vías de sentido único, cada una controlada con una señal de STOP. Los vehículos de cualquiera de las vías viajan únicamente en una sola dirección por medio de la intersección, como se muestra en la imagen (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

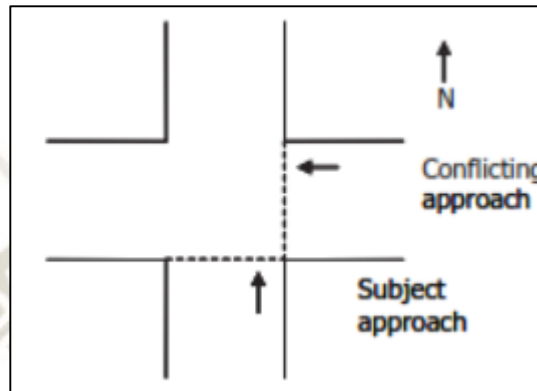


Imagen 32: Primera caso – AWS

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

Para este caso, el intervalo de saturación h_s para un vehículo asume dos valores, en donde h_{s1} es el intervalo cuando ningún vehículo está esperando en la otra vía para ingresar a la intersección, y h_{s2} es el intervalo cuando la intersección se encuentra ocupada. El intervalo de salida se calcula analizando ambas distribuciones de las vías, las cuales tiene ecuaciones diferentes según la dirección a la que se dirige la vía.

$$h_{d,N} = h_{s1}(1 - x_O) + h_{s2}x_O$$

$$h_{d,O} = h_{s1}(1 - x_N) + h_{s2}x_N$$

En ambas ecuaciones, x_O y x_N representa el grado de uso de la vía hacia el oeste o hacia el norte respectivamente; por ende, las expresiones $(1 - x_N)$ y $(1 - x_O)$ representa la probabilidad de no encontrar ningún vehículo en la vía (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.4.2. INTERSECCIÓN DE DOS CALLES DE DOBLE SENTIDO.

En este segundo caso, el intervalo de saturación h_s asume dos valores, h_{s1} o h_{s2} , ya que nuevamente se hace la suposición de que los vehículos cruzan directamente por la intersección.

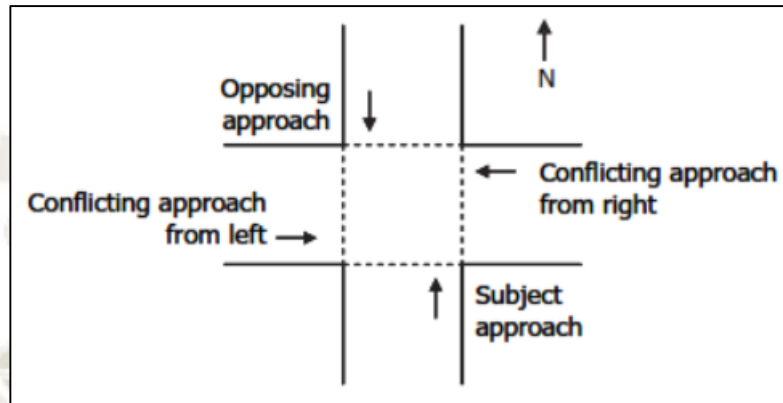


Imagen 33: Segundo caso – AWSC

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

Tomando como ejemplo una vía en dirección norte, su intervalo de saturación será equivalente a h_{s1} , en el caso de que las demás vías con dirección al este y oeste estén simultáneamente libres. La probabilidad de que esta situación se presente se representa mediante el producto de las probabilidades de que la vía con dirección este y oeste respectivamente se encuentren libres. Esto se representa mediante la siguiente ecuación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$h_{d,N} = h_{s1}(1 - x_E)(1 - x_O) + h_{s2}[1 - (1 - x_E)(1 - x_O)]$$

3.1.4.3. MODELO GENERALIZADO PARA VIAS DE UN SOLO CARRIL.

Este modelo generalizado se basa en 05 valores de intervalos de saturación, los cuales representan diferentes niveles de conflicto a los cuales el conductor va a afrontar.

Tabla 7:
Probabilidades de ocurrencia según el grado de conflicto.

Grado de conflicto Caso	Aproximación			Probabilidad de ocurrencia
	Opuesto	Izquierda	Derecha	
1	NO	NO	NO	$(1 - x_o)(1 - x_{CL})(1 - x_{CR})$
2	SI	NO	NO	$(x_o)(1 - x_{CL})(1 - x_{CR})$
3	NO	SI	NO	$(1 - x_o)(x_{CL})(1 - x_{CR})$
3	NO	NO	SI	$(1 - x_o)(1 - x_{CL})(x_{CR})$
4	SI	NO	SI	$(x_o)(1 - x_{CL})(x_{CR})$
4	SI	SI	NO	$(x_o)(x_{CL})(1 - x_{CR})$
4	NO	SI	SI	$(1 - x_o)(x_{CL})(x_{CR})$
5	SI	SI	SI	$(x_o)(x_{CL})(x_{CR})$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

Las probabilidades de ocurrencia se basan en los 05 casos de para intersecciones. La complejidad de este modelo se presenta en la interdependencia de los flujos de tráfico de las vías de la intersección, creando la necesidad de hacer cálculos iterativos para obtener estimaciones más reales del intervalo de salida, el tiempo de servicio y la capacidad.

Los grados de uso de las vías opuestas, vías de conflicto izquierdo y vías de conflicto derecho son representados por x_{OP} , x_{CL} y x_{CR} respectivamente. La probabilidad de cada vía, $P(C_i)$ se puede calcular mediante las siguientes ecuaciones:

$$P(C1) = (1 - x_o)(1 - x_{CL})(1 - x_{CR})$$

$$P(C2) = (x_o)(1 - x_{CL})(1 - x_{CR})$$

$$P(C3) = (1 - x_o)(x_{CL})(1 - x_{CR}) + (1 - x_o)(1 - x_{CL})(x_{CR})$$

$$P(C4) = (x_o)(1 - x_{CL})(x_{CR}) + (x_o)(x_{CL})(1 - x_{CR}) + (1 - x_o)(x_{CL})(x_{CR})$$

$$P(C5) = (x_o)(x_{CL})(x_{CR})$$

Para calcular el intervalo de salida de una vía, se calcula con la probabilidad del caso de interferencia correspondiente y el intervalo de saturación dado el flujo de tráfico y las condiciones geométricas de la vía de la intersección (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$h_d = \sum_{i=1}^5 P(C_i)h_{si}$$

3.1.4.4. MODELO GENERALIZADO PARA VÍAS DE VARIOS CARRILES.

Los intervalos de saturación de las vías de varios carriles generalmente son más extensos que en las vías de un único carril. Esto se da debido a que las intersecciones tienen mayor dimensión, por lo que se requiere mayor tiempo de viaje, y porque los carriles adicionales también se encuentran en conflicto con las demás vías, lo que hace que el conductor emplee mayor tiempo para decidir.

Para las vías con varios carriles se calculan los valores de los intervalos de saturación por separado para el número de vehículos que enfrentan (número de carriles en conflicto), (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 8:
Casos de grados de conflicto para vías de dos carriles

Grado de caso de Conflicto	Aproximaciones de vehículos			Número de vehículos en oposición o conflicto
	Opuesto	Conflicto desde la izquierda	Conflicto desde la derecha	
1				0
2	X			1, 2
3		X		1, 2
	X	X	X	
4	X	X	X	2, 3, 4
		X	X	
5	X	X	X	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

Tabla 9:
Casos de grados de conflicto para vías de tres carriles.

Grado de caso de Conflicto	Aproximaciones de vehículos			Número de vehículos en oposición o conflicto
	Opuesto	Conflicto desde la izquierda	Conflicto desde la derecha	
1				0
2	X			1, 2, 3
3		X		1, 2, 3
	X	X		
4	X		X	2, 3, 4, 5, 6
		X	X	
5	X	X	X	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.1.5. METODOLOGIA PARA AUTOMOVILES

3.1.5.1. PASO 1: CONVERTIR VOLÚMENES DE DEMANDA EN TASAS DE FLUJO.

Se debe realizar la conversión para cada movimiento que se pueda presentar en la intersección, empleando la siguiente ecuación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$v_i = \frac{V_i}{FHMD}$$

v_i = Tasa de flujo por movimiento i (veh / h)

V_i = Volumen de demanda para el movimiento i (veh / h)

$FHMD$ = Factor Horario de Máxima Demanda

3.1.5.2. PASO 2: DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO POR CARRIL

Para el caso de una vía con varios carriles, se calcula las tasas de flujo para cada carril por movimiento. Si los movimientos que se análisis se pueden realizar en más de un carril y se desconoce su distribución, se puede suponer una distribución igual de las tasas de flujo para cada carril (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.5.3. PASO 3: DETERMINAR EL GRUPO DE GEOMETRIA PARA CADA VÍA.

Tabla 10:
Grupo de Geometría

Configuración de la Intersección	Número de Carriles			Grupo de Geometría
	Aproximación Dominante	Aproximación Opuesta	Aproximación Conflictiva	
Cuatro Etapas o T	1	0 o 1	1	1
Cuatro Etapas o T	1	0 o 1	2	2
Cuatro Etapas o T	1	2	1	3a / 4a
T	1	2	2	3b
Cuatro Etapas	1	2	3	4b
Cuatro Etapas o T	1	0 o 1	3	5
	1	3	1	
	2	0, 1 o 2	1 o 2	
	3	0 o 1	1	
	3	0 o 1	1 o 3	
	3	2 o 3	1	
Cuatro Etapas o T	1	3	2	6
	1	2	3	
	1	3	3	
	2	3	1, 2 o 3	
	2	0, 1, 2 o 3	3	
	3	2 o 3	2 o 3	

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.1.5.4. PASO 4: DETERMINAR LOS AJUSTES DEL INTERVALO DE SATURACIÓN.

Empleando las proporciones o porcentajes de vehículos que realizan los diferentes movimientos permitidos de la vía, se calcula el intervalo de saturación con la siguiente formula.

$$h_{adj} = h_{LT}P_{LT} + h_{RT,adj}P_{RT} + h_{HV,adj}P_{HV}$$

Donde:

h_{adj} = Ajustes del intervalo de saturación (s).

$h_{LT,adj}$ = Ajuste de avance para giros a la izquierda (ver Tabla) (s).

$h_{RT,adj}$ = Ajuste de avance para giros a la derecha (ver Tabla) (s).

$h_{HV,adj}$ = Ajuste de avance para vehículos pesados (ver Tabla) (s).

P_{LT} = Proporción de vehículos que giran a la izquierda en el carril.

P_{RT} = Proporción de vehículos que giran a la derecha en el carril.

P_{HV} = Proporción de vehículos pesados en el carril.

Los valores de los ajustes de intervalos de saturación para movimientos a la izquierda, derecha y para vehículos pesados se obtienen del siguiente cuadro (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 11:
Ajustes de intervalos de saturación por grupos

Factor	Ajustes de intervalos de saturación (s)							
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4a	Grupo 4b	Grupo 5	Grupo 6
LT	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5
RT	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7
HV	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.1.5.5. PASO 5: DETERMINAR EL INTERVALO INICIAL DE SALDIA.

Como se mencionaba anteriormente, para realizar el cálculo del intervalo de salida para este tipo de intersecciones, se debe hacer un proceso iterativo. Para ello se va a suponer un valor inicial para el intervalo de salida (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$h_{di} = 3.2 \text{ s}$$

3.1.5.6. PASO 6: CALCULAR EL GRADO INICIAL DE SATURACIÓN.

Empleando la tasa de flujo calculada anteriormente en el paso 2 y el intervalo de salida. SI el grado de saturación excede a 1, se debe reestablecer este valor a 1 (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$x = \frac{v_i * h_d}{3600}$$

3.1.5.7. PASO 7: CALCULAR LOS ESTADOS DE PROBABILIDAD.

Los estados de probabilidad para cada combinación se determinan mediante la siguiente ecuación.

$$P(i) = \prod_j P(a_j)$$

$j = O_1$ (aproximación opuesta, carril 1), O_2 (aproximación opuesta, carril 2), C_{L1} (aproximación conflictiva izquierda, carril 1), C_{L2} (aproximación conflictiva

izquierda, carril 2), C_{R1} (aproximación conflictiva derecha, carril 1), C_{R2} (aproximación conflictiva derecha, carril 2), para una intersección AWSC de dos carriles y dos vías.

$P(a_j)$ = Probabilidad de a_j , calculada sobre la base de la Prueba (tabla), donde V_j es la tasa de flujo del carril.

$a_j = 1$ (que indica un vehículo presente) o 0 (que indica que no hay vehículo presente en el carril), los valores de a_j para cada carril en cada combinación i se enumeran en la siguiente tabla (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 12:
Probabilidad de a_j

a_j	V_j	$P(a_j)$
1	0	0
0	0	1
1	>0	x_j
0	>0	$1 - x_j$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

Así mismo, se tienen 64 posibles combinaciones en donde hay presencia o no de vehículos por los carriles en conflicto (izquierda, derecha y opuesto), que se tienen q evaluar para obtener los valores de probabilidades. Dichas combinaciones se muestran en la siguiente tabla (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 13:
Probabilidad de grado de conflicto por caso

j	DOC Clase	Número de vehículos	Aproximación opuesta		Aproximación conflictiva izquierda		Aproximación conflictiva derecha	
			L1	L2	L1	L2	L1	L2
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2			1	0	0	0	0	0
3	2	1	0	1	0	0	0	0
4		2	1	1	0	0	0	0
5			0	0	1	0	0	0
6		1	0	0	0	1	0	0
7	3		0	0	0	0	1	0
8			0	0	0	0	0	1
9		2	0	0	1	1	0	0
10			0	0	0	0	1	1
11			0	0	0	1	0	1
12			0	0	1	0	0	1
13			0	0	1	0	1	0
14			0	0	0	1	1	0
15			0	1	0	1	0	0
16	2		1	0	1	0	0	0
17			0	1	0	0	1	0
18			1	0	0	1	0	0
19			0	1	1	0	0	0
20			0	1	0	0	0	1
21			1	0	0	0	1	0
22			1	0	0	0	0	1
23			0	0	0	1	1	1
24	4		0	0	1	1	0	1
25			0	0	1	1	1	0
26			1	0	1	1	0	0
27			1	1	1	0	0	0
28		3	1	1	0	0	1	0
29			1	1	0	0	0	1
30			0	1	1	1	0	0
31			1	0	0	0	1	1
32			0	0	1	0	1	1
33			1	1	0	1	0	0
34			0	1	0	0	1	1
35			1	1	0	0	1	1
36	4		0	0	1	1	1	1
37			1	1	1	1	0	0
38			0	1	0	1	0	1
39			1	0	0	1	1	0
40			0	1	1	0	1	0
41		3	0	1	0	1	1	0
42			0	1	1	0	0	1
43			1	0	1	0	0	1
44			1	0	0	1	0	1
45			1	0	1	0	1	0
46			1	0	0	1	1	1
47			0	1	1	1	1	0
48			0	1	1	1	0	1
49			1	0	1	0	1	1
50			1	0	1	1	1	0
51	5		0	1	0	1	1	1
52		4	1	1	1	0	0	1
53			1	0	1	1	0	1
54			0	1	1	0	1	1
55			1	1	0	1	1	0
56			1	1	0	1	0	1
57			1	1	1	0	1	0
58			1	0	1	1	1	1
59			1	1	1	1	1	1
60			1	1	0	1	1	1
61		5	0	1	1	0	1	1
62			1	1	1	1	1	0
63			1	1	1	1	0	1
64		6	1	1	1	1	1	1

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.1.5.8. PASO 8: CALCULAR LOS FACTORES DE AJUSTE DE PROBABILIDAD.

Este ajuste de probabilidad para caso se calcula mediante las siguientes ecuaciones.

$$P(C_1) = P(1)$$

$$P(C_2) = \sum_{i=2}^4 P(i)$$

$$P(C_3) = \sum_{i=5}^{10} P(i)$$

$$P(C_4) = \sum_{i=11}^{37} P(i)$$

$$P(C_5) = \sum_{i=38}^{64} P(i)$$

De igual forma, los factores de ajuste de probabilidad se calculan con las siguientes ecuaciones (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$AdjP(1) = \alpha[P(C_2) + 2P(C_3) + 3P(C_4) + 4P(C_5)]/1$$

$$AdjP(2) \text{ hasta } AdjP(4) = \alpha[P(C_3) + 2P(C_4) + 3P(C_5) - P(C_2)]/3$$

$$AdjP(5) \text{ hasta } AdjP(10) = \alpha[P(C_4) + 2P(C_5) - 3P(C_3)]/6$$

$$AdjP(11) \text{ hasta } AdjP(37) = \alpha[P(C_5) - 6P(C_4)]/27$$

$$AdjP(38) \text{ hasta } AdjP(64) = -\alpha[10P(C_5)]/27$$

En donde $\alpha = 0.01$

Por lo tanto, la probabilidad ajustada $P'(i)$ para cada combinación es la suma de $P(i)$ y $AdjP(i)$.

$$P'(i) = P(i) + AdjP(i)$$

3.1.5.9. PASO 9: CALCULAR EL INTERVALO DE SATURACIÓN.

Empleando los valores del intervalo de saturación base obtenido de tablas, en base al grupo de geometría a la que pertenece la vía, y con el ajuste del

intervalo de saturación, se procede a calcular el intervalo de saturación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$h_{si} = h_{base} + h_{adj}$$

Tabla 14:

Valores de intervalo de saturación base por caso y grupo de geometría

Caso	N° De Veh	Intervalo de saturación base h_{base} (s)							
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4a	Grupo 4b	Grupo 5	Grupo 6
1	0	3.9	3.9	4.0	4.3	4.0	4.5	4.5	4.5
	1								6.0
2	2	4.7	4.7	4.8	5.1	4.8	5.3	5.0	6.8
	>3							6.2	7.4
	1								6.6
3	2	5.8	5.8	5.9	6.2	5.9	6.4	6.4	7.3
	>3							7.2	7.8
	2								8.1
4	3	7.0	7.0	7.1	7.4	7.1	7.6	7.6	8.7
	4							7.8	9.6
	>5							9.0	12.3
	3							9.7	10.0
5	4	9.6	9.6	9.7	10.0	9.7	10.2	9.7	11.1
	5							10.0	11.4
	>6							11.5	13.3

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.1.5.10. PASO 10: CALCULAR LOS INTERVALOS DE SALIDA.

El intervalo de salida se puede definir como el valor esperado de la distribución de los intervalos de saturación. Esto se puede calcular mediante la siguiente ecuación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$h_d = \sum_{i=1}^{64} P'(i) h_{si}$$

3.1.5.11. PASO 11: VERIFICACIÓN DE LA ITERACIÓN.

Se realiza la comparación entre el h_d obtenido y el h_{di} asumido, si la diferencia entre ambos valores es mayor a 0.1, se debe repetir el procedimiento hasta no se presente un cambio significativo en los valores de los intervalos de salida de cada carril (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.5.12. PASO 12: CALCULAR LA CAPACIDAD DE LA VÍA.

La capacidad de cada vía se determina suponiendo que la tasa de flujo de las vías opuestas y en conflicto son constantes. La tasa de flujo de cada carril en análisis se incrementa y los intervalos de salida de cada vía se calculan hasta conseguir que el grado de uso del carril alcanza el valor de 1. Una vez obtenido esto, la tasa de flujo final del carril se considera como el máximo rendimiento posible, o la capacidad del carril (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.1.5.13. PASO 13: CALCULAR LOS TIEMPOS DE SERVICIO.

El tiempo de servicio es un dato requerido para calcular la demora. Esta se calcula mediante el intervalo de salida h_d y el tiempo de ascenso m (2.0 s. para los grupos de geometría del 1 al 4; 2.3 s. para los grupos de geometría 5 y 6) (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$t_s = h_d - m$$

3.1.5.14. PASO 14: CALCULAR LA DEMORA PARA CADA CARRIL.

La demora experimentada por el conductor está compuesta por varios factores, como la geometría de la vía, el tráfico y los incidentes. Esta se puede calcular con la siguiente ecuación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$d = t_s + 900T \left[(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{h_d * x}{450T}} \right] + 5$$

d = Demora promedio (s / veh)

x = Grado de uso del carril ($v * h_d / 3600$)

t_s = Tiempo de servicio (s)

h_d = Intervalo de salida (s)

T = Periodo de análisis.

3.1.5.15. PASO 15: CALCULAR LA DEMORA PARA CADA APROXIMACIÓN E INTERSECCIÓN.

La demora para una aproximación (o acceso) se obtiene calculando el promedio ponderado para cada carril que conforma la vía.

$$d_{aproximación} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

$d_{aproximación}$ = Demora para la aproximación o acceso (s/veh)

d_i = Demora del carril i (s / veh)

v_i = Tasa de flujo del carril i (veh / h)

La demora para una intersección en conjunto se calcula de forma similar que una aproximación, mediante un promedio ponderado de la demora de cada vía (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$d_{intersección} = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

$d_{intersección}$ = Demora para la intersección (s / veh)

d_i = Retraso de control para la aproximación (s / veh)

v_i = Caudal para la aproximación (veh / h)

3.1.5.16. PASO 16: DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.

Los niveles de servicio para cada aproximación y para la intersección se determina analizando la demora y la relación volumen-capacidad (v/c), empleando la tabla presentada en el punto 3.1.2 (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.2. METODOLOGÍA PARA ROTONDAS

Las rotondas son un tipo de intersección con formar generalmente circular, en donde su característica principal es su capacidad de ingreso y circulación alrededor de la isla central, la cual su dirección es en sentido contrario a las agujas del reloj. Los límites para este tipo de análisis son la rotonda propiamente, y a diferencia del caso expuesto anteriormente, se considera la intervención de los peatones.

La metodología presentada por el HCM 2010 es aplicable para rotondas aisladas con hasta dos carriles de entrada y un carril de derivación por acceso. Pero este método no logra a cubrir el análisis de rotondas cuando se presentan las siguientes situaciones.

- Las señales aguas arriba o aguas abajo influyen significativamente en el rendimiento de la rotonda
- Flujo vehicular extremadamente altos
- Alto nivel de actividad de peatones y bicicletas
- Rotondas muy próximas entre una y otra
- Mas de dos carriles en una o más vías de acceso a la rotonda
- Uno o más carriles de entrada son de longitud limitada o corta (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.2.1. CRITERIOS PARA LOS NIVELES DE SERVICIO

Los criterios para los niveles de servicio (N.S.) se basan en la demora que pueda surgir en esta intersección, y también en la relación volumen – capacidad (V/C) de la vía. Los criterios para evaluar los N.S. se muestran en la siguiente tabla (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 15:
Criterios para los niveles de servicio en una "Rotonda"

Control de demora (s/veh)	N. S. por relación de volumen - capacidad	
	$v/c < 1$	$v/c > 1$
0 - 10	A	F
>10 – 15	B	F
>15 - 25	C	F
>25 - 35	D	F
>35 - 50	E	F
>50	F	F

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.2. DATOS REQUERIDOS

- Número y configuración de carriles de las vías
- Volumen de demanda para cada movimiento vehicular en la vía entrante y el movimiento peatonal durante 15 minutos, o durante la hora pico con un factor de hora pico.
- Porcentaje de vehículos pesados
- Distribución de volumen para cada carril de las vías entrantes a la rotonda.
- Duración del periodo de análisis (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.2.3. CONCEPTOS DE CAPACIDAD

La capacidad de una vía directa hacia la rotonda está influenciada por los patrones de flujo, estas son la tasa de flujo de entrada v_e , la tasa de flujo en conflicto v_c y la tasa de flujo de salida v_s . Esta capacidad de la vía disminuye a medida que el flujo en conflicto incrementa (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

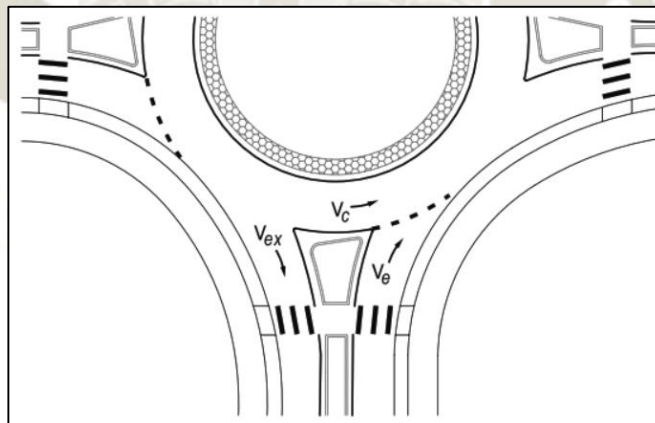


Imagen 34: Análisis una vía de acceso a una rotonda

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.3.1. ROTONDAS DE UN SOLO CARRIL.

La capacidad de una vía de un solo carril en conflicto con un único carril circulante se basa únicamente en la tasa de flujo en conflicto. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$c_{e,pce} = 1130 * e^{(-1 \times 10^{-3}) * v_{c,pce}}$$

$c_{e,pce}$ = Capacidad de carril, ajustada para vehículos pesados (pc / h).

$v_{c,pce}$ = Tasa de flujo en conflicto (pc / h) (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

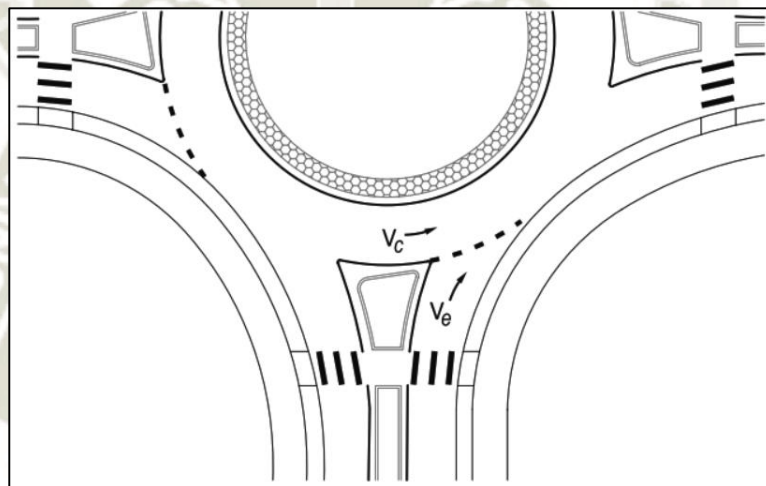


Imagen 35: Análisis una vía de acceso de un solo carril a una rotonda

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.3.2. ROTONDAS DE VARIOS CARRILES.

Estos tipos de rotondas cuentan con más de un carril al menos en una de las vías de entrada y en la vía circulatoria, pudiendo variar el número de carriles a lo largo de la rotonda. La complejidad en el cálculo de este tipo de rotondas se da por la cantidad de variaciones que se pueden presentar (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.2.3.2.1. CAPACIDAD DE VÍAS DE ENTRADA DE DOS CARRILES EN CONFLICTO POR UN CARRIL DE CIRCULACIÓN.

Para el cálculo de la capacidad de cada carril de la vía de acceso a la rotonda de un único carril circulante, se aplica la siguiente ecuación.

$$c_{e,pce} = 1130 * e^{(-1 \times 10^{-3}) * v_{c,pce}}$$

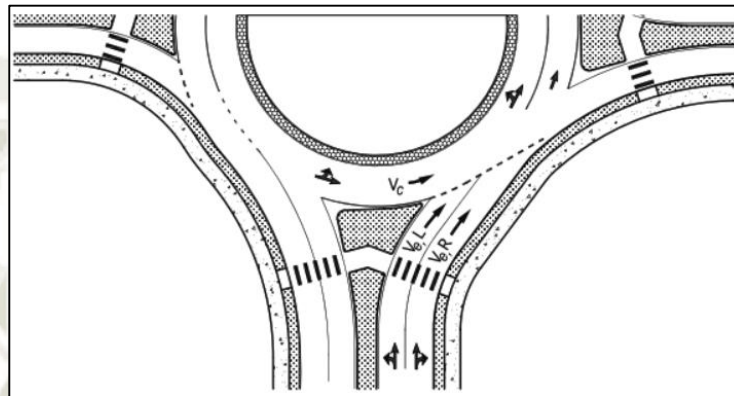


Imagen 36: Análisis una vía de acceso de dos carriles a una rotonda con un carril de circulación

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.3.2.2. CAPACIDAD PARA VÍAS DE ENTRADA DE UN SOLO CARRIL EN CONFLICTO POR DOS CARRILES DE CIRCULACIÓN.

La capacidad del único carril de la vía de acceso a la rotonda con 02 carriles en conflicto se calcula mediante la siguiente ecuación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$c_{e,pce} = 1130 * e^{(-0.7 \times 10^{-3}) * v_{c,pce}}$$

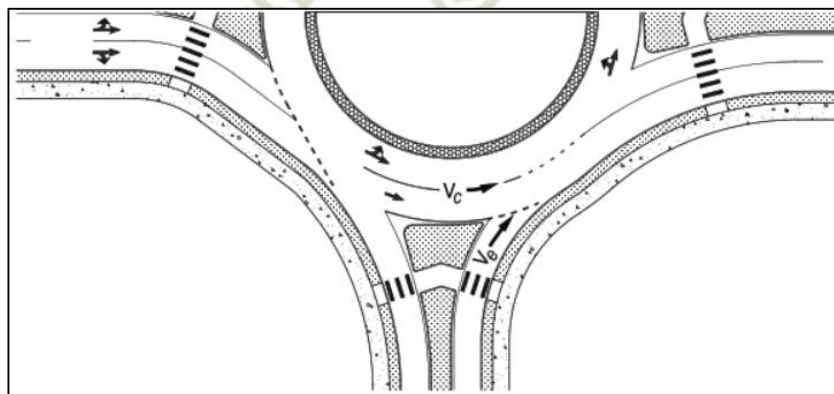


Imagen 37: Análisis una vía de acceso de un solo carril a una rotonda con dos carriles de circulación

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.3.2.3. CAPACIDAD PARA VÍAS DE ENTRADA DE DOS CARRILES EN CONFLICTO POR DOS CARRILES DE CIRCULACIÓN.

La capacidad de los carriles de las vías de acceso se analiza de forma independiente, tanto el carril derecho como el izquierdo, mediante las siguientes formulas (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$c_{e,R,pce} = 1130 * e^{(-0.7 \times 10^{-3}) * v_{c,pce}}$$

$$c_{e,L,pce} = 1130 * e^{(-0.75 \times 10^{-3}) * v_{c,pce}}$$

$c_{e,R,pce}$ = Capacidad del carril de entrada derecho, ajustado para vehículos pesados (pc / h).

$c_{e,L,pce}$ = Capacidad del carril de entrada izquierdo, ajustado para vehículos pesados (pc / h).

$v_{c,pce}$ = Caudal en conflicto (total de ambos carriles) (pc / h).

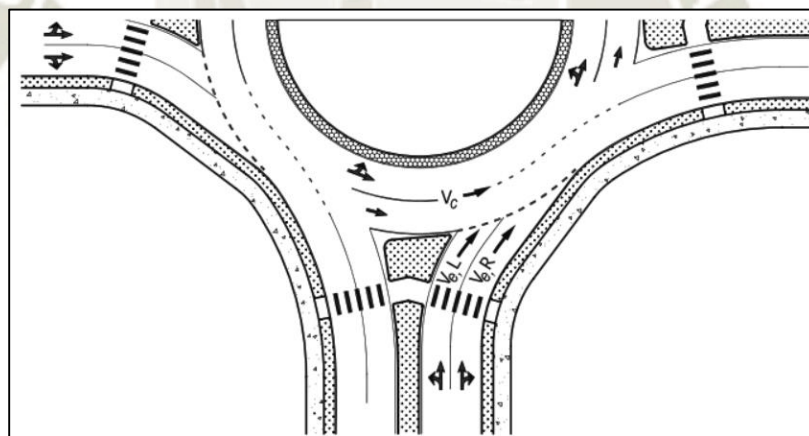


Imagen 38: Análisis una vía de acceso de dos carriles a una rotonda con dos carriles de circulación

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.4. METODOLOGÍA PARA AUTOMOVILES

3.2.4.1. PASO 1: CONVERTIR VOLÚMENES DE DEMANDA EN TASAS DE FLUJO.

Para la conversión de los volúmenes de demanda de cada carril de las vías a analizar, se emplea un factor de hora pico de la forma como lo muestra la ecuación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$v_i = \frac{V_i}{FHMD}$$

v_i = Tasa de flujo para el movimiento i (veh / h)

V_i = Volumen de demanda para el movimiento i (veh / h)

$FHMD$ = Factor Horario de Máxima Demanda.

3.2.4.2. PASO 2: AJUSTAR LAS TASAS DE FLUJO PARA VEHÍCULOS PESADOS.

Las tasas de flujo de cada carril se pueden ajustar empleando los factores expuestos en la siguiente tabla (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 16:
Equivalencias para vehículos ligeros

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Equivalencia de vehículos ligeros E_T</i>
<i>Vehículo ligero</i>	1.0
<i>Vehículo pesado</i>	2.0

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

$$v_{i,pce} = \frac{v_i}{f_{HV}}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)}$$

$v_{i,pce}$ = Tasa de flujo ajustado por vehículos pesados del movimiento i (veh ligeros/h).

v_i = Tasa de flujo del movimiento i (veh / h).

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

P_T = Porcentaje de vehículos pesados.

E_T = Equivalencia de vehículo ligero para vehículos pesados.

3.2.4.3. PASO 3: DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO EN CONFLICTO Y DE SALIDA.

Las tasas de flujo de las vías en conflicto (o circulantes) y de salida se deben calcular para cada tramo giratorio (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

3.2.4.3.1. TASA DE FLUJO EN CONFLICTO O CIRCULANTE.

La tasa de flujo circulante es aquel que entra directamente en conflicto con la vía de acceso, en otras palabras, el que se opone a la tasa de flujo de entrada (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

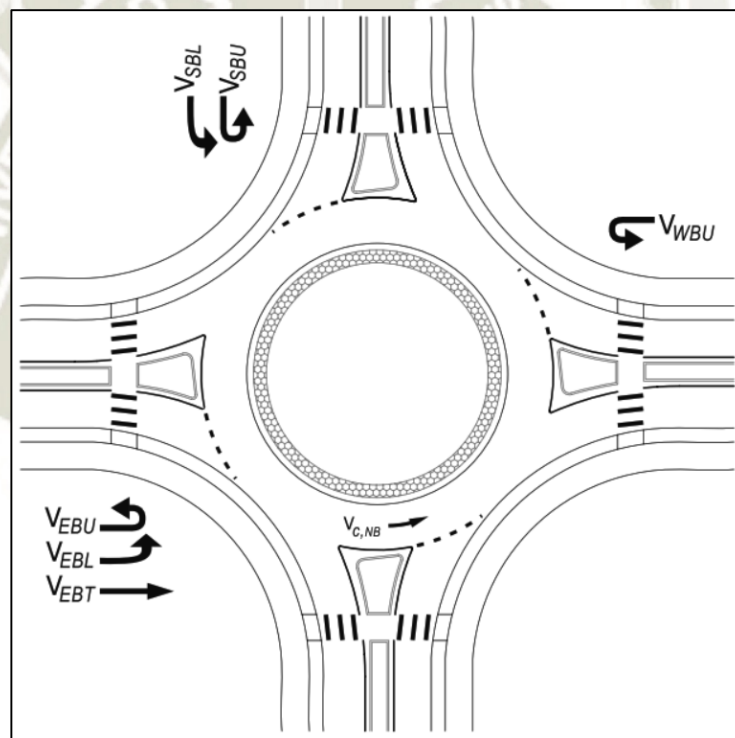


Imagen 39: Calculo del flujo de entrada

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

$$v_{C,NB,pce} = v_{WBU,pce} + v_{SBL,pce} + v_{SBU,pce} + v_{EBU,pce} + v_{EBL,pce} + v_{EBT,pce}$$

3.2.4.3.2. TASA DE FLUJO DE SALIDA.

La tasa de flujo de salida de una vía se emplea para el cálculo de un flujo en conflicto para carriles de derivación de giro a la derecha (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

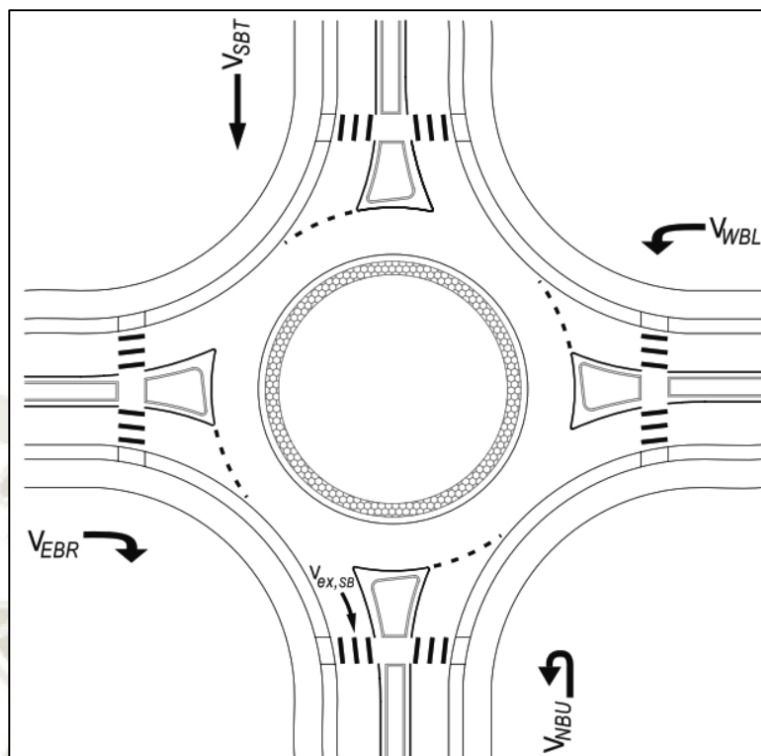


Imagen 40: Calculo del flujo de salida

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

$$v_{ex,pce} = v_{NBU,pce} + v_{WBL,pce} + v_{SBT,pce} + v_{EBR,pce} - v_{EBR,pce,bypass}$$

3.2.4.4. PASO 4: DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO DE ENTRADA POR CADA CARRIL.

La tasa de flujo de entrada de un solo carril, es la suma de todas las tasas de flujo de movimiento que emplee esa vía. En cambio, para entradas de varios carriles se puede emplear el siguiente procedimiento.

- 1.) Si se cuenta con un carril de desvío a la derecha, el flujo que emplea ese carril no se considera para el cálculo de los flujos de entrada a la rotonda.
- 2.) Si solo se cuenta con un carril para un movimiento, el flujo total se asigna solo a ese carril.
- 3.) Los flujos restantes se distribuyen en todos los carriles.

Ante la ausencia de los datos en campo sobre el uso de los carriles en una vía de acceso con dos carriles, se puede aproximar esta configuración mediante

los valores expuestos en la siguiente tabla (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 17:
Valores supuestos para el uso de los carriles en una vía de acceso de dos carriles

<i>Configuración de carril</i>	<i>% Trafico en el carril izquierdo</i>	<i>% Trafico en el carril derecho</i>
<i>Hacia la izquierda + Hacia la derecha</i>	<i>0.47</i>	<i>0.53</i>
<i>De Izquierda hacia la derecha + Derecha</i>	<i>0.47</i>	<i>0.53</i>
<i>Izquierda + De izquierda a derecha</i>	<i>0.53</i>	<i>0.47</i>

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

3.2.4.5. PASO 5: DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CADA CARRIL DE ENTRADA.

La capacidad de cada carril de las vías de entrada se calcula empleando las ecuaciones explicadas anteriormente (3.2.3.).

3.2.4.6. PASO 6: DETERMINAR LA INFLUENCIA DEL PEATÓN.

La influencia de los peatones en el cálculo puede generar una reducción de la capacidad vehicular en una vía de entrada a la rotonda. Para vías de entrada a la rotonda de un solo carril, se emplea el siguiente cuadro para determinar el factor de ajuste f_{pea} (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 18:
Factor de ajuste de capacidad para la vía de entrada de un solo carril

<i>Caso</i>	<i>factor de ajuste de capacidad de entrada de un carril para peatones</i>
<i>Si $v_{c,pce} > 881$</i>	<i>$f_{pea} = 1$</i>
<i>Además, si $n_{pea} \leq 101$</i>	<i>$f_{pea} = 1 - 0.000137n_{pea}$</i>
<i>Además</i>	<i>$f_{pea} = \frac{1119.5 - 0.715v_{c,pce} - 0.644n_{pea} + 0.00073v_{c,pce}n_{pea}}{1068.6 - 0.654v_{c,pce}}$</i>

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

f_{pea} = Factor de ajuste peatonal.

n_{pea} = Número de peatones en conflicto por hora (p / h).

$v_{c,pce}$ = Tasa de flujo en conflicto (veh ligeros/h).

Para las vías de entrada de dos carriles, se emplea la siguiente tabla para aproximar el factor de ajuste de capacidad (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 19:
Factor de ajuste de capacidad para la vía de entrada de dos carriles

Caso	Factor de ajuste de capacidad de entrada de dos carriles para peatones
Si $n_{ped} < 100$	$f_{pea} = \min \left[1 - \frac{n_{ped}}{100} \left(1 - \frac{1260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381 \times 100}{1380 - 0.5v_{c,pce}} \right), 1 \right]$
Además	$f_{pea} = \min \left[\frac{1260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381n_{pea}}{1380 - 0.5v_{c,pce}}, 1 \right]$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies, (2010)

f_{pea} = Factor de ajuste peatonal.

n_{pea} = Número de peatones en conflicto por hora (p / h).

$v_{c,pce}$ = Tasa de flujo en conflicto (veh ligeros/h).

3.2.4.7. PASO 7: CONVERSIÓN DE LAS TASAS DE FLUJO Y CAPACIDADES EN VEH/H.

La tasa de flujo para un carril se vuelve a convertir en vehículos por hora multiplicándolo por el factor de ajuste de vehículo pesado f_{HV} .

$$v_i = v_{i,PCE} * f_{HV,e}$$

v_i = Tasa de flujo del carril i (veh / h).

$v_{i,pce}$ = Tasa de flujo ajustado por vehículos pesados del movimiento i (veh ligeros/h).

$f_{HV,e}$ = Factor de ajuste de vehículo pesado para el carril.

De forma similar se hace con la capacidad del carril, convirtiéndolo nuevamente a vehículos por hora.

$$c_i = c_{i,PCE} * f_{HV,e} * f_{ped}$$

c_i = Capacidad para el carril i (veh / h).

$c_{i,pce}$ = Capacidad para el carril i (veh ligeros/h).

$f_{HV,e}$ = Factor de ajuste de vehículo pesado para el carril.

f_{pea} = Factor de impedancia peatonal.

El factor de ajuste de vehículo pesado para cada carril se calcula realizando un promedio ponderado de los factores de ajuste de vehículos pesados para cada movimiento que ingresa a la rotonda (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$f_{HV,e} = \frac{f_{HV,U} * v_{U,PCE} + f_{HV,L} * v_{L,PCE} + f_{HV,T} * v_{T,PCE} + f_{HV,R,e,PCE} * v_{R,e,PCE}}{v_{U,PCE} + v_{L,PCE} + v_{T,PCE} + v_{R,e,PCE}}$$

$f_{HV,e}$ = Factor de ajuste del vehículo pesado para el carril de entrada.

$f_{HV,i}$ = Factor de ajuste del vehículo pesado para el movimiento i .

$v_{i,pce}$ = Tasa de flujo ajustado por vehículos pesados del movimiento i (veh ligeros/h).

3.2.4.8. PASO 8: CALCULAR DE LA RELACIÓN VOLUMEN – CAPACIDAD PARA CADA CARRIL.

Para un carril determinado, esta relación “ x ” se calcula dividiendo la tasa de flujo del carril entre su capacidad (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

$$x_i = \frac{v_i}{c_i}$$

x_i = Relación volumen-capacidad del carril i del sujeto.

v_i = Tasa de flujo de demanda del carril sujeto i (veh / h).

c_i = Capacidad del tema carril i (veh / h).

3.2.4.9. PASO 9: CALCULAR DE LA DEMORA PROMEDIO POR CARRIL.

Para este cálculo se emplea la siguiente formula.

$$d = \frac{3600}{c} + 900T * \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right) * x}{450T}} \right] + 5 * \min(x, 1)$$

d = Demora promedio (s / veh).

x = Relación de volumen a capacidad del carril

c = Capacidad del carril (veh / h)

T = Tiempo del periodo de análisis.

3.2.4.10. PASO 10: CALCULO DE LA DEMORA PROMEDIO DE LA VÍA Y LA ROTONDA.

Para el cálculo de la demora promedio de la vía se realiza un promedio ponderado de la demora de cada carril.

$$d_{aproximación} = \frac{d_{LL} * v_{LL} + d_{RL} * v_{RL} + d_{bypass} * v_{bypass}}{v_{LL} + v_{RL} + v_{bypass}}$$

De forma similar para la rotonda, se realiza un promedio ponderado de la demora de cada vía que interviene.

$$d_{intersección} = \frac{\sum d_i * v_i}{\sum v_i}$$

$d_{intersección}$ = Demora promedio para la rotonda (s / veh).

d_i = Demora promedio para la vía I (s / veh).

v_i = Tasa de flujo de la vía (veh / h).

3.2.4.11. PASO 11: EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.

Una vez calculados las relaciones de volumen – capacidad y las demoras promedio de cada carril, de las vías que intervienen y de la rotonda, se una la tabla que se presentó anteriormente en el punto 3.2.1 para determinar los Niveles de Servicio (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

CAPITULO IV

4. CAMPO DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN

Como se describe en el problema de la presente investigación, se definió como el área para realizar el análisis del tráfico y los niveles de servicio al Puente Grau y sus vías aledañas. Una vez definido esto, se procede a identificar la red vial, la conectividad de las diferentes vías y la interdependencia que hay entre ellas.



Imagen 41: Área de análisis - Puente Grau y Vías aledañas

Fuente: Google Earth, 2019

En base a la verificación del área de estudio, se identificó la presencia de 02 intersecciones principales, la primera en el ingreso del puente Grau y la segunda en el Ovalo Grau (Rotonda), las cuales van a ser la base de estudio para poder determinar las capacidades y los niveles de servicio de las vías involucradas.

4.1.1. INTERSECCIÓN PUENTE GRAU

Se le denomina “Intersección Puente Grau” a la intersección que se encuentra en el ingreso al puente, la cual está conformada por tres vías

- *Calle Puente Grau*
- *Calle Grau*
- *Derivación Av. La Marina*



Imagen 42: Intersección Puente Grau – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019



Imagen 43: Intersección Puente Grau – Vista a nivel de piso

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1.1. CALLE PUENTE GRAU.

La “Calle Puente Grau” originalmente consiste del tramo desde la intersección la Calle Jerusalén hasta conectar con el Puente Grau; pero para fines de esta investigación, solo la consideramos desde su intersección con la Calle Bolívar.



Imagen 44: Vía "Calle Puente Grau" – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 20:
Características de la Calle Puente Grau.

CALLE PUENTE GRAU		
Tipo de Vía	Colectora	
Número de Carriles	1	
Dirección	Único	
Ancho Promedio del carril	3.15m	
Intersecciones	Aproximación derecha: Calle Grau Aproximación Izquierda: Derivación Av. La Marina	

Fuente: Elaboración Propia.



Imagen 45: Vía "Calle Puente Grau" – Vista a nivel de piso

Fuente: Google Earth, 2019

4.1.1.2. CALLE GRAU.

La “Calle Grau” es una derivación de la av. La Marina, que se inician después de la intersección semaforizada hasta la intersección con el puente Grau. Como es una vía de una longitud corta, se va a analizar en su totalidad.



Imagen 46: Vía "Calle Grau" – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 21:
Características de la Vía “Calle Grau”.

CALLE GRAU	
Tipo de Vía	Colectora
Número de Carriles	2
Dirección	Único
Ancho Promedio del carril	3.45m
Intersecciones	Aproximación Izquierda: Calle Puente Grau Aproximación Opuesta: Derivación Av. La Marina

Fuente: Elaboración Propia.



Imagen 47: Vía "Calle Grau" – Vista a nivel de piso

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.3. DERIVACIÓN AV. LA MARINA.

Se le denominó así, ya que es una vía de acceso que conecta a la Av. La Marina con el puente Grau. De igual forma que la Calle Grau, por ser una vía de corta longitud, se analizó en su totalidad.



Imagen 48: Vía "Derivación Av. La Marina" – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 22:
Características de la Vía "Derivación Av. La Marina".

DERIVACIÓN AV. LA MARINA	
Tipo de Vía	Colectora
Número de Carriles	1
Dirección	Único
Ancho Promedio del carril	3.54m
Intersecciones	Aproximación Derecha: Calle Puente Grau Aproximación Opuesta: Derivación Av. La Marina

Fuente: Elaboración Propia.



Imagen 49: Vía "Derivación Av. La Marina" – Vista a nivel de piso

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. INTERSECCIÓN OVALO GRAU

Esta intersección se encuentra a la salida del puente Grau, caracterizada por la presencia del monumento a Miguel Grau. La rotonda permite la conexión de tres vías.

- *Puente Grau*
- *Av. Francisco Bolognesi*
- *Av. Ejército*



Imagen 50: Intersección Ovalo Grau – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019



Imagen 51: Intersección Ovalo Grau

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2.1. PUENTE GRAU.

El “Puente Grau” corresponde a la vía que atraviesa el río chili y es de ayuda a la población para conectar el centro de la ciudad con la parte noroeste de la ciudad. Esta vía recibe los vehículos que pasan la “Intersección Puente Grau” y los dirige hacia el Ovalo Grau.

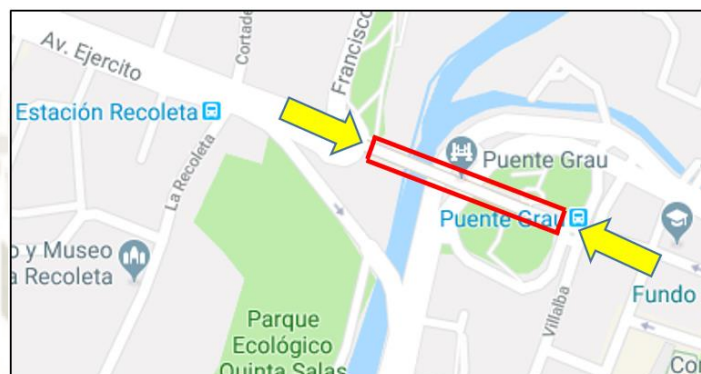


Imagen 52: Vía "Puente Grau" – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 23:
Características de la Vía “Puente Grau”.

PUENTE GRAU	
Tipo de Vía	Colectora
Número de Carriles	2
Dirección	Único
Ancho Promedio del carril	2.70m
Intersecciones	Ovalo Grau

Fuente: Elaboración Propia.



Imagen 53: Vía "Calle Puente Grau" – Vista a nivel de piso

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.2. AV. FRANCISCO BOLOGNESI

La Av. Francisco Bolognesi nace desde el complejo Magnopata hasta llegar a la intersección del Ovalo Grau. Por el tema del campo de estudio, solo se analizó el tramo final de la avenida.

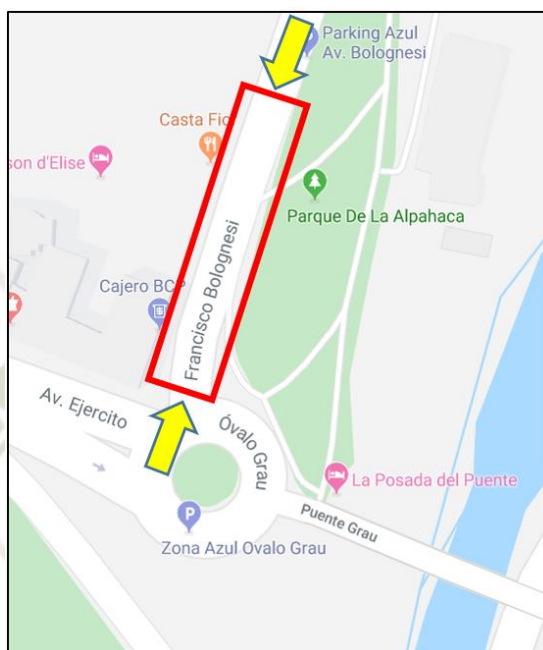


Imagen 54: Vía "Av. Francisco Bolognesi" – Vista Aérea

Fuente: Google Earth, 2019

Tabla 24:
Características de la Vía "Av. Francisco Bolognesi".

Av. Francisco Bolognesi	
<i>Tipo de Vía</i>	<i>Arterial</i>
<i>Número de Carriles</i>	<i>2</i>
<i>Dirección</i>	<i>Doble Sentido</i>
<i>Ancho Promedio del carril</i>	<i>2.90m</i>
<i>Intersecciones</i>	<i>Ovalo Grau</i>

Fuente: Elaboración Propia.



Imagen 55: Vía "Av. Francisco Bolognesi" – Vista a nivel de piso

Fuente: Google Maps, (2019)

4.1.2.3. AV. EJÉRCITO

La av. Ejército es una de las avenidas más importantes y más transitadas de la ciudad, por estar en una zona comercios y centros educativos que se han ido instalando cerca a esta vía. Para el análisis, solo se está considerando el tramo inicial la avenida, donde se conecta con el Ovalo Grau.

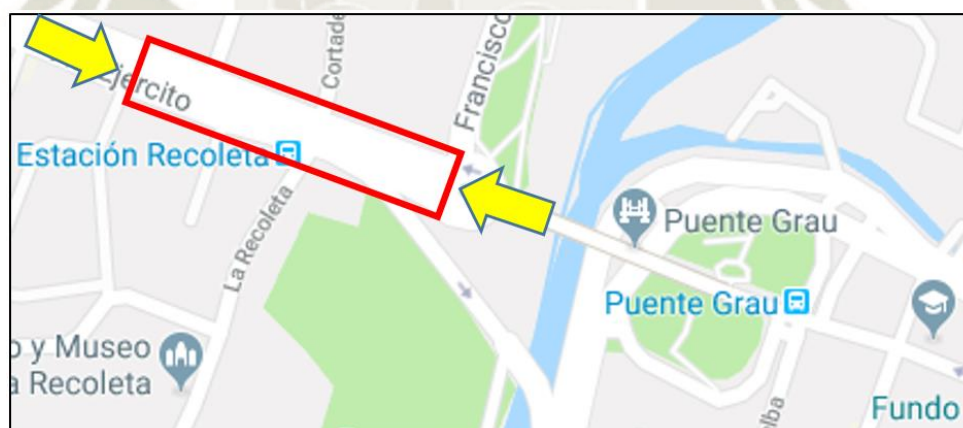


Imagen 56: Vía "Av. Ejército" – Vista Aérea

Fuente: Google Maps, (2019)

Tabla 25:
Características de la Vía "Av. Ejército".

AV. Ejército	
<i>Tipo de Vía</i>	<i>Arterial</i>
<i>Número de Carriles</i>	<i>4</i>
<i>Dirección</i>	<i>Doble Sentido</i>
<i>Ancho Promedio del carril</i>	<i>4.00m</i>
<i>Intersecciones</i>	<i>Ovalo Grau</i>

Fuente: Elaboración Propia.



Imagen 57: Vía "Av. Ejército" – Vista a nivel de piso

Fuente: Elaboración Propia

4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos, se propuso realizar el conteo manual de los diferentes vehículos que transitan por las vías identificadas y que se va a realizar su análisis. Para este conteo se propine realizarlo en tres turnos diarios (mañana, tarde y noche) en tres días diferentes de lunes a viernes, dos turnos (mañana y tarde) los días sábados y un único conteo vehicular (mañana) el día domingo; todo esto para cada vía en particular. Para poder definir las horas que se realizarán el conteo, se realizó previamente un muestreo general de las vías, para determinar un posible horario con el mayor flujo vehicular; con lo cual se pudo definir el siguiente horario para realizar el conteo manual de vehículos a realizar en todas las vías.

Tabla 26:
Horarios para el conteo vehicular

Conteo Vehicular			
Turno	Días		
	De Lunes a Viernes	Sábado	Domingo
<i>Mañana</i>	7:30 – 8:30	8:30 – 9:30	9:00 – 10:00
<i>Tarde</i>	13:30 – 14:30	15:00 – 16:00	-
<i>Noche</i>	18:30 – 19:30	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Mediante estos conteos, se determina el “*Valor Horario de Máxima Demanda*” para cada vía. La cantidad de conteos vehiculares nos permite obtener una muestra representativa, considerando que la variación del flujo vehicular en las vías urbanas, tiende a tener variaciones horarias relevantes, más no variaciones significativas en un periodo de tiempo mayor (mensual).

Así mismo, se creó el siguiente formato de conteo vehicular para emplearlo en los muestreos en campo de las vías. Este formato será el único con el que trabajemos para el análisis de las vías.

Imagen 58: Formato de conteo vehicular.

Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, se va a realizar el estudio de velocidades de las vías indicadas, a lo cual se van a obtener los datos en campo.

Para calcular el tamaño de la muestra, se usará la siguiente fórmula planteada en el manual de estudios de ingeniería de tránsito:

$$N = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2E^2}$$

Donde:

N = tamaño de la muestra.

S = desviación estándar estimada para el muestreo.

K = constante correspondiente para el nivel de confianza deseado.

E = error permitido en el estimado de la velocidad (KPH)

U = constante correspondiente a la estadística de velocidad deseada; para velocidad media, use 0,00; para el 15 o 85 percentil, use 1,04; para el 5 o 95 percentil, use 1,64.

- Cálculo de S:

Para el cálculo de la desviación estándar, se hará de acuerdo al área de tránsito y tipo de vía, utilizando el siguiente cuadro:

Tabla 27:
Desviaciones estándar para determinar el tamaño de la muestra

Área de tránsito	Tipo de Carretera	Desviación estándar media
Rural	2 carriles	8,5
Rural	4 carriles	6,8
Intermedio	2 carriles	8,5
Intermedio	4 carriles	8,5
Urbano	2 carriles	7,7
Urbano	4 carriles	7,9

Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

- Cálculo de K:

La constante “K” depende del nivel de confianza

<i>Constante “k”</i>	<i>Nivel de confianza</i>
1,00	68,3
1,50	86,6
1,64	90,0
1,96	95,0
2,00	95,5
2,50	98,8
2,58	99,0
3,00	99,7

- Cálculo de E:

El error permitido puede fluctuar de ± 8 km/h a ± 1.5 km/h.

Analizando nuestras vías, se obtienen los siguientes datos:

$$N = \frac{7.7^2 \times 1.96^2 \times (2 + 1.04^2)}{2 \times 2.25^2}$$

$$N = 69.323$$

Se procede a redondear dicha cifra, obteniendo un tamaño de muestra de 70 vehículos variados que circulan por las diferentes vías.

Como se explicó en las metodologías para los diferentes tipos de intersección que se presentan en el manual de capacidad de carreteras (*HCM 2010*), el conteo de peatones que influyen en el flujo vehicular solo se realizarán para las vías que intervienen en la rotonda (Ovalo Grau). Estas vías son el Puente Grau, Av. Francisco Bolognesi y Av. Ejército.

4.3. CALCULO DE TRANSITO FUTURO

Para calcular el transito futuro en las vías que vamos a analizar, empleamos la fórmula propuesta en el manual de carreteras del Ministerio de Transportes Y telecomunicaciones.

$$T_F = T_A * (1 + T_c)^n$$

T_F = Tránsito Final

T_A = Tránsito Actual

n = Año a estimarse

T_c = Tasa de crecimiento por tipo de vehículo

Para la proyección, se realiza por dos partes, una primera parte para los vehículos livianos, en donde la tasa de crecimiento para este tipo de vehículos equivale a la tasa de crecimiento poblacional de la región, para nuestro caso, Arequipa. La segunda parte consiste en la proyección de vehículos pesados o de carga, los cuales su crecimiento es aproximadamente equivalente al crecimiento económico de la región, representado por el “*Producto Bruto Interno*” (PBI) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, pág. 95).

4.3.1. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN

Tabla 28:

Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Población por Departamento

<i>Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Población</i>						
<i>Ciudad</i>	<i>Tasa de crecimiento promedio anual (%)</i>					
	<i>1940-1961</i>	<i>1961-1972</i>	<i>1972-1981</i>	<i>1981-1993</i>	<i>1993-2007</i>	<i>2007-2017</i>
Amazonas	2.9	4.6	3.0	2.4	0.8	0.1
Ancash	1.5	2.0	1.4	1.2	0.8	0.2
Apurímac	0.5	0.6	0.5	1.4	0.4	0.0
Arequipa	1.9	2.9	3.2	2.2	1.8	1.8
Ayacucho	0.6	1.0	1.1	-0.2	1.5	0.1
Cajamarca	2.0	1.9	1.2	1.7	0.7	-0.3
Callao	4.6	3.8	3.6	3.1	2.2	1.3
Cusco	1.1	1.4	1.7	1.8	0.9	0.3
Huancavelica	1.0	0.8	0.5	0.9	1.2	-2.7
Huánuco	1.6	2.1	1.6	2.7	1.1	-0.6
Ica	2.9	3.1	2.2	2.2	1.6	1.8
Jurin	2.1	2.7	2.2	1.6	1.2	0.2
La Libertad	2.0	2.8	2.5	2.2	1.7	1.0
Lambayeque	2.8	3.8	3.0	2.6	1.3	0.7
Lima	4.4	5.0	3.5	2.5	2.0	1.2
Loreto	2.8	2.9	2.8	3.0	1.8	-0.1
Madre de Dios	5.4	3.3	4.9	6.1	3.5	2.6
Moquegua	2.0	3.4	3.5	2.0	1.6	0.8
Pasco	2.0	2.3	2.0	0.5	1.5	-1.0
Piura	2.4	2.3	3.1	1.8	1.3	1.0
Puno	1.1	1.1	1.5	1.6	1.1	-0.8
San Martín	2.6	3.0	4.0	4.7	2.0	1.1
Tacna	2.9	3.4	4.5	3.6	2.0	1.3
Tumbes	3.7	2.9	3.4	3.4	1.8	1.2
Ucayali	6.8	5.9	3.4	5.6	2.2	1.4
Provincia de Lima	5.2	5.7	3.7	2.7	2.0	1.2
Región Lima	2.0	1.9	1.9	1.3	1.5	0.8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, (2018)

4.3.2. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DEL PBI

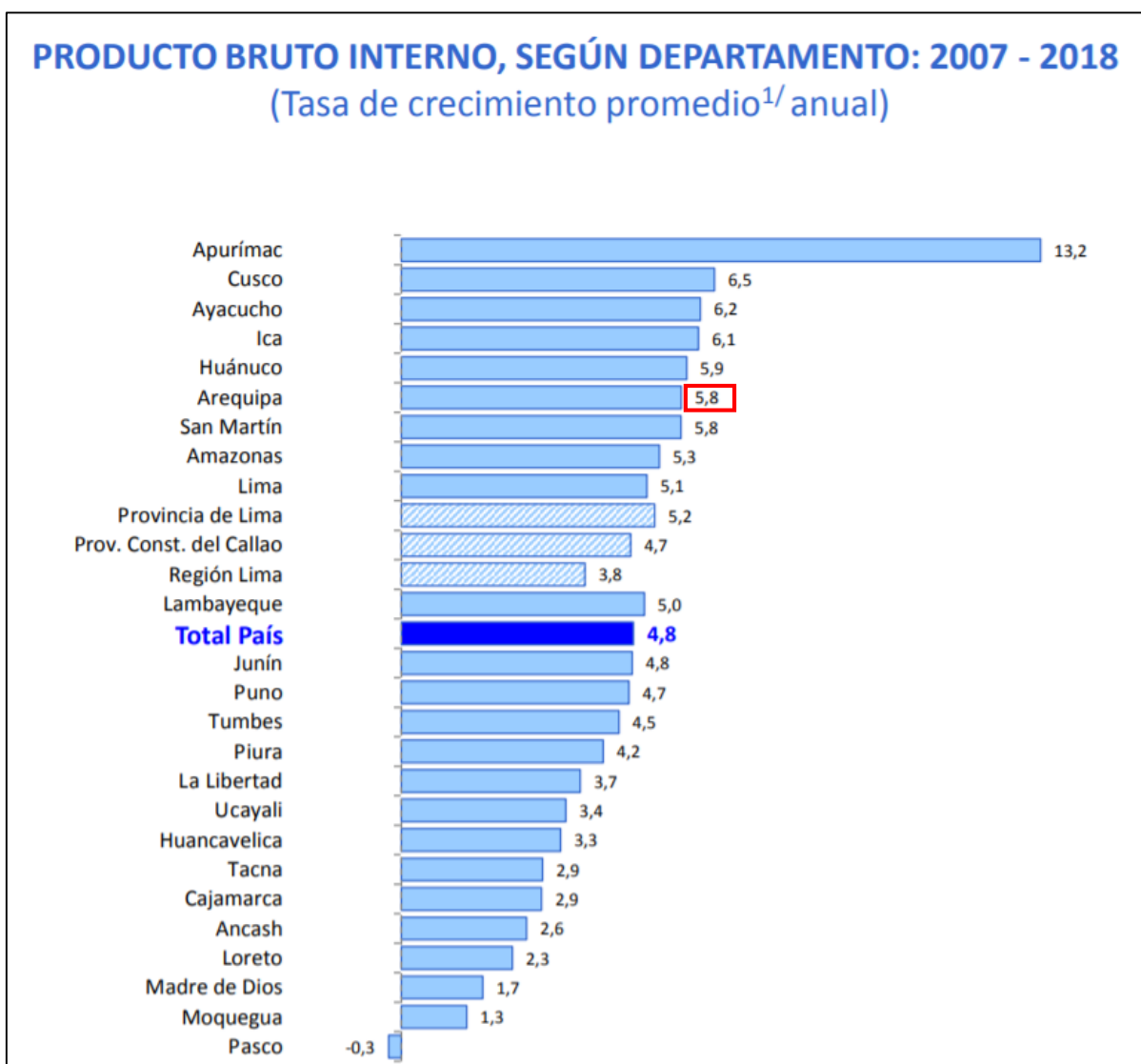


Gráfico 2: Producto Bruto Interno Según Departamento: 2007 – 2018.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2019)

CAPITULO V

5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL “HCM 2010”

5.1. RECABACIÓN DE INFORMACIÓN

Como se mencionaba en el capítulo anterior, se realizaron los conteos vehiculares correspondientes para las 6 vías involucradas en las 2 intersecciones identificadas. Para cada vía en particular, previamente se asignó una estación de monitoreo estratégicamente para que se pueda realizar el conteo sin mayores inconvenientes durante el tiempo establecido.

Mediante el conteo se logró determinar el volumen horario de máxima demanda dentro de las horas estudiadas, el Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD) o el Factor de Hora Pico (FHP) y el porcentaje de vehículos pesados que emplean la vía que se están estudiando.

De forma similar, mediante un diagrama se representó la variación del volumen cada 5 minutos y 15 minutos. Finalmente, sobre los mismos diagramas se identificó la hora de máxima demanda, y se realizó el correspondiente análisis de resultados.

Adicionalmente, hay datos que según la metodología que propone el HCM 2010, y que se explica en capítulos anteriores, se tienen que obtener de campo, como el conteo de peatones. Este dato de peatones se obtuvo únicamente de las vías que se involucran con la rotonda (Ovalo Grau.)

5.1.1. DATOS DE LA VÍA “CALLE PUENTE GRAU”

Tabla 29:
Conteo Vehicular - Calle Puente Grau.

Conteo Vehicular – Calle Puente Grau					
Horario	Día (veh/h)				
	Miércoles 18/09/2019	Jueves 19/09/2019	Viernes 20/09/2019	Sábado 21/09/2019	Domingo 22/09/2019
7:30 – 8:30	963	1022	945	-	-
13:30 – 14:30	928	906	911	-	-
18:30 – 19:30	714	672	540	-	-
8:30 – 9:30	-	-	-	939	-
15:00 – 16:00	-	-	-	894	-
9:00 – 10:00	-	-	-	-	959

Fuente: *Elaboración Propia.*

Según el conteo realizado para la vía, se pudo determinar que le día con el mayor flujo vehicular fue le día *Jueves 19 de Setiembre del 2019*, con un total de 1022 vehículos que transitaron en el turno de la mañana. Este valor obtenido lo consideramos como el volumen horario de máxima demanda para la vía “Calle Puente Grau”.

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR															
ESTUDIO DE TRAFICO															
VIA:		CALLE PUENTE GRAU							SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:		
HORARIO:		07:30 - 08:30							DIA:		JUEVES		19/09/2019		
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			MICRO	COUSTER	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	12	35	2	6	2	0	7	15	0	0	0	0	0	79
07:35	07:40	14	30	3	7	2	0	10	16	0	0	0	0	0	82
07:40	07:45	12	38	5	6	2	0	6	20	0	0	0	0	0	89
07:45	07:50	15	25	6	7	3	0	4	17	0	0	0	0	0	77
07:50	07:55	16	36	3	4	2	0	6	17	0	0	0	0	0	84
07:55	08:00	13	30	4	3	2	0	4	15	1	0	0	0	0	72
08:00	08:05	10	30	3	7	3	0	7	23	0	0	0	0	0	83
08:05	08:10	18	37	7	4	1	0	7	18	0	0	0	0	0	92
08:10	08:15	16	35	5	6	1	0	4	16	1	0	0	0	0	84
08:15	08:20	20	42	4	7	3	1	7	23	0	0	0	0	0	107
08:20	08:25	17	40	1	2	1	0	6	12	0	0	0	0	0	79
08:25	08:30	16	36	7	6	1	0	6	22	0	0	0	0	0	94
VEH. TOTAL		179	414	50	65	23	1	74	214	2	0	0	0	0	
TOTAL		1022													

Imagen 59: Conteo Vehicular de la Vía "Calle Puente Grau" - Jueves 19 de Setiembre del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.1.1. DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Tabla 30:
Distribución de Vehículos - Calle Puente Grau

Distribución de Vehículos – Calle Puente Grau		
Vehículo	Cantidad (veh/h)	Porcentaje (%)
<i>Auto Particular</i>	179	17.51%
<i>Taxi</i>	414	40.51%
<i>Moto</i>	50	4.89%
<i>Camioneta Cerrada</i>	65	6.36%
<i>Pick Up</i>	23	2.25%
<i>Panel</i>	1	0.10%
<i>Micro</i>	74	7.24%
<i>Couster</i>	214	20.94%
<i>Bus 2E</i>	2	0.20%
<i>Bus >3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 2E</i>	0	0.00%
<i>Camión 3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 4E</i>	0	0.00%
Total	1022	100%

Fuente: *Elaboración propia*

En la vía “Calle Puente Grau”, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución del volumen de tránsito. Los taxis llegando a tener un 40.51% del total, las cousters (transporte público) con un 20.94% y los autos particulares en un 17.51%.

En cambio, el porcentaje de vehículos pesados (P_{HV}) equivale tan solo al 0.20% por los buses de 2 ejes (Bus 2E), básicamente los buses comerciales o bus tours. Este porcentaje se puede deducir por el tipo de vía, la cual cuenta con un único carril y está ubicada en el centro histórico de la ciudad, por lo cual la presencia de camiones de carga es nula.

$$P_{HV} = 0.20\%$$

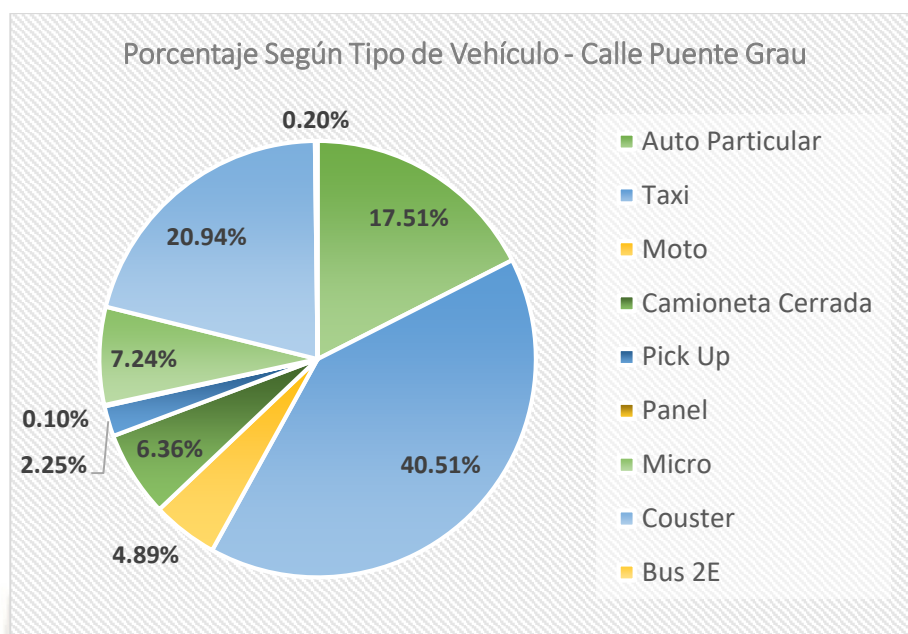


Gráfico 3: Distribución según tipo de vehículo - Calle Puente Grau

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.

- Periodo de 5 minutos

Tabla 31:
Volumen actual de tránsito en periodos de 5 minutos - Calle Puente Grau

PERIODO 5 min		Q _{5min} (veh/5min)
07:30	07:35	79
07:35	07:40	82
07:40	07:45	89
07:45	07:50	77
07:50	07:55	84
07:55	08:00	72
08:00	08:05	83
08:05	08:10	92
08:10	08:15	84
08:15	08:20	107
08:20	08:25	79
08:25	08:30	94
TOTAL		1022 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Considerando periodos de 5 minutos, el número de periodos por una hora equivalen a $N=12$. Conociendo esto, y el volumen horario de máxima demanda, se calcula el factor de hora de máxima demanda para periodos de 5 minutos.

$$VHMD_{Calle\ Puente\ Grau} = 1022\ veh/hora$$

$$FHMD_{5min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1022}{12 * 107}$$

$$FHMD_{5min} = 0.796$$

Así mismo, se puede expresar el VHMD en periodos menores a una hora, para este caso para un periodo de 5 minutos.

$$VHMD_{Q_{5min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{1022}{12}$$

$$VHMD_{Q_{5min}} = 85\ veh/5minutos$$

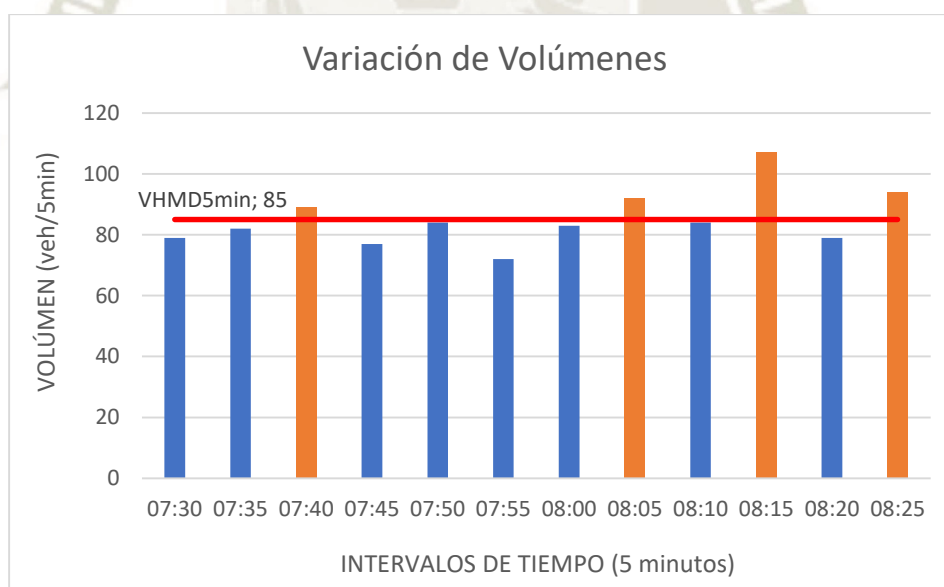


Gráfico 4: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos - Calle Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia.

De la gráfica se puede analizar que el volumen de tránsito tuvo cuatro periodos en donde supero el volumen horario de máxima demanda ajustado para 5 minutos, siendo el más incidente el periodo correspondiente entre 08:15 – 08:20, en donde la cantidad de vehículos alcanzo el valor de 107.

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 5 minutos (*veh/5min*) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{5min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 32:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora - Calle Puente Grau

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)	q (veh/h)
07:30	07:35	79	948
07:35	07:40	82	984
07:40	07:45	89	1068
07:45	07:50	77	924
07:50	07:55	84	1008
07:55	08:00	72	864
08:00	08:05	83	996
08:05	08:10	92	1104
08:10	08:15	84	1008
08:15	08:20	107	1284
08:20	08:25	79	948
08:25	08:30	94	1128
TOTAL		1022 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

➤ Periodo de 15 minutos

Tabla 33:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos - Calle Puente Grau

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)
07:30	07:45	250
07:45	08:00	233
08:00	08:15	259
08:15	08:30	280
TOTAL		1022 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Con el volumen horario de máxima demanda y considerando periodos de 15 minutos, el número de periodos por una hora equivalen a $N=4$, se puede calcular el factor de hora de máxima demanda para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Calle\ Puente\ Grau} = 1022\ veh/hora$$

$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1022}{4 * 280}$$

$$FHMD_{15min} = 0.913$$

Expresamos el $VHMD$ para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Q_{15min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{1022}{4}$$

$$VHMD_{Q_{15min}} = 256\ veh/15minutos$$



Gráfico 5: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos - Calle Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando periodos de 15 minutos, la gráfica nos muestra que en los dos últimos periodos (08:00 – 08:15 y 08:15 – 08:30) son los que superan el volumen horario de máxima demanda ajustado para 15 minutos. A pesar de ello, se muestra que la variación que se presenta no es muy significativa. Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de

15 minutos ($veh/15min$) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación:

$$q = Q_{15min} \left(\frac{veh}{15min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 34:

Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora - Calle Puente Grau

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)	q (veh/h)
07:30	07:45	250	100
07:45	08:00	233	932
08:00	08:15	259	1036
08:15	08:30	280	1120
TOTAL		1022 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.

Para realizar el estudio de velocidad de la vía “Calle Puente Grau” se consideró una distancia de 104.68m, que es lo correspondiente al tramo de la vía que se analizará. Se tomó como muestra, la cantidad de 70 vehículos mixtos, entre taxis, vehículos de transporte público, y de más. Los horarios en que se realizó la toma de datos en campo, fue variado, considerando los tres horarios (mañana, tarde y noche) con el fin de obtener resultados más reales.

$$\bar{v}_s = 27.82 \text{ km/h}$$

Tabla 35:
Formato de velocidades - Calle Puente Grau

FORMATO DE VELOCIDADES							
VIA:	CALLE PUENTE GRAU			SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:	
						18/09/2019 - 22/09/2019	
DISTANCIA (m)		104.68 m					
Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo	Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo
1	16.71	22.55	Auto	36	14.15	26.63	Moto
2	14.41	26.15	Taxi	37	16.48	22.87	Camioneta
3	21.58	17.46	Micro	38	16.05	23.48	Camioneta
4	14.68	25.67	Camioneta	39	13.15	28.66	Taxi
5	15.13	24.91	Auto	40	13.3	28.33	Camioneta
6	17.6	21.41	Camioneta	41	13.34	28.25	Camioneta
7	13.65	27.61	Auto	42	13.61	27.69	Moto
8	12.33	30.56	Moto	43	13.02	28.94	Taxi
9	15.42	24.44	Micro	44	12.02	31.35	mi
10	15.13	24.91	Couster	45	14.12	26.69	mi
11	11.64	32.38	Taxi	46	12.85	29.33	Taxi
12	14.5	25.99	Micro	47	11.37	33.14	Auto
13	12.5	30.15	Taxi	48	13.14	28.68	Taxi
14	13.17	28.61	Micro	49	12.3	30.64	Auto
15	13.28	28.38	Taxi	50	13.14	28.68	Taxi
16	14.7	25.64	Camioneta	51	13.02	28.94	Taxi
17	12.45	30.27	Auto	52	12.97	29.06	Moto
18	12.44	30.29	Couster	53	13.84	27.23	Camioneta
19	14.09	26.75	Camioneta	54	12.95	29.10	Camioneta
20	11.06	34.07	Moto	55	12.98	29.03	Taxi
21	12.52	30.10	Auto	56	13.79	27.33	Micro
22	10.29	36.62	Taxi	57	13.69	27.53	Couster
23	13.03	28.92	Moto	58	13.1	28.77	Taxi
24	12.46	30.24	Auto	59	14.4	26.17	Taxi
25	14.96	25.19	Micro	60	13.53	27.85	Auto
26	11.47	32.86	Auto	61	14.9	25.29	Couster
27	13.25	28.44	Micro	62	14.45	26.08	Auto
28	12.27	30.71	Camioneta	63	12.34	30.54	Auto
29	11.66	32.32	Moto	64	17.55	21.47	Micro
30	16.62	22.67	Taxi	65	15.14	24.89	Camioneta
31	14.12	26.69	Micro	66	14.2	26.54	Auto
32	13.5	27.91	Taxi	67	15.5	24.31	Auto
33	11.49	32.80	Taxi	68	12.81	29.42	Moto
34	12.05	31.27	Moto	69	16.14	23.35	Couster
35	12.1	31.14	Auto	70	15.09	24.97	Camioneta

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.1.4. TRÁNSITO FUTURO.

Tabla 36:
Transito Futuro - Calle Puente Grau

<i>Transito Futuro – Calle Puente Grau</i>						
<i>Vehículo</i>	<i>Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h)</i>					
	<i>Actual</i>	<i>A 5 Años</i>	<i>A 10 Años</i>	<i>A 15 Años</i>	<i>A 20 Años</i>	<i>A 25 Años</i>
<i>Auto Particular</i>	179	196	214	234	256	280
<i>Taxi</i>	414	453	495	541	592	647
<i>Moto</i>	50	55	60	65	71	78
<i>Camioneta Cerrada</i>	65	71	78	85	93	102
<i>Pick Up</i>	23	25	27	30	33	36
<i>Panel</i>	1	1	1	1	1	2
<i>Micro</i>	74	81	88	97	106	116
<i>Couster</i>	214	234	256	280	306	334
<i>Bus 2E</i>	2	2	2	3	3	3
<i>Bus >3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 2E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 4E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	1022	1118	1221	1336	161	1598

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. DATOS DE LA VÍA “CALLE GRAU”

Tabla 37:
Conteo Vehicular - Calle Grau.

Conteo Vehicular – Calle Grau					
Horario	Día (veh/h)				
	Miércoles 18/09/2019	Jueves 19/09/2019	Viernes 20/09/2019	Sábado 21/09/2019	Domingo 22/09/2019
7:30 – 8:30	907	880	860	-	-
13:30 – 14:30	642	653	656	-	-
18:30 – 19:30	711	737	675	-	-
8:30 – 9:30	-	-	-	680	-
15:00 – 16:00	-	-	-	677	-
9:00 – 10:00	-	-	-	-	513

Fuente: *Elaboración Propia.*

Según el conteo realizado para la vía, se pudo determinar que le día con el mayor flujo vehicular fue le día *Miércoles 18 de Setiembre del 2019*, con un total de 907 vehículos que transitaron en el turno de la mañana. Este valor obtenido lo consideramos como el volumen horario de máxima demanda para la vía “Calle Grau”.

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO															
VIA:		CALLE GRAU							SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:		
HORARIO:		07:30 - 08:30							DIA:		MIÉRCOLES		18/09/2019		
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			MICRO	COUSTER	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.					CERRADAS 	PICK UP 	PANEL 			2 E 	>=3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	
07:30	07:35	14	21	0	4	1	0	7	28	0	1	0	0	0	76
07:35	07:40	7	15	1	0	1	1	10	28	0	0	0	0	0	63
07:40	07:45	15	20	3	1	2	1	5	24	0	0	0	0	0	71
07:45	07:50	13	21	3	3	2	1	4	20	0	1	1	0	0	69
07:50	07:55	14	29	10	5	2	0	5	23	2	1	0	0	0	91
07:55	08:00	10	26	1	3	3	0	7	24	0	0	1	0	0	75
08:00	08:05	14	31	2	4	2	0	7	21	0	0	0	0	0	81
08:05	08:10	12	20	6	5	2	0	8	29	0	0	1	0	0	83
08:10	08:15	12	18	4	5	2	0	6	25	0	0	2	0	0	74
08:15	08:20	10	24	0	4	0	0	4	24	0	0	0	0	0	66
08:20	08:25	10	28	1	3	0	0	3	24	0	0	1	0	0	70
08:25	08:30	20	22	7	6	2	0	5	26	0	0	0	0	0	88
VEH. TOTAL		151	275	38	43	19	3	71	296	2	3	6	0	0	
TOTAL		907													

Imagen 60: Conteo Vehicular de la Vía "Calle Grau" – Miércoles 18 de Setiembre del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.2.1. DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Tabla 38:
Distribución de Vehículos - Calle Grau

Distribución de Vehículos – Calle Grau		
Vehículo	Cantidad (veh/h)	Porcentaje (%)
<i>Auto Particular</i>	151	16.65%
<i>Taxi</i>	275	30.32%
<i>Moto</i>	38	4.19%
<i>Camioneta Cerrada</i>	43	4.74%
<i>Pick Up</i>	19	2.09%
<i>Panel</i>	3	0.33%
<i>Micro</i>	71	7.83%
<i>Couster</i>	296	32.64%
<i>Bus 2E</i>	2	0.22%
<i>Bus >3E</i>	3	0.33%
<i>Camión 2E</i>	6	0.66%
<i>Camión 3E</i>	0	0%
<i>Camión 4E</i>	0	0%
Total	907	100%

Fuente: *Elaboración propia*

En la vía “Calle Grau”, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución del volumen de tránsito. En esta vía el principal tipo de vehículo son las cousters (transporte público) con un 32.64%, seguido por los taxis con 30.32% y los autos particulares con 16.65%.

El porcentaje de vehículos pesados (P_{HV}) equivale al 1.21% por los buses (Bus 2E y 3E) y camiones que circulan.

$$P_{HV} = 1.21\%$$

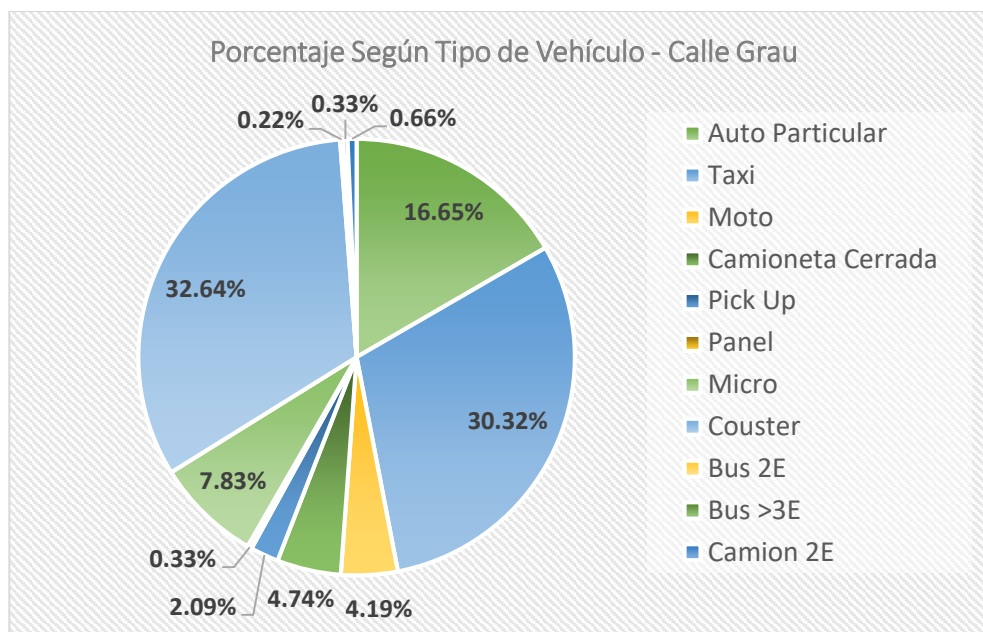


Gráfico 6: Distribución según tipo de vehículo - Calle Grau

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.

➤ Periodo de 5 minutos

Tabla 39:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos - Calle Grau

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)
07:30	07:35	76
07:35	07:40	63
07:40	07:45	71
07:45	07:50	69
07:50	07:55	91
07:55	08:00	75
08:00	08:05	81
08:05	08:10	83
08:10	08:15	74
08:15	08:20	66
08:20	08:25	70
08:25	08:30	88
TOTAL		907 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Procedemos a calcular el factor horario de máxima demanda, empleando $N=12$ debido a los 12 periodos de 5 minutos que tiene una hora.

$$VHMD_{Calle\ Grau} = 907\ veh/hora$$

$$FHMD_{5min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{907}{12 * 91}$$

$$FHMD_{5min} = 0.831$$

Expresamos el VHMD es periodos de 5 minutos

$$VHMD_{Q_{5min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{907}{12}$$

$$VHMD_{Q_{5min}} = 76\ veh/5minutos$$

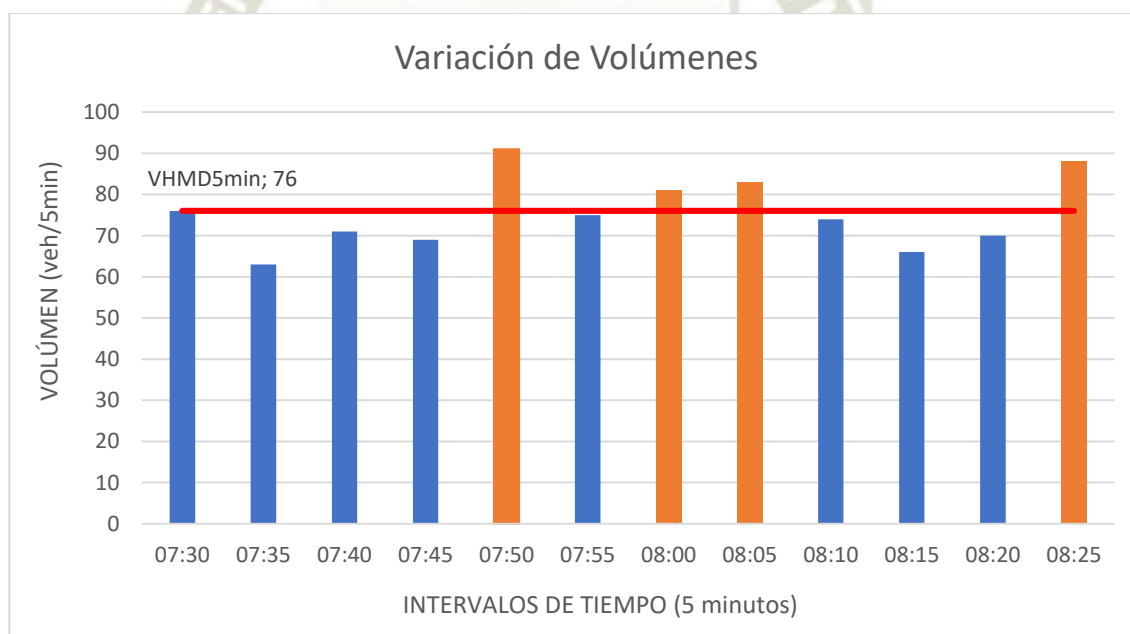


Gráfico 7: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos - Calle Grau

Fuente: Elaboración Propia.

De la gráfica analizamos que el periodo de 5 minutos con mayor flujo vehicular es el correspondiente entre las 07:50 – 07:55 con una cantidad de 91 vehículos

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 5 minutos (*veh/5min*) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{5min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 40:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora - Calle Grau

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)	q (veh/h)
07:30	07:35	76	912
07:35	07:40	63	756
07:40	07:45	71	852
07:45	07:50	69	828
07:50	07:55	91	1092
07:55	08:00	75	900
08:00	08:05	81	972
08:05	08:10	83	996
08:10	08:15	74	888
08:15	08:20	66	792
08:20	08:25	70	840
08:25	08:30	88	1056
TOTAL		907 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

➤ Periodo de 15 minutos

Tabla 41:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos - Calle Grau

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)
07:30	07:45	210
07:45	08:00	235
08:00	08:15	238
08:15	08:30	224
TOTAL		907 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Empleando el volumen horario de máxima demanda y considerando que una hora tiene $N=4$ periodos de 15 minutos, podemos calcular el factor horario de máxima demanda para la vía “Calle Grau”

$$VHMD_{Calle\ Grau} = 907\ veh/hora$$

$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{907}{4 * 238}$$

$$FHMD_{15min} = 0.953$$

Expresamos el $VHMD$ para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Q_{15min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{907}{4}$$

$$VHMD_{Q_{15min}} = 227\ veh/15minutos$$

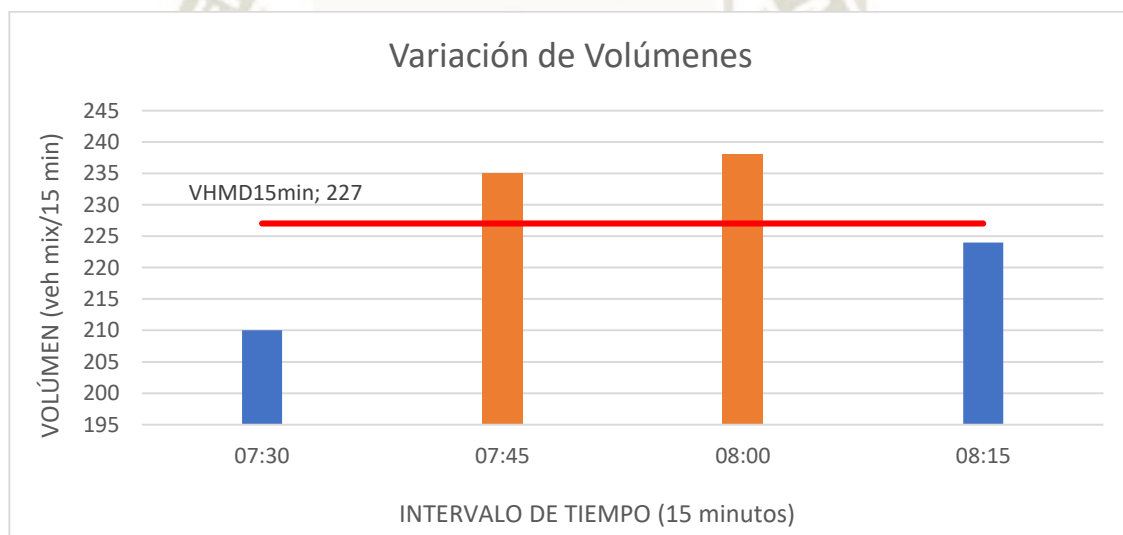


Gráfico 8: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos - Calle Grau

Fuente: Elaboración Propia.

De la gráfica de la variación de volúmenes con periodos de 15 minutos, se puede deducir que los dos periodos del medio (07:45 – 08:00 y 08:00 – 08:15) son los que superan el volumen horario de máxima demanda ajustado para 15 minutos.

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos ($veh/15min$) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{15min} \left(\frac{veh}{15min} \right) * \frac{60min}{1h} = veh/h$$

Tabla 42:
Volumen de tránsito actuales en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Calle Grau

PERIODO 5 min		Q_{15min} (veh/15min)	q (veh/h)
07:30	07:45	210	840
07:45	08:00	235	940
08:00	08:15	238	952
08:15	08:30	224	896
TOTAL		907 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.

Para realizar el estudio de velocidad de la vía “Calle Grau” se consideró una distancia de 42.86m, que es lo correspondiente al tramo de la vía que se analizará. La dificultad de esta vía es que se identificó un paradero informal de transporte público, lo que genera que los vehículos no transiten de forma fluida, por lo que los tiempos de viaje por la vía son más prolongados.

$$\bar{v}_s = 16.54 \text{ km/h}$$

Tabla 43:
Formato de Velocidades - Calle Grau

FORMATO DE VELOCIDADES							
VIA:	CALLE GRAU			SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:	
						18/09/2019 - 22/09/2019	
DISTANCIA (m)		42.86 m					
Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo	Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo
1	7.59	20.33	Taxi	36	6.06	25.46	Moto
2	16.03	9.63	Micro	37	9	17.14	Micro
3	9.47	16.29	Taxi	38	9.91	15.57	Micro
4	14.56	10.60	Camioneta	39	9.81	15.73	Auto
5	8.65	17.84	Taxi	40	11.5	13.42	Taxi
6	9.93	15.54	Micro	41	7.69	20.06	Micro
7	8.69	17.76	Micro	42	6.38	24.18	Auto
8	9.5	16.24	Micro	43	8.16	18.91	Micro
9	7.44	20.74	Moto	44	7.35	20.99	Taxi
10	10.06	15.34	Auto	45	10.5	14.69	Micro
11	12.1	12.75	Micro	46	7.9	19.53	Micro
12	11.88	12.99	Micro	47	7.31	21.11	Micro
13	8.16	18.91	Taxi	48	8.06	19.14	Bus
14	9.09	16.97	Camioneta	49	7.34	21.02	Micro
15	9.07	17.01	Auto	50	7.09	21.76	Taxi
16	9.73	15.86	Micro	51	16.94	9.11	Micro
17	9.25	16.68	Taxi	52	7.87	19.61	Taxi
18	11.09	13.91	Micro	53	9.25	16.68	Micro
19	7.69	20.06	Taxi	54	9.25	16.68	Auto
20	10.94	14.10	Micro	55	7.88	19.58	Auto
21	14.44	10.69	Camioneta	56	7.78	19.83	Camioneta
22	6.62	23.31	Taxi	57	9.53	16.19	Micro
23	15.12	10.20	Taxi	58	7.5	20.57	Micro
24	8.72	17.69	Camioneta	59	7.44	20.74	Taxi
25	12.18	12.67	Couster	60	14.66	10.52	Camión 2 ejes
26	6.82	22.62	Auto	61	41.93	3.68	Micro
27	9.56	16.14	Micro	62	9.25	16.68	Micro
28	11.43	13.50	Taxi	63	7.5	20.57	Couster
29	6.5	23.74	Camioneta	64	6.28	24.57	Taxi
30	13.75	11.22	Micro	65	10.4	14.84	Camión
31	9.16	16.84	Taxi	66	22.81	6.76	Micro
32	10.31	14.97	Moto	67	13.37	11.54	Micro
33	10.38	14.86	Taxi	68	5.69	27.12	Taxi
34	18.93	8.15	Micro	69	13.69	11.27	Micro
35	11.91	12.96	Taxi	70	11.57	13.34	Micro

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.4. TRÁNSITO FUTURO.

Tabla 44:
Transito Futuro – Calle Grau

<i>Transito Futuro – Calle Grau</i>						
<i>Vehículo</i>	<i>Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h)</i>					
	<i>Actual</i>	<i>A 5 Años</i>	<i>A 10 Años</i>	<i>A 15 Años</i>	<i>A 20 Años</i>	<i>A 25 Años</i>
<i>Auto Particular</i>	151	165	180	197	216	236
<i>Taxi</i>	275	301	329	359	393	430
<i>Moto</i>	38	42	45	50	54	59
<i>Camioneta Cerrada</i>	43	47	51	56	61	67
<i>Pick Up</i>	19	21	23	25	27	30
<i>Panel</i>	3	3	4	4	4	5
<i>Micro</i>	71	78	85	93	101	111
<i>Couster</i>	296	324	354	387	423	462
<i>Bus 2E</i>	2	2	2	3	3	3
<i>Bus >3E</i>	3	3	4	4	4	5
<i>Camión 2E</i>	6	8	11	14	19	25
<i>Camión 3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 4E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	907	994	1088	1192	1305	1433

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. DATOS DE LA VÍA “DERIVACIÓN AV. LA MARINA”

Tabla 45:
Conteo Vehicular – Derivación Av. La Marina

Conteo Vehicular – Derivación Av. La Marina					
Horario	Día (veh/h)				
	Lunes 30/09/2019	Miércoles 02/10/2019	Viernes 04/10/2019	Sábado 05/10/2019	Domingo 06/10/2019
7:30 – 8:30	567	525	683	-	-
13:30 – 14:30	483	467	528	-	-
18:30 – 19:30	515	546	596	-	-
8:30 – 9:30	-	-	-	469	-
15:00 – 16:00	-	-	-	574	-
9:00 – 10:00	-	-	-	-	388

Fuente: *Elaboración Propia.*

Mediante el conteo vehicular realizado para esta vía, se pudo determinar que el mayor flujo vehicular ocurrió el día *Viernes 04 de Octubre del 2019*, con un total de 683 vehículos que transitaron en el turno de la mañana. Este valor obtenido lo consideramos como el volumen horario de máxima demanda para la vía “Derivación Av. La Marina”.

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO															
VIA:		DERIVACIÓN AV. LA MARINA							SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:		
HORARIO:		07:30 - 08:30							DIA:		VIERNES		04/10/2019		
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			MICRO	COUSTER	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	17	16	5	5	4	0	4	12	1	0	1	0	0	65
07:35	07:40	17	14	4	5	2	0	3	12	0	0	2	0	0	59
07:40	07:45	14	10	2	7	0	0	2	10	0	0	0	0	0	45
07:45	07:50	20	22	4	7	1	0	0	7	0	0	0	0	0	61
07:50	07:55	12	17	6	6	1	0	4	13	0	0	0	0	0	59
07:55	08:00	12	16	1	5	2	0	3	14	0	0	1	0	0	54
08:00	08:05	17	19	4	3	1	0	3	12	0	0	0	0	0	59
08:05	08:10	11	22	1	9	4	1	5	9	0	0	1	0	0	63
08:10	08:15	11	9	3	5	0	0	2	9	0	0	1	0	0	40
08:15	08:20	12	22	1	5	2	1	3	13	0	0	1	0	0	60
08:20	08:25	8	22	1	5	2	0	7	12	0	0	2	0	0	59
08:25	08:30	18	19	4	6	1	0	2	8	0	0	1	0	0	59
VEH. TOTAL		169	208	36	68	20	2	38	131	1	0	10	0	0	
TOTAL		683													

Imagen 61: Conteo Vehicular de la Vía "Derivación Av. La Marina" – Viernes 04 de Octubre del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.3.1. DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Tabla 46:
Distribución de Vehículos – Derivación Av. La Marina

Distribución de Vehículos – Derivación Av. La Marina		
Vehículo	Cantidad (veh/h)	Porcentaje (%)
Auto Particular	169	24.74%
Taxi	208	30.45%
Moto	36	5.27%
Camioneta Cerrada	68	9.96%
Pick Up	20	2.93%
Panel	2	0.29%
Micro	38	5.56%
Couster	131	19.18%
Bus 2E	1	0.15%
Bus >3E	0	0.00%
Camión 2E	10	1.46%
Camión 3E	0	0.00%
Camión 4E	0	0.00%
Total	683	100%

Fuente: *Elaboración propia*

En la vía “Derivación de la Av. La Marina”, se puede visualizar que el porcentaje de couster (transporte público) se redujo comparando con las otras dos vías anteriores, llegando solo a un 19.18%. Así mismo, los taxis siguen siendo el tipo vehículo que más transita con 30.45%, seguido de los autos particulares con 24.74%

El porcentaje de vehículos pesados (P_{HV}) para esta vía equivale a un 1.61% por los buses (Bus 2E y 3E) y camiones que circulan. Este porcentaje es elevado comparando con las otras 2 vías que intervienen en la intersección.

$$P_{HV} = 1.61\%$$

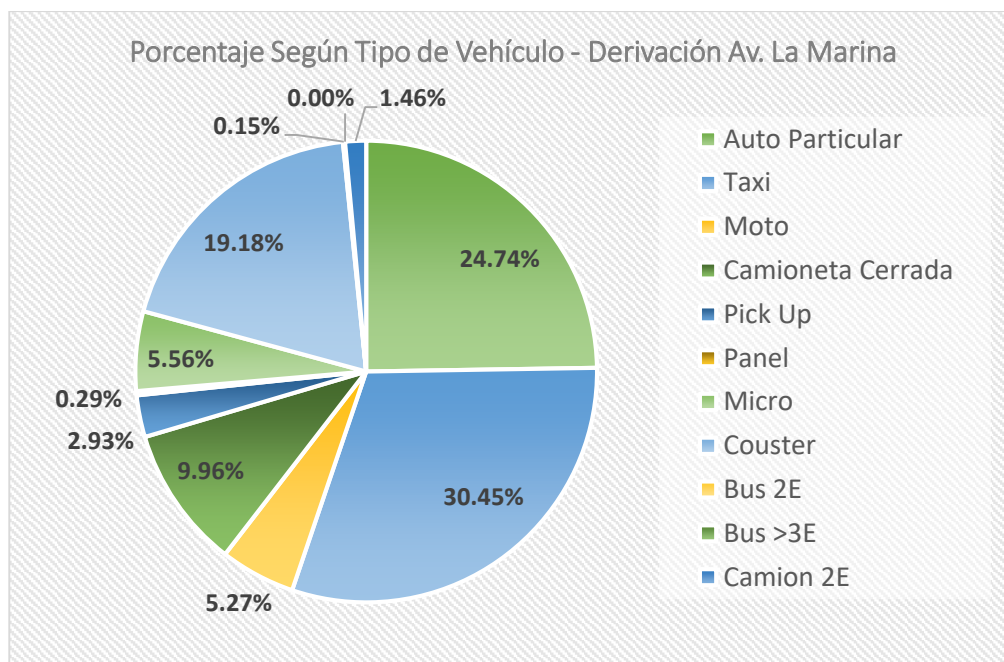


Gráfico 9: Distribución según tipo de vehículo – Derivación Av. La Marina

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.

- Periodo de 5 minutos

Tabla 47:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Derivación Av. La Marina

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)
07:30	07:35	65
07:35	07:40	59
07:40	07:45	45
07:45	07:50	61
07:50	07:55	59
07:55	08:00	54
08:00	08:05	59
08:05	08:10	63
08:10	08:15	40
08:15	08:20	60
08:20	08:25	59
08:25	08:30	59
TOTAL		683 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Considerando los 12 periodos de 5 minutos que conforman una hora, y con el volumen horario de máxima demanda, se procede a calcular el *Factor Horario de Máxima Demanda*.

$$VHMD_{Derivación\ Av.\ La\ Marina} = 683\ veh/hora$$

$$FHMD_{5min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{683}{12 * 65}$$

$$FHMD_{5min} = 0.876$$

Expresamos el VHMD es periodos de 5 minutos

$$VHMD_{Q_{5min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{683}{12}$$

$$VHMD_{Q_{5min}} = 57\ veh/5minutos$$

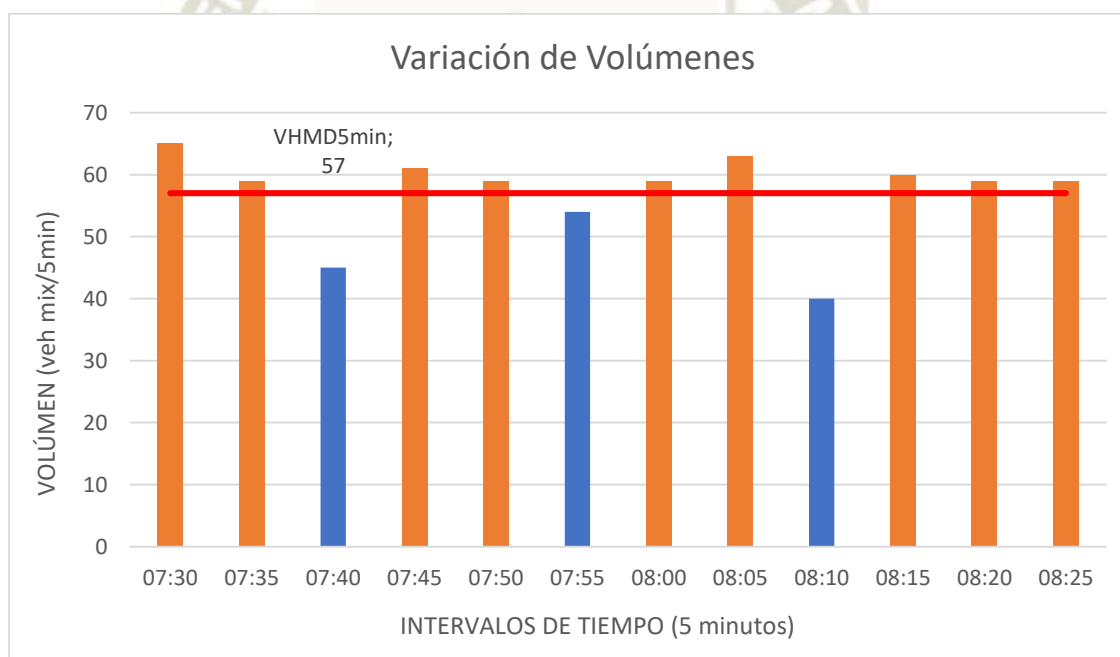


Gráfico 10: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Derivación Av. La Marina

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a la variación del volumen vehicular, hay gran cantidad de periodos que superan el volumen horario de máxima demanda ajustada para periodos de 5 minutos.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{5min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 48:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Derivación Av. La Marina

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)	q (veh/h)
07:30	07:35	65	780
07:35	07:40	59	708
07:40	07:45	45	540
07:45	07:50	61	732
07:50	07:55	59	708
07:55	08:00	54	648
08:00	08:05	59	708
08:05	08:10	63	756
08:10	08:15	40	480
08:15	08:20	60	720
08:20	08:25	59	708
08:25	08:30	59	708
TOTAL		683 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

➤ Periodo de 15 minutos

Tabla 49:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Derivación Av. La Marina

PERIODO 5 min		Q_{15min} (veh/15min)
07:30	07:45	169
07:45	08:00	174
08:00	08:15	162
08:15	08:30	178
TOTAL		683 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Procedemos a calcular el *Factor Horario de Máxima Demanda* empleando $N=4$ por el número de periodos de 15 minutos que conforman una hora, y con el volumen horarios de máxima demanda calculado para la vía.

$$VHMD_{Derivación Av. La Marina} = 683 veh/hora$$

$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{683}{4 * 178}$$

$$FHMD_{15min} = 0.959$$

Expresamos el VHMD para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Q_{15min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{683}{4}$$

$$VHMD_{Q_{15min}} = 171 \text{ veh/15 minutos}$$

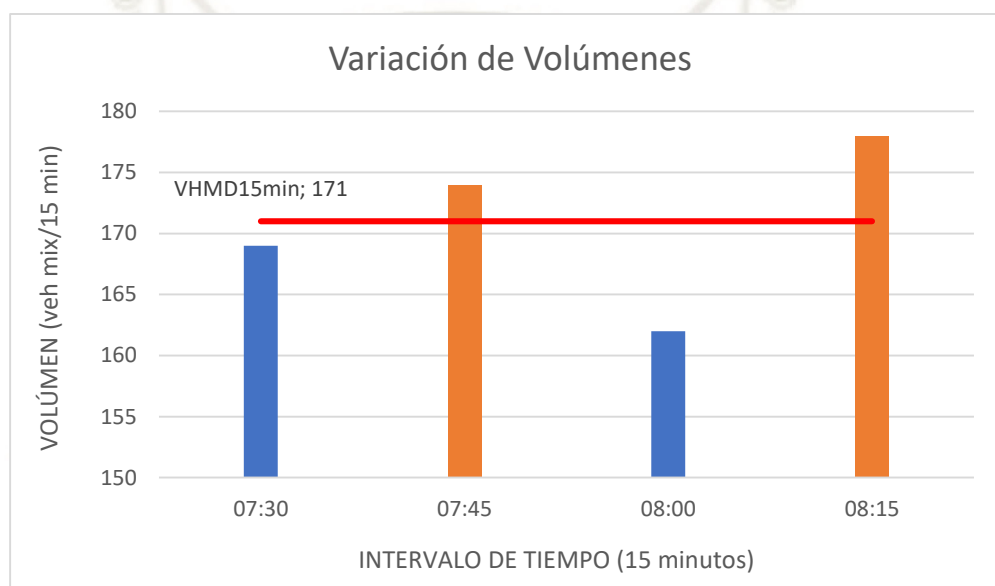


Gráfico 11: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Derivación Av. La Marina

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la gráfica de la variación de volúmenes con periodos de 15 minutos, se puede identificar que el mayor volumen de vehículos se presentó en el último periodo del análisis (08:15 – 08:30).

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos (*veh/15min*) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{15min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 50:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Derivación Av. La Marina

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)	q (veh/h)
07:30	07:45	169	676
07:45	08:00	174	696
08:00	08:15	162	648
08:15	08:30	178	712
TOTAL		683 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.

Para realizar el estudio de velocidad de la vía “Derivación Av. La Marina” se consideró una distancia de 35.67m, que es lo correspondiente al último tramo de la vía que se analizará, antes de llegar al ingreso del Puente Grau. Los datos se obtuvieron de 70 vehículos de diferente tipo, considerando únicamente lo vehículos que tenían un tránsito relativamente fluido.

$$\bar{v}_s = 20.32 \text{ km/h}$$

Tabla 51:
Formato de Velocidades - Derivación Av. La Marina

FORMATO DE VELOCIDADES							
VIA:	DERIVACIÓN AV. LA MARINA			SENTIDO:	ÚNICO	FECHA: 30/09/2019 - 06/10/2019	
DISTANCIA (m)		35.67 m					
Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo	Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo
1	4.91	26.15	Camión 2 Ejes	36	7.43	17.28	Camioneta Cerrada
2	6.47	19.85	Taxi	37	5.93	21.65	Auto
3	8.09	15.87	Micro	38	4.66	27.56	Taxi
4	8.34	15.40	Auto	39	5.13	25.03	Taxi
5	5.44	23.61	Taxi	40	5.38	23.87	Auto
6	4.09	31.40	Auto	41	6.59	19.49	Micro
7	4.59	27.98	Auto	42	6.66	19.28	Auto
8	5.59	22.97	Auto	43	6.41	20.03	Taxi
9	5.72	22.45	Taxi	44	7.81	16.44	Camioneta Cerrada
10	8.6	14.93	Micro	45	7.04	18.24	Micro
11	9.85	13.04	Auto	46	6.25	20.55	Taxi
12	6.6	19.46	Taxi	47	7.93	16.19	Micro
13	6.5	19.76	Taxi	48	5.81	22.10	Auto
14	9.85	13.04	Micro	49	6.44	19.94	Custer
15	7.81	16.44	Micro	50	7.81	16.44	Micro
16	8.97	14.32	Camioneta Pick up	51	7.12	18.04	Taxi
17	7.66	16.76	Camioneta Cerrada	52	6.47	19.85	Camioneta Cerrada
18	6.13	20.95	Micro	53	6.59	19.49	Micro
19	4.84	26.53	Auto	54	4.53	28.35	Auto
20	4.97	25.84	Taxi	55	4.94	25.99	Moto
21	5.97	21.51	Auto	56	5.31	24.18	Auto
22	8.28	15.51	Bus	57	6.53	19.66	Taxi
23	4.81	26.70	Camioneta Cerrada	58	5.53	23.22	Camioneta Cerrada
24	6.72	19.11	Camioneta Cerrada	59	6.84	18.77	Taxi
25	6.88	18.66	Taxi	60	6.72	19.11	Micro
26	6.28	20.45	Micro	61	7.75	16.57	Micro
27	5.75	22.33	Moto	62	5.69	22.57	Couster
28	9.5	13.52	Micro	63	5.5	23.35	Taxi
29	5.41	23.74	Auto	64	6.35	20.22	Taxi
30	7.06	18.19	Taxi	65	6.69	19.19	Micro
31	5.66	22.69	Taxi	66	7.81	16.44	Camioneta Cerrada
32	6.12	20.98	Taxi	67	5.21	24.65	Couster
33	5.72	22.45	Micro	68	7.94	16.17	Micro
34	5.87	21.88	Taxi	69	6.38	20.13	Taxi
35	9.28	13.84	Camión 2 Ejes	70	9.35	13.73	Micro

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3.4. TRÁNSITO FUTURO.

Tabla 52:
Transito Futuro – Derivación Av. La Marina

Transito Futuro – Derivación Av. La Marina						
Vehículo	Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h)					
	Actual	A 5 Años	A 10 Años	A 15 Años	A 20 Años	A 25 Años
<i>Auto Particular</i>	169	185	202	221	241	264
<i>Taxi</i>	208	227	249	272	297	325
<i>Moto</i>	36	39	43	47	51	56
<i>Camioneta Cerrada</i>	68	74	81	89	97	106
<i>Pick Up</i>	20	22	24	26	29	31
<i>Panel</i>	2	2	2	3	3	3
<i>Micro</i>	38	42	45	50	54	59
<i>Couster</i>	131	143	157	171	187	205
<i>Bus 2E</i>	1	1	1	1	1	2
<i>Bus >3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 2E</i>	10	13	18	23	31	41
<i>Camión 3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 4E</i>	0	0	0	0	0	0
Total	683	748	822	903	991	1092

Fuente: *Elaboración propia*

5.1.4. DATOS DE LA VÍA “PUENTE GRAU”

Tabla 53:
Conteo Vehicular – Puente Grau

Conteo Vehicular – Puente Grau					
Horario	Día (veh/h)				
	Lunes 30/09/2019	Miércoles 02/10/2019	Viernes 04/10/2019	Sábado 05/10/2019	Domingo 06/10/2019
7:30 – 8:30	1575	1809	1730	-	-
13:30 – 14:30	1416	1372	1553	-	-
18:30 – 19:30	1216	1402	1500	-	-
8:30 – 9:30	-	-	-	1439	-
15:00 – 16:00	-	-	-	1268	-
9:00 – 10:00	-	-	-	-	1096

Fuente: *Elaboración Propia.*

Mediante el conteo vehicular realizado para esta vía, se pudo determinar que el mayor flujo vehicular ocurrió el día *Miércoles 02 de Octubre del 2019*, con un total de 1809 vehículos que transitaron en el turno de la mañana. Este valor obtenido lo consideramos como el volumen horario de máxima demanda para la vía “Puente Grau”.

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO															
VIA:		PUENTE GRAU							SENTIDO:	ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30							DIA:	MIÉRCOLES		02/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			MICRO	COUSTER	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	41	60	3	16	2	0	7	24	2	0	0	0	0	155
07:35	07:40	37	60	5	8	2	1	8	31	0	0	0	0	0	152
07:40	07:45	38	57	4	11	3	0	7	25	1	0	0	0	0	146
07:45	07:50	26	60	8	14	9	1	11	22	0	0	0	0	0	151
07:50	07:55	26	55	10	11	3	0	9	21	0	0	0	0	0	135
07:55	08:00	27	55	6	16	3	0	5	29	0	0	0	0	0	141
08:00	08:05	45	60	8	17	2	0	12	32	1	0	0	0	0	177
08:05	08:10	32	59	6	10	3	0	9	22	2	0	0	0	0	143
08:10	08:15	31	62	5	17	4	1	9	26	1	0	0	0	0	156
08:15	08:20	31	55	7	18	6	0	13	29	2	0	0	0	0	161
08:20	08:25	35	65	5	10	1	1	6	22	1	0	0	0	0	146
08:25	08:30	27	58	9	13	5	1	6	26	1	0	0	0	0	146
VEH. TOTAL		396	706	76	161	43	5	102	309	11	0	0	0	0	
TOTAL		1809													

Imagen 62: Conteo Vehicular de la Vía "Puente Grau" – Miércoles 02 de Octubre del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.4.1. DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Tabla 54:
Distribución de Vehículos – Puente Grau

Distribución de Vehículos – Puente Grau		
Vehículo	Cantidad (veh/h)	Porcentaje (%)
<i>Auto Particular</i>	396	21.89%
<i>Taxi</i>	706	39.03%
<i>Moto</i>	76	4.20%
<i>Camioneta Cerrada</i>	161	8.90%
<i>Pick Up</i>	43	2.38%
<i>Panel</i>	5	0.28%
<i>Micro</i>	102	5.64%
<i>Couster</i>	309	17.08%
<i>Bus 2E</i>	11	0.61%
<i>Bus >3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 2E</i>	0	0.00%
<i>Camión 3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 4E</i>	0	0.00%
Total	1809	100%

Fuente: *Elaboración propia*

El volumen de vehículos que circulan en el Puente Grau es considerable, en donde el tipo de vehículo predominante son los taxis, con un 39.03%, seguido por los vehículos particulares con 21.89% y las couster de transporte público con 17.08%.

Si bien, hay presencia de vehículos pesados que transitan por esta vía, pero por la cantidad del volumen de tránsito de la vía, el porcentaje de vehículos pesados se convierte en un valor no muy significante.

$$P_{HV} = 0.61\%$$

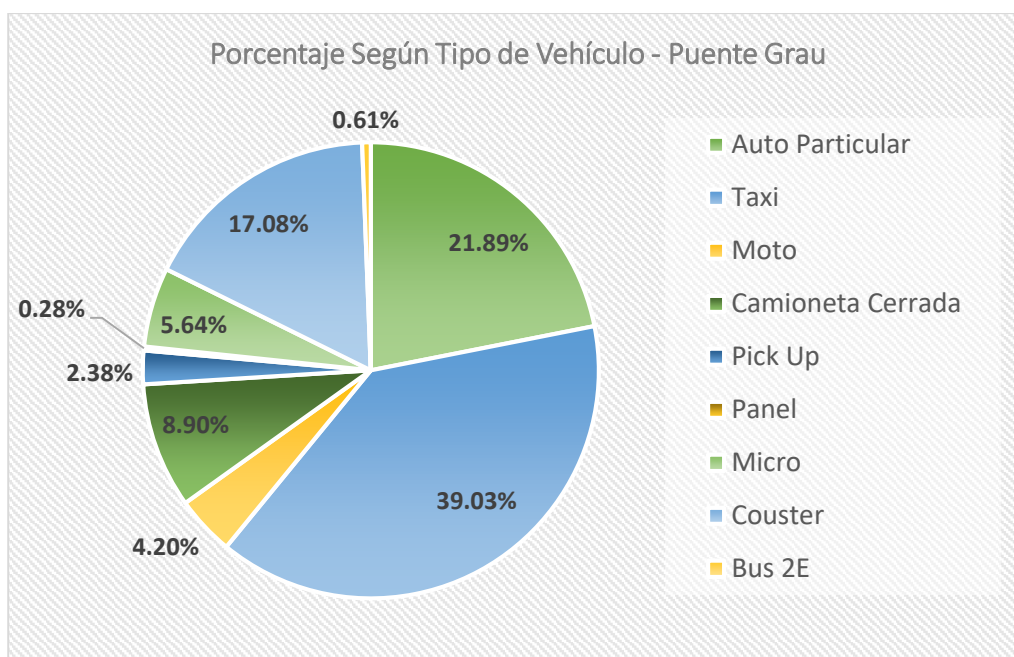


Gráfico 12: Distribución según tipo de vehículo – Puente Grau
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.

- Periodo de 5 minutos

Tabla 55:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Puente Grau

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)
07:30	07:35	155
07:35	07:40	152
07:40	07:45	146
07:45	07:50	151
07:50	07:55	135
07:55	08:00	141
08:00	08:05	177
08:05	08:10	143
08:10	08:15	156
08:15	08:20	161
08:20	08:25	146
08:25	08:30	146
TOTAL		1809 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Procede a calcular el *Factor Horario de Máxima Demanda* considerando $N=12$ por el número de periodos de 5 minutos que conforman una hora.

$$VHMD_{\text{Puente Grau}} = 1809 \text{ veh/hora}$$

$$FHMD_{5min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1809}{12 * 177}$$

$$FHMD_{5min} = 0.852$$

Expresamos el VHMD es periodos de 5 minutos

$$VHMD_{Q_{5min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{1809}{12}$$

$$VHMD_{Q_{5min}} = 141 \text{ veh/5minutos}$$

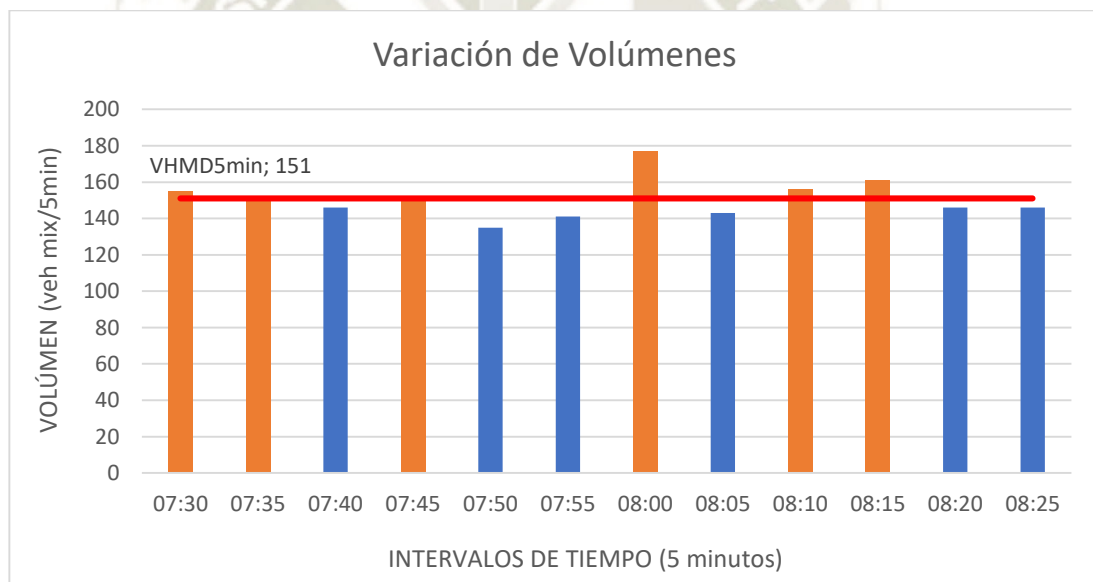


Gráfico 13: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante la gráfica en donde se expresa la variación de volúmenes, se puede distinguir que en la mayoría de periodos se mantiene un volumen relativamente constante, salvo unos pocos que varían. El mayor pico de flujo vehicular se da en el periodo correspondiente entre las 08:00 – 08:05 con 177 vehículos.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{5min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 56:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Puente Grau

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)	q (veh/h)
07:30	07:35	155	1860
07:35	07:40	152	1824
07:40	07:45	146	1752
07:45	07:50	151	1812
07:50	07:55	135	1620
07:55	08:00	141	1692
08:00	08:05	177	2124
08:05	08:10	143	1716
08:10	08:15	156	1872
08:15	08:20	161	1932
08:20	08:25	146	1752
08:25	08:30	146	1752
TOTAL		1809 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

➤ Periodo de 15 minutos

Tabla 57:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Puente Grau

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)
07:30	07:45	453
07:45	08:00	427
08:00	08:15	476
08:15	08:30	453
TOTAL		1809 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo del dato del volumen horario de máxima demanda para la vía “Puente Grau” y considerando $N= 4$ por el número de periodos de 15 minutos que conforma una hora, se procede a calcular el *Factor Horario de Máxima Demanda*

$$VHMD_{\text{Puente Grau}} = 1809 \text{ veh/hora}$$

$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1809}{4 * 476}$$

$$FHMD_{15min} = 0.950$$

Expresamos el VHMD para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Q_{15min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{1809}{4}$$

$$VHMD_{Q_{15min}} = 452 \text{ veh/15minutos}$$

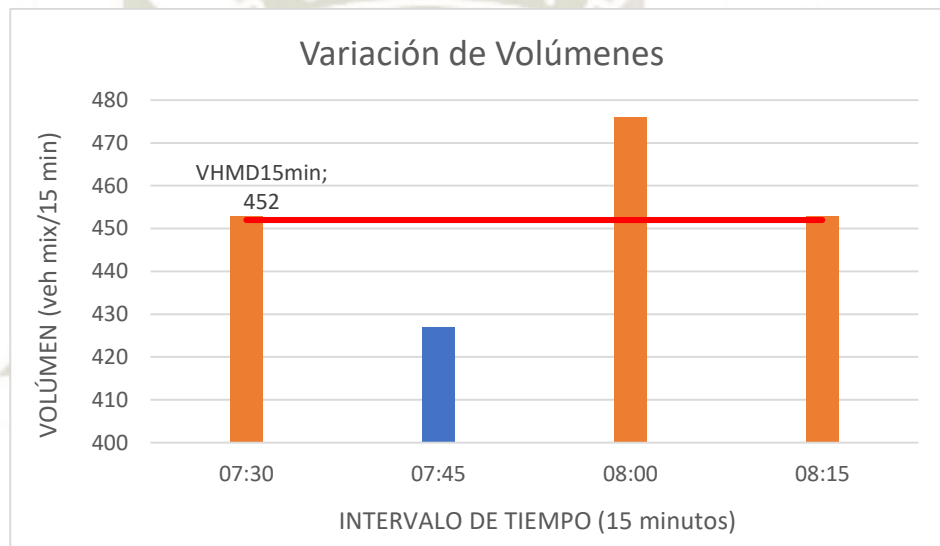


Gráfico 14: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede analizar que hubo una variación del volumen de vehículos que transitaban por la vía entre los diferentes periodos de 15 minutos, en donde el mayor flujo se dio en el periodo de 08:00 hasta las 08:15, con un volumen de 476 vehículos.

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos (*veh/15min*) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{15min} \left(\frac{veh}{15min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 58:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Puente Grau

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)	q (veh/h)
07:30	07:45	453	1812
07:45	08:00	427	1708
08:00	08:15	476	1904
08:15	08:30	453	1812
TOTAL		1809 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.

Para realizar el estudio de velocidad de la vía “Puente Grau” se consideró una distancia de 100m, que es lo correspondiente a un tramo medio de la vía. Los datos se obtuvieron de 70 vehículos de diferente tipo. En este caso, la toma de datos se facilitó por lo que en el medio de la vía el tránsito de los vehículos generalmente es fluida, los problemas se presentan a medida que se acercan a la rotonda.

$$\bar{v}_s = 30.14 \text{ km/h}$$

Tabla 59:
Formato de Velocidades - Puente Grau

FORMATO DE VELOCIDADES							
VIA:	PUENTE GRAU			SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:	
						18/09/2019 - 22/09/2019	
DISTANCIA (m)		100 m					
Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo	Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo
1	14.44	24.93	Moto	36	13.42	26.83	Camión 2 ejes
2	10.14	35.50	Combi	37	12.78	28.17	Taxi
3	8.98	40.09	Auto	38	13.66	26.35	Camioneta
4	13.87	25.96	Combi	39	11.94	30.15	Taxi
5	17.71	20.33	Combi	40	12.66	28.44	Auto
6	9.76	36.89	Taxi	41	13.9	25.90	Combi
7	12.45	28.92	Camioneta	42	13.41	26.85	Taxi
8	18.38	19.59	Combi	43	11.36	31.69	Taxi
9	11.59	31.06	Camión 2 ejes	44	12.66	28.44	Combi
10	11.9	30.25	Taxi	45	13.57	26.53	Taxi
11	13.78	26.12	Combi	46	8.09	44.50	Auto
12	12.52	28.75	Camioneta	47	11.54	31.20	Moto
13	14.4	25.00	Taxi	48	9.43	38.18	Auto
14	10.72	33.58	Combi	49	9.55	37.70	Taxi
15	8.71	41.33	Auto	50	11.99	30.03	Camioneta
16	18.16	19.82	Taxi	51	9.83	36.62	Combi
17	14.2	25.35	Camioneta	52	9.76	36.89	Combi
18	9.22	39.05	Taxi	53	12.72	28.30	Auto
19	9.17	39.26	Camioneta	54	11.4	31.58	Combi
20	8.88	40.54	Auto	55	10.38	34.68	Auto
21	13.79	26.11	Combi	56	10.32	34.88	Auto
22	9	40.00	Auto	57	14.16	25.42	Taxi
23	11.82	30.46	Camioneta	58	13.05	27.59	Combi
24	13.69	26.30	taxi	59	16.79	21.44	Combi
25	14.29	25.19	Moto	60	10.99	32.76	Camioneta
26	10.3	34.95	Couster	61	11.23	32.06	Combi
27	11.06	32.55	Auto	62	15.91	22.63	Taxi
28	11.69	30.80	Auto	63	12.53	28.73	Combi
29	13.62	26.43	Taxi	64	10.27	35.05	Camioneta
30	13.59	26.49	Bus	65	11.79	30.53	Camioneta
31	13.86	25.97	Combi	66	10.22	35.23	Taxi
32	13.22	27.23	Combi	67	12.43	28.96	Auto
33	16.44	21.90	Moto	68	13.12	27.44	Taxi
34	11.6	31.03	Taxi	69	12.9	27.91	Auto
35	13.76	26.16	Camioneta	70	13.68	26.32	Combi

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4.4. CONTEO DE PEATONES.

La vía Puente Grau interviene directamente con la rotonda (Ovalo Grau), por lo que es necesario conocer la cantidad de peatones que influyen en el tránsito. Para ellos se realizó un conteo en campo, de forma similar que el conteo vehicular, con la diferencia que se realizó solo en dos días de la semana. El punto de análisis (o estación) se estableció en el cruce peatonal más próximo al Ovalo Grau.



Imagen 63: Punto de análisis para conteo peatonal - Puente Grau

Fuente: Google Maps, (2019)

*Tabla 60:
Conteo de Peatones actual - Puente Grau*

Horario	Conteo de Peatones	
	Día (pea/h)	
	Lunes 30/09/2019	Miércoles 02/10/2019
07:30 – 08:30	13	16
13:30 – 14:30	15	10
18:30 – 19:30	10	12

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4.5. TRÁNSITO FUTURO.

Tabla 61:
Transito Futuro – Puente Grau

Transito Futuro – Puente Grau						
Vehículo	Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h)					
	Actual	A 5 Años	A 10 Años	A 15 Años	A 20 Años	A 25 Años
<i>Auto Particular</i>	396	433	473	518	566	619
<i>Taxi</i>	706	772	844	923	1009	1103
<i>Moto</i>	76	83	91	99	109	119
<i>Camioneta Cerrada</i>	161	176	192	210	230	251
<i>Pick Up</i>	43	47	51	56	61	67
<i>Panel</i>	5	5	6	7	7	8
<i>Micro</i>	102	112	122	133	146	159
<i>Couster</i>	309	338	369	404	441	483
<i>Bus 2E</i>	11	12	13	14	16	17
<i>Bus >3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 2E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 4E</i>	0	0	0	0	0	0
Total	1809	1978	2161	2364	2585	2826

Fuente: *Elaboración propia*

5.1.5. DATOS DE LA VÍA “AV. FRANCISCO BOLOGNESI”

Tabla 62:
Conteo Vehicular – Av. Francisco Bolognesi

Conteo Vehicular – Av. Francisco Bolognesi					
Horario	Día (veh/h)				
	Lunes 07/10/2019	Miércoles 09/10/2019	Viernes 11/10/2019	Sábado 12/10/2019	Domingo 13/10/2019
7:30 – 8:30	310	322	308	-	-
13:30 – 14:30	250	259	274	-	-
18:30 – 19:30	255	243	240	-	-
8:30 – 9:30	-	-	-	239	-
15:00 – 16:00	-	-	-	230	-
9:00 – 10:00	-	-	-	-	176

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante el conteo vehicular realizado para esta vía, se pudo determinar que el mayor flujo vehicular se suscitó el día *Miércoles 09 de Octubre del 2019*, con un total de 330 vehículos que transitaron en el turno de la mañana. Este valor obtenido lo consideramos como el volumen horario de máxima demanda para la vía “Av. Francisco Bolognesi”.

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR															
ESTUDIO DE TRAFICO															
VIA:		AV. FRANCISCO BOLOGNESI							SENTIDO:	DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30							DIA:	MIERCOLES		09/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			MICRO	COUSTER	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
07:30	07:35	10	9	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26
07:35	07:40	6	10	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
07:40	07:45	8	10	0	4	0	0	2	0	1	0	1	0	0	26
07:45	07:50	4	9	0	8	1	0	2	0	0	0	0	0	0	24
07:50	07:55	8	10	1	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	27
07:55	08:00	6	8	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	24
08:00	08:05	9	12	1	6	3	0	0	0	0	0	1	0	0	32
08:05	08:10	8	11	0	4	1	0	2	0	0	0	1	0	0	27
08:10	08:15	7	9	1	7	4	0	5	0	0	0	0	0	0	33
08:15	08:20	6	11	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
08:20	08:25	5	7	2	9	1	1	1	0	1	0	0	0	0	27
08:25	08:30	12	14	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	29
VEH. TOTAL		89	120	6	68	15	2	17	0	2	0	3	0	0	
TOTAL		322													

Imagen 64: Conteo Vehicular de la Vía "Av. Francisco Bolognesi" – Miércoles 09 de Octubre del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.5.1. DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO

Tabla 63:
Distribución de Vehículos – Av. Francisco Bolognesi

Distribución de Vehículos – Av. Francisco Bolognesi		
Vehículo	Cantidad (veh/h)	Porcentaje (%)
<i>Auto Particular</i>	89	27.64%
<i>Taxi</i>	120	37.27%
<i>Moto</i>	6	1.86%
<i>Camioneta Cerrada</i>	68	21.12%
<i>Pick Up</i>	15	4.66%
<i>Panel</i>	2	0.62%
<i>Micro</i>	17	5.28%
<i>Couster</i>	0	0.00%
<i>Bus 2E</i>	2	0.62%
<i>Bus >3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 2E</i>	3	0.93%
<i>Camión 3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 4E</i>	0	0.00%
Total	322	100%

Fuente: *Elaboración propia*

A diferencia de otras vías, por la Av. Francisco Bolognesi no circulan ninguna couster de transporte público. Los taxis siguen siendo el principal tipo de vehículo que circulan por la vía con un 36.97%, seguido por los autos particulares con 28.79% y las camionetas cerradas con 20.61%

Por la vía también circulan vehículos pesados, buses y camiones de carga, que si bien la cantidad es un poco reducida, por el volumen general de la vía, equivale a un porcentaje mayor que las demás vías analizadas.

$$P_{HV} = 1.55\%$$

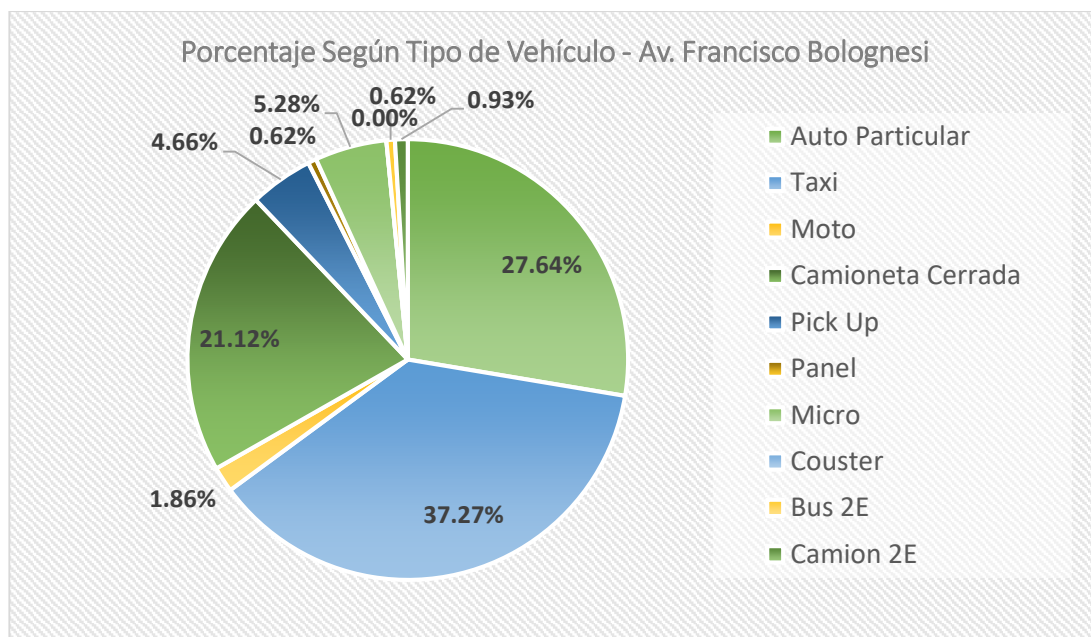


Gráfico 15: Distribución según tipo de vehículo – Av. Francisco Bolognesi

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.

- Periodo de 5 minutos

Tabla 64:

Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Av. Francisco Bolognesi

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)
07:30	07:35	26
07:35	07:40	25
07:40	07:45	26
07:45	07:50	24
07:50	07:55	27
07:55	08:00	24
08:00	08:05	32
08:05	08:10	27
08:10	08:15	33
08:15	08:20	22
08:20	08:25	27
08:25	08:30	29
TOTAL		322 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Considerando $N=12$ por el número de periodos de 5 minutos que conforman una hora, procede a calcular el *Factor Horario de Máxima Demanda*

$$VHMD_{Av.Francisco\ Bolognesi} = 322\ veh/hora$$

$$FHMD_{5min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{322}{12 * 33}$$

$$FHMD_{5min} = 0.813$$

Expresamos el VHMD es periodos de 5 minutos

$$VHMD_{Q_{5min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{322}{12}$$

$$VHMD_{Q_{5min}} = 27\ veh/5minutos$$

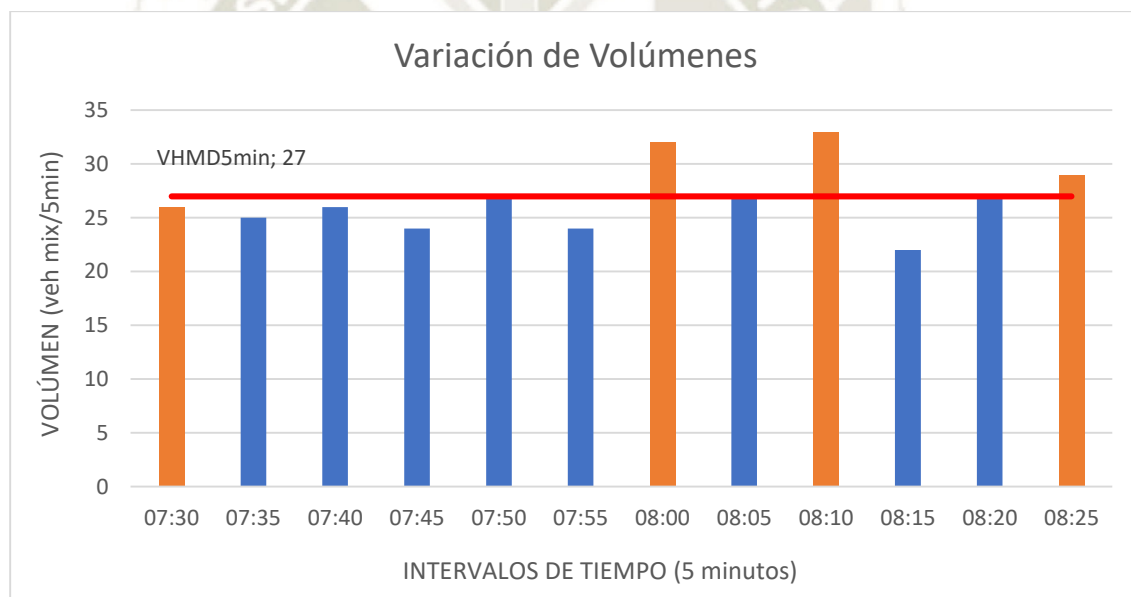


Gráfico 16: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Av. Francisco Bolognesi

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica presentada nos indica que la mayoría de los periodos mantiene un volumen similar de vehículos que transitan por la vía, salvo 3 periodos de 5 minutos en donde el flujo vehicular se incrementó, siendo el pico más alto el de 34 vehículos.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{5min} \right) * \frac{60min}{1\ h} = veh/h$$

Tabla 65:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Av. Francisco Bolognesi

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)	q (veh/h)
07:30	07:35	26	312
07:35	07:40	25	300
07:40	07:45	26	312
07:45	07:50	24	288
07:50	07:55	27	324
07:55	08:00	24	288
08:00	08:05	32	384
08:05	08:10	27	324
08:10	08:15	33	396
08:15	08:20	22	264
08:20	08:25	27	324
08:25	08:30	29	348
TOTAL		322 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

➤ Periodo de 15 minutos

Tabla 66:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Av. Francisco Bolognesi

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)
07:30	07:45	77
07:45	08:00	75
08:00	08:15	92
08:15	08:30	78
TOTAL		322 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Considerando $N=4$ por la cantidad de periodos de 15 minutos que conforma, y teniendo el dato del volumen horario de máxima demanda para la vía, se procede a calcular al *Factor horario de máxima demanda*.

$$VHMD_{Av.Francisco\ Bolognesi} = 322\ veh/hora$$

$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{322}{4 * 92}$$

$$FHMD_{15min} = 0.875$$

Expresamos el $VHMD$ para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Q_{15min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{322}{4}$$

$$VHMD_{Q_{15min}} = 81 \text{ veh}/15\text{ minutos}$$

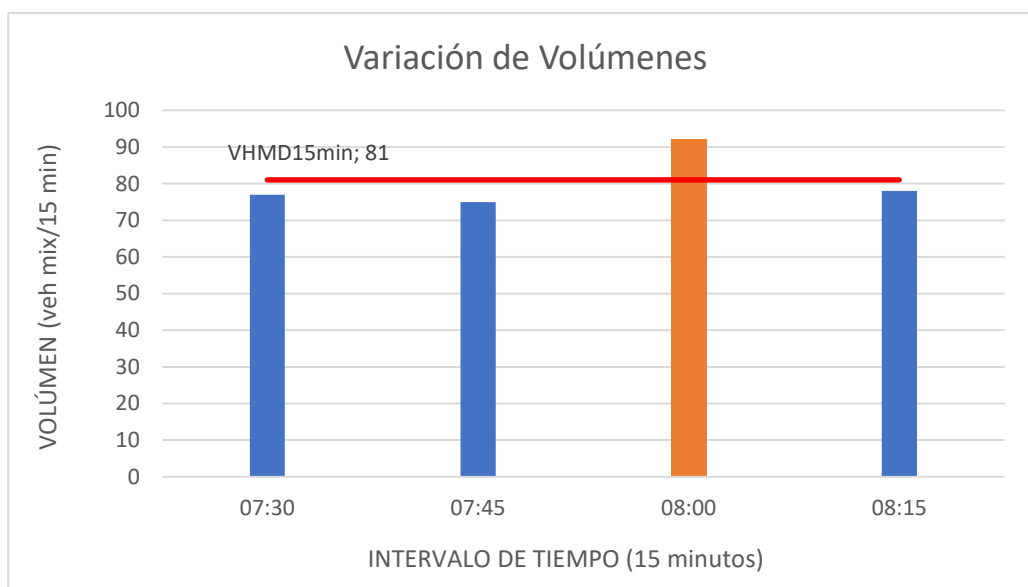


Gráfico 17: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Av. Francisco Bolognesi

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en la tabla, al considerar los periodos de 15 minutos, se puede observar que los volúmenes de vehículos son relativamente similares, salvo el periodo entre las 08:00 y las 08:15, en donde el volumen se despunta a 94 vehículos.

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos ($veh/15min$) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{15min} \right) * \frac{60min}{1h} = veh/h$$

Tabla 67:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Av. Francisco Bolognesi

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)	q (veh/h)
07:30	07:45	77	308
07:45	08:00	75	300
08:00	08:15	92	368
08:15	08:30	78	312
TOTAL		322 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.

Para realizar el estudio de velocidad de la vía “Av. Francisco Bolognesi” se consideró una distancia de 42m, que es lo correspondiente a un tramo medio de la vía, pero con una distancia prudente a la intersección, para evitar cualquier variación de los resultados. Los datos se obtuvieron de 70 vehículos de diferente tipo, como taxis, autos particulares, camionetas, entre otros.

$$\bar{v}_s = 29.29 \text{ km/h}$$

Tabla 68:
Formato de Velocidades - Av. Francisco Bolognesi

FORMATO DE VELOCIDADES							
VIA:	AV. FRANCISCO BOLOGNESI		SENTIDO:	DIRECCIÓN A LA ROTONDA	FECHA:		
					07/10/2019 - 13/10/2019		
DISTANCIA (m)		42 m					
Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo	Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo
1	6.22	24.31	Camioneta	36	5.16	29.30	Camioneta
2	5.93	25.50	Taxi	37	4.73	31.97	Taxi
3	5.98	25.28	Auto	38	5.1	29.65	Auto
4	5.68	26.62	Taxi	39	6.02	25.12	Micro
5	5.57	27.15	Micro	40	5.67	26.67	Camioneta
6	5.46	27.69	Camioneta	41	5.88	25.71	Auto
7	6.02	25.12	Camioneta	42	5.62	26.90	Taxi
8	5.03	30.06	Auto	43	4.85	31.18	Auto
9	4.27	35.41	Taxi	44	5.08	29.76	Auto
10	5.52	27.39	Moto	45	5.49	27.54	Camioneta
11	4.36	34.68	Auto	46	5.18	29.19	Taxi
12	4.75	31.83	Taxi	47	4.79	31.57	Moto
13	4.43	34.13	Auto	48	6.7	22.57	Camioneta
14	4.86	31.11	Micro	49	5.87	25.76	Auto
15	4.62	32.73	Auto	50	5.25	28.80	Camioneta
16	4.16	36.35	Taxi	51	5.37	28.16	Taxi
17	3.86	39.17	Auto	52	4.83	31.30	Taxi
18	3.63	41.65	Micro	53	5.92	25.54	Camioneta
19	4.4	34.36	Taxi	54	5.65	26.76	Camioneta
20	5.88	25.71	Micro	55	4.79	31.57	Camioneta
21	6.29	24.04	Auto	56	5.08	29.76	Auto
22	6.07	24.91	Taxi	57	4.48	33.75	Camioneta
23	6.09	24.83	Camioneta	58	5.46	27.69	Taxi
24	4.83	31.30	Auto	59	5.67	26.67	Auto
25	4.78	31.63	Auto	60	5.35	28.26	Auto
26	5.83	25.93	Moto	61	4.82	31.37	Taxi
27	5.97	25.33	Taxi	62	5.6	27.00	Taxi
28	5.76	26.25	Taxi	63	4.76	31.76	Taxi
29	5.84	25.89	Auto	64	5.38	28.10	Camioneta
30	5.28	28.64	Taxi	65	4.83	31.30	Camioneta
31	5.58	27.10	Auto	66	4.61	32.80	Camioneta
32	6.06	24.95	Taxi	67	4.5	33.60	Auto
33	5.85	25.85	Auto	68	4.31	35.08	Camioneta
34	5.5	27.49	Taxi	69	5.48	27.59	Moto
35	5.19	29.13	Camioneta	70	3.68	41.09	Auto

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5.4. CONTEO DE PEATONES.

La Av. Francisco Bolognesi, es una vía que interviene directamente con el Ovalo Grau, por tal motivo se va a tener que realizar el análisis en base al criterio de rotondas. En función a esto, la guía de HCM plantea como un dato la cantidad de peatones que influye en el tránsito vehicular, por lo que se realizó el conteo de peatones para tenerlo en consideración. El punto de análisis (o estación) se estableció en el cruce peatonal más próximo al Ovalo Grau.



Imagen 65: Punto de análisis para conteo peatonal – Av. Francisco Bolognesi

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69:
Conteo de Peatones actuales – Av. Francisco Bolognesi.

Conteo de Peatones		
Horario	Día (pea/h)	
	Miércoles 09/10/2019	Viernes 11/10/2019
07:30 – 08:30	230	205
13:30 – 14:30	160	179
18:30 – 19:30	187	191

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5.5. TRÁNSITO FUTURO.

Tabla 70:
Transito Futuro – Av. Francisco Bolognesi

Transito Futuro – Av. Francisco Bolognesi						
Vehículo	Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h)					
	Actual	A 5 Años	A 10 Años	A 15 Años	A 20 Años	A 25 Años
<i>Auto Particular</i>	89	97	106	116	127	139
<i>Taxi</i>	120	131	143	157	171	187
<i>Moto</i>	6	7	7	8	9	9
<i>Camioneta Cerrada</i>	68	74	81	89	97	106
<i>Pick Up</i>	15	16	18	20	21	23
<i>Panel</i>	2	2	2	3	3	3
<i>Micro</i>	17	19	19	22	24	27
<i>Couster</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Bus 2E</i>	2	2	2	3	3	3
<i>Bus >3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 2E</i>	3	4	5	7	9	12
<i>Camión 3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 4E</i>	0	0	0	0	0	0
Total	322	352	384	425	464	509

Fuente: *Elaboración propia*

5.1.6. DATOS DE LA VÍA “AV. EJÉRCITO”

Tabla 71:
Conteo Vehicular – Av. Ejército

Conteo Vehicular – Av. Ejército					
Horario	Día (veh/h)				
	Lunes 07/10/2019	Miércoles 09/10/2019	Viernes 11/10/2019	Sábado 12/10/2019	Domingo 13/10/2019
7:30 – 8:30	241	202	192		
13:30 – 14:30	167	156	154		
18:30 – 19:30	152	150	142		
8:30 – 9:30				149	
15:00 – 16:00				91	
9:00 – 10:00					96

Fuente: *Elaboración Propia.*

Mediante el conteo vehicular realizado para esta vía de la av. Ejército, el carril con dirección hacia el Ovalo Grau, se pudo determinar que el mayor flujo vehicular se suscitó el día *Lunes 07 de Octubre del 2019*, con un total de 241 vehículos que transitaron en el turno de la mañana. Este valor obtenido lo consideramos como el volumen horario de máxima demanda para la vía “Av. Ejército”.

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO															
VIA:		AV. EJERCITO							SENTIDO:	DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30							DIA:	LUNES		07/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			MICRO	COUSTER	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	5	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
07:35	07:40	6	8	0	6	0	0	3	0	0	0	1	0	0	24
07:40	07:45	6	9	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	22
07:45	07:50	13	9	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31
07:50	07:55	9	9	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	23
07:55	08:00	6	8	0	6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	22
08:00	08:05	7	7	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	19
08:05	08:10	3	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
08:10	08:15	4	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
08:15	08:20	6	10	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23
08:20	08:25	3	6	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	15
08:25	08:30	5	9	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	22
VEH. TOTAL		73	91	2	52	7	1	6	0	0	0	9	0	0	
TOTAL		241													

Imagen 66: Conteo Vehicular de la Vía "Av. Ejército" – Lunes 07 de Octubre del 2019

Fuente: Elaboración Propia.

5.1.6.1. DISPOSICIÓN Y COMPOSICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Tabla 72:
Distribución de Vehículos – Av. Ejército

Distribución de Vehículos – Av. Ejército		
Vehículo	Cantidad (veh/h)	Porcentaje (%)
<i>Auto Particular</i>	73	30.29%
<i>Taxi</i>	91	37.76%
<i>Moto</i>	2	0.83%
<i>Camioneta Cerrada</i>	52	21.58%
<i>Pick Up</i>	7	2.90%
<i>Panel</i>	1	0.41%
<i>Micro</i>	6	2.49%
<i>Couster</i>	0	0.00%
<i>Bus 2E</i>	0	0.00%
<i>Bus >3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 2E</i>	9	3.73%
<i>Camión 3E</i>	0	0.00%
<i>Camión 4E</i>	0	0.00%
Total	241	100%

Fuente: *Elaboración propia*

De igual forma que en la Av. Francisco Bolognesi, en este carril de la av. Ejército, no transita ninguna couster de transporte público. Los principales tipos de vehículos se circulan, como en casi todas las demás vías, los taxis en un 37.76%, seguido por los autos particulares con 30.29% y las camionetas cerradas 21.58%.

Por esta vía, no se registró presencia de buses, pero sí de camiones de carga, en una cantidad relativamente baja, pero por el volumen vehicular de la vía, equivale a un porcentaje considerable.

$$P_{HV} = 3.73\%$$

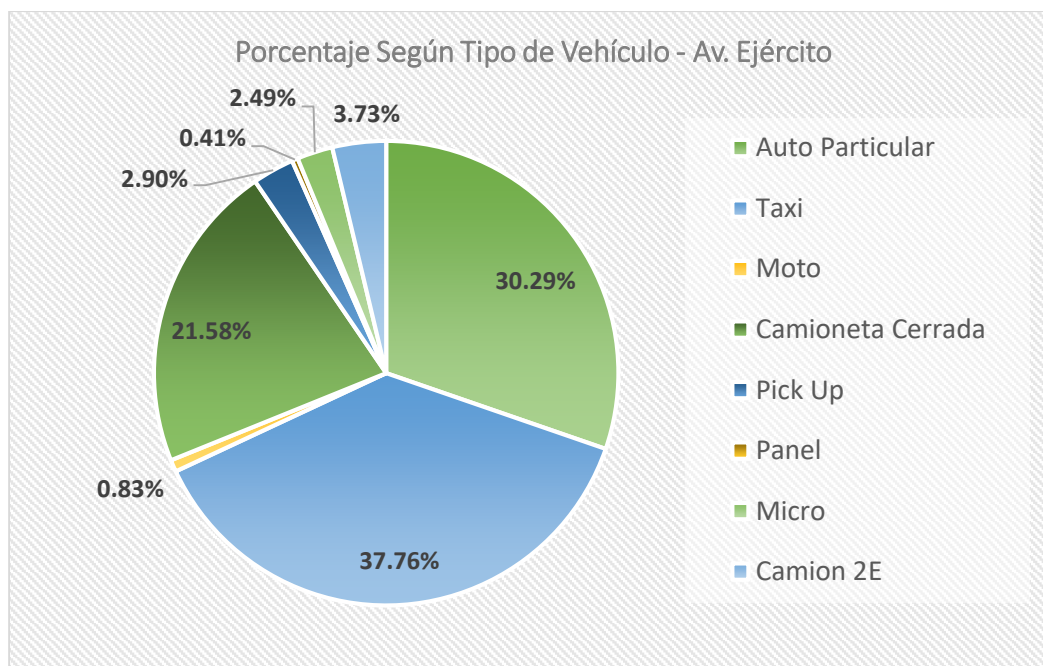


Gráfico 18: Distribución según tipo de vehículo – Av. Francisco Bolognesi

Fuente: Elaboración propia.

5.1.6.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO

➤ Periodo de 5 minutos

Tabla 73:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos – Av. Ejército

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)
07:30	07:35	17
07:35	07:40	24
07:40	07:45	22
07:45	07:50	31
07:50	07:55	23
07:55	08:00	22
08:00	08:05	19
08:05	08:10	13
08:10	08:15	10
08:15	08:20	23
08:20	08:25	15
08:25	08:30	22
TOTAL		241 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Con el volumen horario de máxima demanda calculado para esta vía y considerando $N=12$, se procede a calcular el *Factor Horario de Máxima Demanda*.

$$VHMD_{Av.Ejército} = 241 \text{ veh/hora}$$

$$FHMD_{5min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{241}{12 * 31}$$

$$FHMD_{5min} = 0.648$$

Expresamos el VHMD es periodos de 5 minutos

$$VHMD_{Q_{5min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{241}{12}$$

$$VHMD_{Q_{5min}} = 20 \text{ veh/5minutos}$$

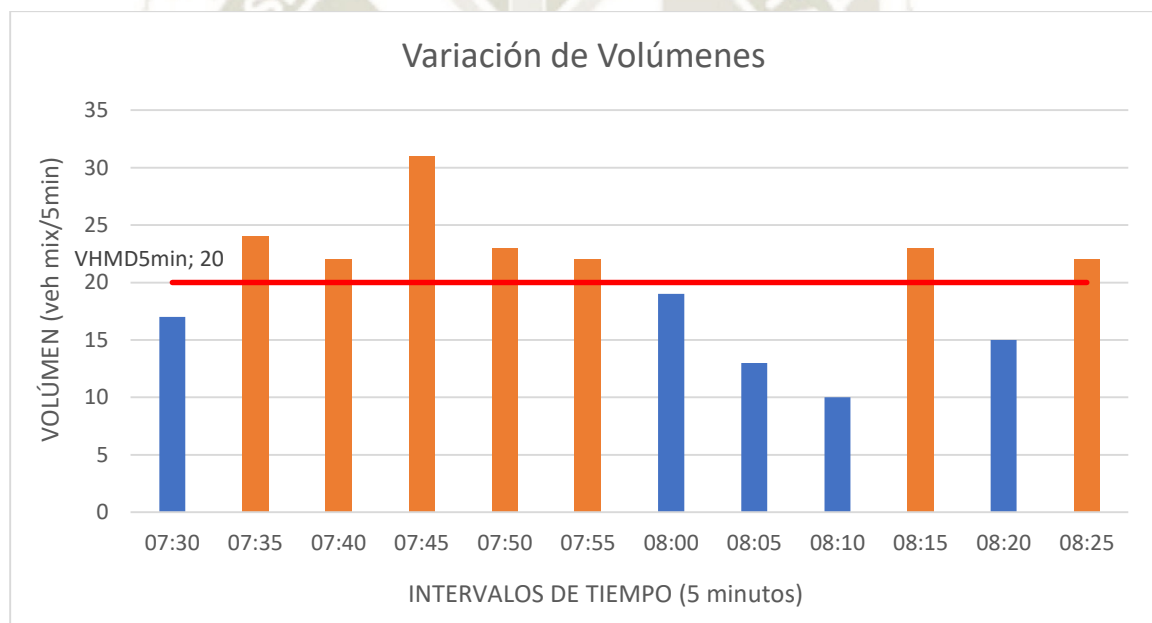


Gráfico 19: Variación de volúmenes en periodos de 5 minutos – Av. Ejército

Fuente: Elaboración Propia.

En esta vía, como se puede visualizar en la gráfica, la variación de volúmenes es variado, teniendo el pico más bajo de vehículos en el periodo entre las 08:05 y 08:10 con solo 10 vehículos; y el pico con mayor flujo vehicular en el periodo entre las 07:45 y 7:50 con 31 vehículos.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{5min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 74:
Volumen de tránsito actual en periodos de 5 minutos ajustados a una hora – Av. Ejército

PERIODO 5 min		Q_{5min} (veh/5min)	q (veh/h)
07:30	07:35	17	204
07:35	07:40	24	288
07:40	07:45	22	264
07:45	07:50	31	372
07:50	07:55	23	276
07:55	08:00	22	264
08:00	08:05	19	228
08:05	08:10	13	156
08:10	08:15	10	120
08:15	08:20	23	276
08:20	08:25	15	180
08:25	08:30	22	264
TOTAL		241 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

➤ Periodo de 15 minutos

Tabla 75:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos – Av. Ejército

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)
07:30	07:45	63
07:45	08:00	76
08:00	08:15	42
08:15	08:30	60
TOTAL		241 veh/h

Fuente: Elaboración Propia

Empleando $N=4$ por la cantidad de periodos de 15 minutos que conforma se procede a calcular al *Factor horario de máxima demanda*.

$$VHMD_{Av.Ejército} = 241 \text{ veh/hora}$$

$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{241}{4 * 76}$$

$$FHMD_{15min} = 0.793$$

Expresamos el VHMD para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Q_{15min}} = \frac{VHMD}{N} = \frac{241}{4}$$

$$VHMD_{Q_{15min}} = 60 \text{ veh}/15\text{ minutos}$$

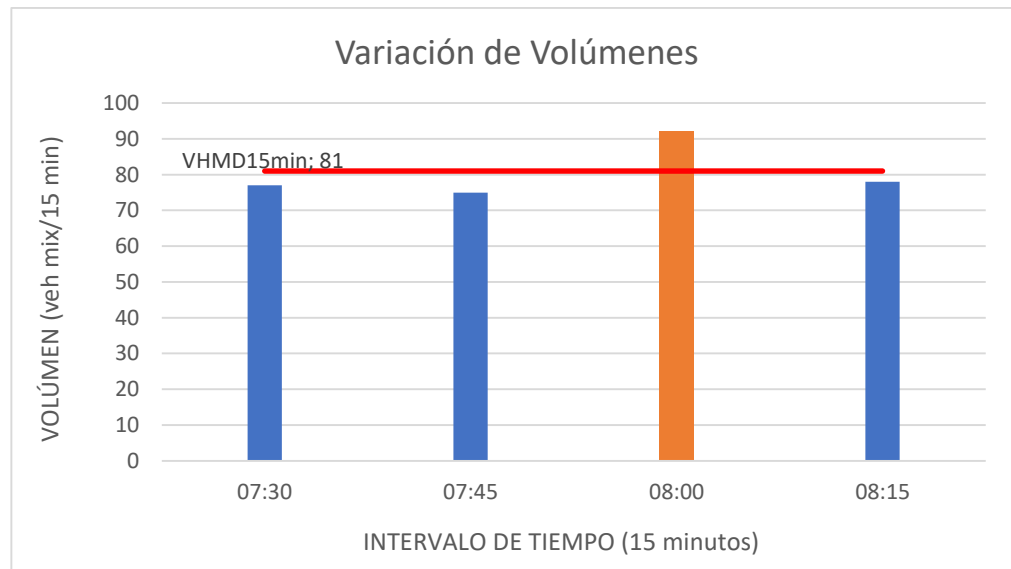


Gráfico 20: Variación de volúmenes en periodos de 15 minutos – Av. Ejército

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando los periodos de 15 minutos, la variación se reduce, manteniendo los volúmenes relativamente similares, salvo un periodo pico entre las 08:00 y 08:15 con una cantidad de 76 vehículos.

Por último, se va a realizar la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos ($veh/15min$) a valores equivalente a una hora, mediante la siguiente ecuación.

$$q = Q_{5min} \left(\frac{veh}{15min} \right) * \frac{60min}{1 h} = veh/h$$

Tabla 76:
Volumen de tránsito actual en periodos de 15 minutos ajustados a una hora – Av. Ejército

PERIODO 15 min		Q_{15min} (veh/15min)	q (veh/h)
07:30	07:45	63	252
07:45	08:00	76	304
08:00	08:15	42	168
08:15	08:30	60	240
TOTAL		241 veh/h	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES.

Para realizar el estudio de velocidad de la vía “Av. Ejército” con dirección a la rotonda se consideró una distancia de 35m, que es lo correspondiente a un tramo medio de la vía. Este caso se presentó que la vía tiene un tránsito por lo general fluido, por lo que los vehículos no tienen mayor dificultad para transitar, hasta el momento que ingresan a la rotonda y se presente el conflicto con las demás vías que intervienen.

$$\bar{v}_s = 40.22 \text{ km/h}$$

Tabla 77:
Formato de Velocidades - Av. Ejército

FORMATO DE VELOCIDADES							
VIA:	AV. EJÉRCITO			SENTIDO:	DIRECCIÓN A LA ROTONDA	FECHA:	
						07/10/2019 - 13/10/2019	
DISTANCIA (m)		35 m					
Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo	Nº	Tiempo (s.)	Vi (km/h)	Tipo de Vehículo
1	4.36	28.90	Micro	36	3.18	39.62	Auto
2	3.87	32.56	Taxi	37	2.88	43.75	Taxi
3	3.56	35.39	Auto	38	3.25	38.77	Camioneta
4	2.89	43.60	Camioneta	39	3.5	36.00	Taxi
5	3.56	35.39	Micro	40	3.97	31.74	Micro
6	3.08	40.91	Taxi	41	2.91	43.30	Cerrada
7	2.73	46.15	Moto	42	2.84	44.37	Taxi
8	2.89	43.60	Moto	43	3.41	36.95	Micro
9	3.2	39.38	Pick up	44	3.47	36.31	Auto
10	3.9	32.31	Micro	45	3.87	32.56	Auto
11	3.75	33.60	Taxi	46	2.75	45.82	Taxi
12	3.77	33.42	Micro	47	3.37	37.39	Camioneta
13	3.41	36.95	Camioneta	48	3.07	41.04	Taxi
14	3.07	41.04	Auto	49	3.88	32.47	Pick up
15	3.21	39.25	Pick up	50	3.65	34.52	Auto
16	2.89	43.60	Moto	51	3.53	35.69	Micro
17	3.07	41.04	Auto	52	2.97	42.42	Taxi
18	3.58	35.20	Micro	53	2.96	42.57	Auto
19	3.41	36.95	Taxi	54	2.35	53.62	Moto
20	3.67	34.33	Micro	55	3.15	40.00	Taxi
21	3.14	40.13	Auto	56	2.31	54.55	Moto
22	2.85	44.21	Auto	57	3.72	33.87	Micro
23	2.69	46.84	Taxi	58	2.66	47.37	Auto
24	3.3	38.18	Pick up	59	2.73	46.15	Taxi
25	2.41	52.28	Camioneta	60	3.25	38.77	Micro
26	3.1	40.65	Camioneta	61	3.19	39.50	Pick up
27	3.32	37.95	Micro	62	3.62	34.81	Micro
28	2.72	46.32	Auto	63	2.65	47.55	Taxi
29	3.09	40.78	Auto	64	2.68	47.01	Auto
30	3.28	38.41	Micro	65	3.2	39.38	Auto
31	2.94	42.86	Cerrada	66	3.19	39.50	Taxi
32	2.81	44.84	Moto	67	3.16	39.87	Taxi
33	2.87	43.90	Pick up	68	3.25	38.77	Pick up
34	3.06	41.18	Auto	69	3.1	40.65	Cerrada
35	2.61	48.28	Taxi	70	3.28	38.41	Micro

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.4. CONTEO DE PEATONES.

La tercera vía que abastece al Ovalo Grau es la Av. Ejército, por lo cual es parte del análisis de la rotonda. Sabiendo esto, se toma en consideración a los peatones que influyen en el flujo vehicular de la vía. Para realizar este conteo, se consideró el ingreso de la vía con la rotonda.



*Imagen 67: Punto de análisis para conteo peatonal – Av. Ejército
Fuente: Google Maps, (2019)*

*Tabla 78:
Conteo de Peatones – Av. Ejército.*

Horario	Conteo de Peatones	
	Día	
	Miércoles 09/10/2019	Viernes 11/10/2019
07:30 – 08:30	8	4
13:30 – 14:30	2	6
18:30 – 19:30	4	5

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.5. TRÁNSITO FUTURO.

Tabla 79:
Transito Futuro – Av. Ejército

<i>Transito Futuro – Av. Ejército</i>						
Vehículo	Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h)					
	<i>Actual</i>	<i>A 5 Años</i>	<i>A 10 Años</i>	<i>A 15 Años</i>	<i>A 20 Años</i>	<i>A 25 Años</i>
<i>Auto Particular</i>	73	80	87	95	104	114
<i>Taxi</i>	91	99	109	119	130	142
<i>Moto</i>	2	2	2	3	3	3
<i>Camioneta Cerrada</i>	52	57	62	68	74	81
<i>Pick Up</i>	7	8	8	9	10	11
<i>Panel</i>	1	1	1	1	1	2
<i>Micro</i>	6	7	7	8	9	9
<i>Couster</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Bus 2E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Bus >3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 2E</i>	9	12	16	21	28	37
<i>Camión 3E</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Camión 4E</i>	0	0	0	0	0	0
Total	241	266	292	324	359	399

Fuente: Elaboración propia

5.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Como se había explicado en capítulos anteriores, se identificó dos tipos de intersecciones principales en las cuales la vía del Puente Grau, y demás vías aledañas tenían participación. Las intersecciones las denominamos “*Intersección Puente Grau*” y “*Ovalo Grau*”.

Lo que se va a proceder a continuación es el análisis de ambas intersecciones, de forma independiente cada una, aplicando la metodología expuesta por el “*Highway Capacity Manual - HCM 2010*” (Capítulo III). Para este análisis de las intersecciones primero se debe identificar el tipo de intersección que se presenta en el área de estudio, para evaluar el método que se aplicará. Así mismo se deben trabajar con

todas las vías involucradas en forma simultánea siguiendo los pases que presenta la metodología.

5.2.1. ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN PUENTE GRAU

Esta intersección, por su distribución de las vías y por la nula presencia de semáforos, pertenece al grupo de “*Intersecciones controladas con STOP en sus cuatro vías*” según el Manual de Capacidad de Carreteras (Transportation Research Board of the National Academies, 2010). Las vías involucradas y las que se van a analizar son la *Calle Puente Grau*, *Calle Grau* y *La derivación Av. La Marina*.

5.2.1.1. DATOS DE ENTRADA.

Para la obtención de estos datos, vamos a emplear los obtenidos en campo, en base al conteo vehicular realizado. Se va a emplear el volumen horario de máxima demanda considerando periodos de 15 minutos para cada vía en particular.

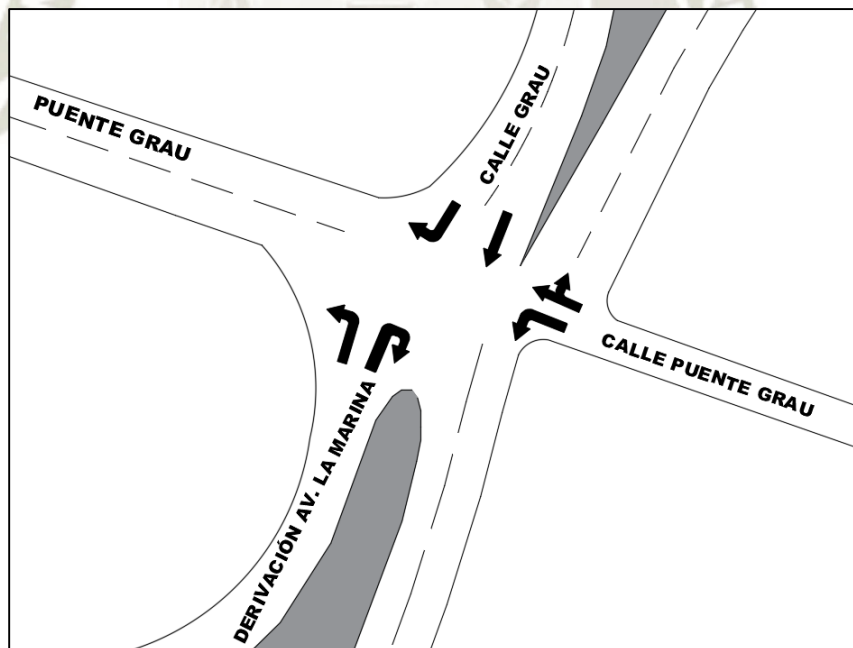


Imagen 68: Diagrama Intersección Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80:
Datos de Entrada - Intersección Puente Grau

Datos de Entrada – Intersección Puente Grau			
Datos	Vías		
	Calle Puente Grau	Calle Grau	Derivación Av. La Marina
<i>N° Carriles</i>	1	2	1
<i>% Vehículos Pesados</i>	0.20%	1.21%	1.61%
<i>VHMD (veh/h)</i>	1022	907	683
<i>Q_{max15min} (veh/15min)</i>	280	238	178
<i>Tasa de flujo, de frente (veh/15min)</i>	247	70	0
<i>Tasa de flujo, giro a izquierda (veh/15min)</i>	11	0	52
<i>Tasa de flujo, giro a derecha (veh/15min)</i>	22	168	126
<i>FHMD</i>	0.913	0.953	0.959
<i>Periodo</i>	15 minutos	15 minutos	15 minutos

Fuente: Elaboración Propia.

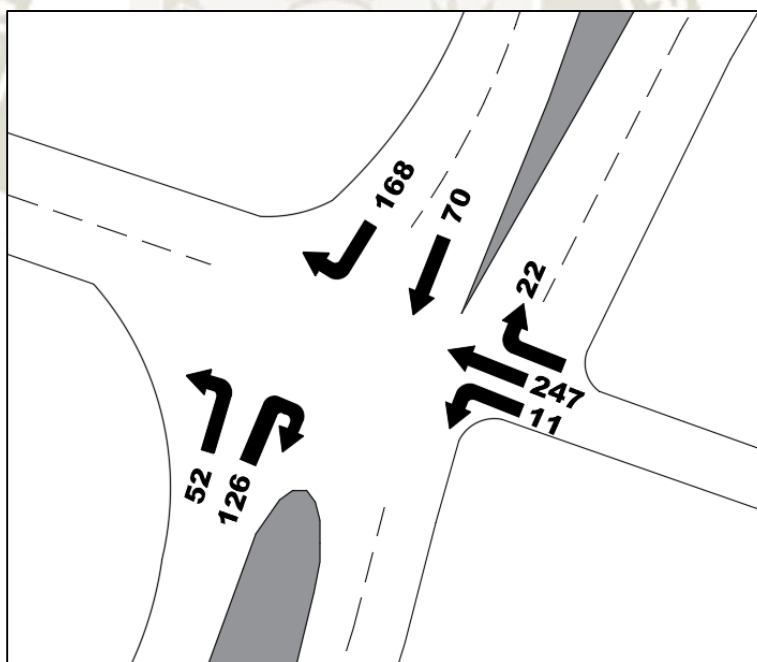


Imagen 69: Distribución de vehículos por movimiento (veh/15 minutos) - Intersección Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.2. CONVERSIÓN DE VOLUMENES DE DEMANDA Y TASAS DE FLUJO.

Se convierte los volúmenes calculados de periodos de 15 minutos a *vehículos/hora*, y se ajustarlo mediante el *FHMD*. Así mismo se calculan las tasas de flujo por cada carril y por cada vía.

Tabla 81:

Volúmenes de demanda y tasas de flujo - Intersección Puente Grau

Valores	Vías (veh/h)		
	Calle Puente Grau	Calle Grau	Derivación Av. La Marina
Volumen de demanda, de frente	1083	294	0
Volumen de demanda, giro a izquierda	49	0	217
Volumen de demanda, giro a derecha	0	710	530
Tasa de flujo por carril	Carril 1: 1132	Carril 1: 502 Carril 2: 502	Carril 1: 747

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.3. DETERMINACIÓN DE INTERVALOS DE SATURACIÓN E INTERVALO DE SALIDA.

Se calcula el intervalo de saturación para cada vía empleando los porcentajes de vehículos pesados, y el porcentaje de vehículos que realiza los diversos movimientos en una vía. Así mismo para determinar el intervalo de salida, se debe realizar un proceso iterativo hasta conseguir una diferencia de error menor a *0.1 segundos*.

Tabla 82:
Intervalos de Saturación e Intervalos de Salida - Intersección Puente Grau

Valores	Vías		
	Calle Puente Grau	Calle Grau	Derivación Av. La Marina
Grupo de geometría de la vía	5	1	1
Intervalo de Saturación h_{adj}	0.025 s	-0.404 s	-0.340 s
Intervalo de Salida inicial h_{di}	3.2 s	3.2 s	3.2 s
Grado de Saturación x_1	1.00	0.446	0.664
Intervalo de Salida 1ra Iteración h_{d1}	7.342 s	6.180 s	6.259 s
Grado de Saturación x_2	1.00	0.862	1.00
Intervalo de Salida 2da Iteración h_{d2}	7.579 s	6.591 s	6.602 s
Grado de Saturación x_3	1.00	0.919	1.00
Intervalo de Salida 3ra Iteración h_{d3}	7.584 s	6.591 s	6.617 s

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.4. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD Y EL TIEMPO DE SERVICIO.

Para calcular la capacidad de la vía, se debe considerar que el grado de saturación es $x=1$, con lo cual, empleando el intervalo de salida calculado anteriormente, se obtiene la tasa de flujo Óptima para lograr el máximo rendimiento posible de la vía.

Así mismo, el tiempo de servicio de la vía se calcula empleando el intervalo de salida h_d obtenido anteriormente, y restándole un tiempo de ascenso “ m ” que depende del tipo de geometría de la intersección y la vía en particular (2.0 s. para los grupos de geometría del 1 al 4 y 2.3 s. para los grupos de geometría 5 y 6).

Tabla 83:
Tiempo de Servicio y Capacidad de las vías - Intersección Puente Grau

Tiempo de Servicio y Capacidad de la vía – Intersección Puente Grau			
Valores	Vías		
	Calle Puente Grau	Calle Grau	Derivación Av. La Marina
<i>m</i>	2.3 s.	2 s.	2 s.
<i>Intervalo de salida h_d</i>	7.584 s	6.591 s	6.617 s
<i>Tiempo de servicio t_s</i>	5.284 s.	4.591	4.617 s.
<i>Capacidad del carril (veh/h)</i>	Carril 1: 475	Carril 1: 546 Carril 2: 546	Carril 1: 544
<i>Tasa de flujo (veh/h)</i>	Carril 1: 1132	Carril 1: 502 Carril 2: 502	Carril 1: 747
<i>Relación Volumen – Capacidad (v/c)</i>	Carril 1: 2.833	Carril 1: 0.919 Carril 2: 0.919	Carril 1: 1.373

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.5. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.

Para determinar los niveles de servicio de cada carril y cada vía, se consideran dos criterios en función al volumen o tasa de flujo de la vía, la capacidad y el tiempo de demora.

- *Relación V/C:* Este criterio tiene únicamente un solo parámetro, si el valor de esta relación es mayor a 1 se considera el Nivel de servicio “F”.
- *Tiempo de Servicio:* Para poder determinar el nivel de servicio se las vías en función al tiempo de servicio, es necesario guiarse de la tabla expuesta en el punto 3.1.2 de la presente investigación.

Tabla 84:
Niveles de servicio actuales - Intersección Puente Grau

Niveles de Servicio – Intersección Puente Grau			
Valores	Vías		
	Calle Puente Grau	Calle Grau	Derivación Av. La Marina
<i>Tiempo de Demora por carril (s/veh)</i>	Carril 1: 646.16	Carril 1: 46.67 Carril 2: 46.67	Carril 1: 199.03
<i>Relación Volumen – Capacidad (v/c)</i>	Carril 1: 2.833	Carril 1: 0.919 Carril 2: 0.919	Carril 1: 1.373
<i>Nivel de Servicio por Carril</i>	Carril 1: F	Carril 1: E Carril 2: E	Carril 1: F
<i>Tiempo de demora por vía (s/veh)</i>	646.16	46.67	199.03
<i>Nivel de Servicio por vía</i>	F	E	F
<i>Tiempo de demora de Intersección (s/veh)</i>		321.53	
<i>Nivel de Servicio por Intersección</i>		F	

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2. ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN OVALO GRAU

Este ovalo o intersección, por su propia geometría, pertenece al grupo de “Rotondas” según el Manual de Capacidad de Carreteras. Las vías de acceso a esta rotonda son “Puente Grau”, “Av. Ejército” y “Av. Francisco Bolognesi” (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

5.2.2.1. DATOS DE ENTRADA.

Para la obtención de estos datos, vamos a emplear los obtenidos en campo, en base al conteo vehicular realizado. Se va a emplear el volumen horario de máxima demanda considerando periodos de 15 minutos para cada vía en particular, así como el conteo de peatones que influyen en el tránsito de los vehículos.

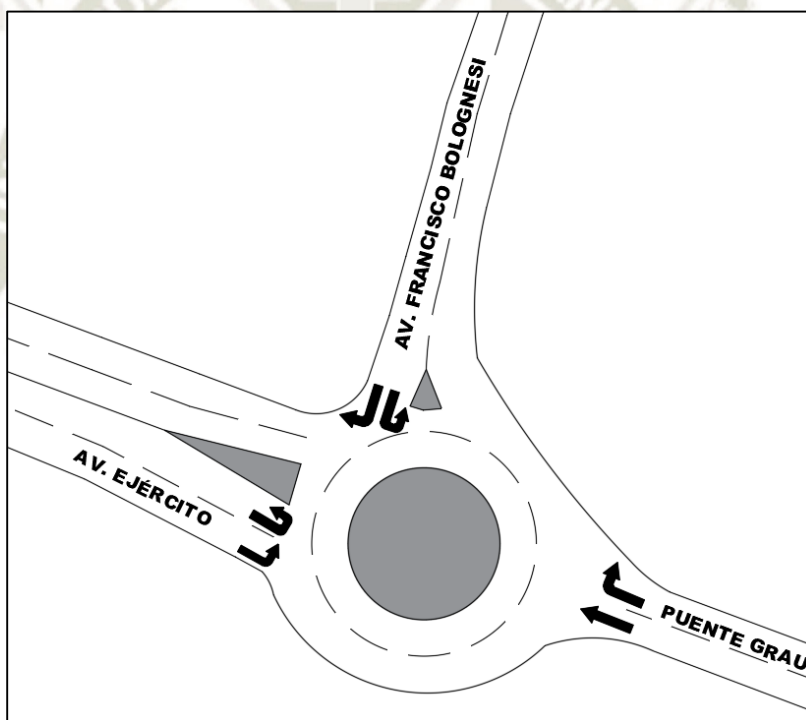


Imagen 70: Diagrama Ovalo Grau

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85:
Datos de Entrada - Ovalo Grau

Datos de Entrada – Ovalo Grau			
Datos	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>N° Carriles</i>	2	2	1
<i>% Vehículos Pesados</i>	0.61%	3.73%	1.55%
<i>VHMD (veh/h)</i>	1809	241	322
<i>Q_{max15min} (veh/15min)</i>	476	76	92
<i>Tasa de flujo, de frente (veh/15min)</i>	321	-	-
<i>Tasa de flujo, giro a izquierda (veh/15min)</i>	-	72	-
<i>Tasa de flujo, giro a derecha (veh/15min)</i>	155	-	87
<i>Tasa de flujo, giro en “U” (veh/15min)</i>	-	4	5
<i>FHMD</i>	0.95	0.79	0.88
<i>Peatones /hora</i>	16	8	230
<i>Periodo</i>	15 minutos	15 minutos	15 minutos

Fuente: Elaboración Propia.

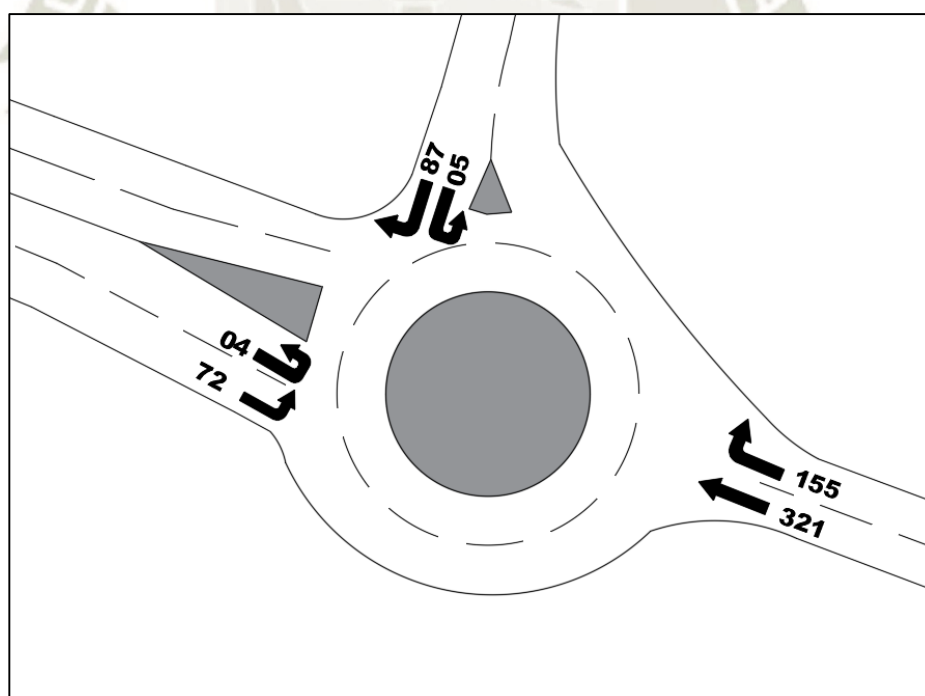


Imagen 71: Distribución de vehículos por movimiento (veh/15 minutos) – Ovalo Grau

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.2. CONVERSIÓN DE VOLUMENES DE DEMANDA A TASAS DE FLUJO.

Se convierte los volúmenes calculados de periodos de 15 minutos a vehículos/hora, y se ajustarlo mediante el FHMD.

Tabla 86:
Tasas de Flujo – Ovalo Grau

Tasas de Flujo – Ovalo Grau			
Valores	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>Tasa de Flujo, ruta de frente (veh/h)</i>	1351	-	-
<i>Tasa de Flujo, giro a izquierda (veh/h)</i>	-	363	-
<i>Tasa de Flujo, giro a derecha (veh/h)</i>	653	-	398
<i>Tasa de Flujo, vuelta en “U” (veh/h)</i>	-	20	23

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.3. AJUSTE DE TASAS DE FLUJO PARA VEHÍCULOS PESADOS.

Calculado el factor de ajuste por vehículos pesados en función al porcentaje de este tipo de vehículos que circulan la vía, se procede a realizar el ajuste a la tasa de flujo, convirtiendo el valor a vehículos ligeros por hora. (veh ligeros/h).

Tabla 87:
Ajustes de Tasas de Flujo – Ovalo Grau

Ajuste de Tasas de Flujo – Ovalo Grau			
Valores	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>Porcentaje de vehículos pesados</i>	0.61%	3.73%	1.55%
<i>Factor de Ajuste por vehículos pesados</i>	0.994	0.964	0.985
<i>Tasa de Flujo ajustado, ruta de frente (veh ligeros/h)</i>	1359	-	-
<i>Tasa de Flujo ajustado, giro a izquierda (veh ligeros/h)</i>	-	377	-
<i>Tasa de Flujo ajustado, giro a derecha (veh ligeros/h)</i>	657	-	404
<i>Tasa de Flujo ajustado, vuelta en “U” (veh ligeros/h)</i>	-	21	23

Fuente: Elaboración Propia.

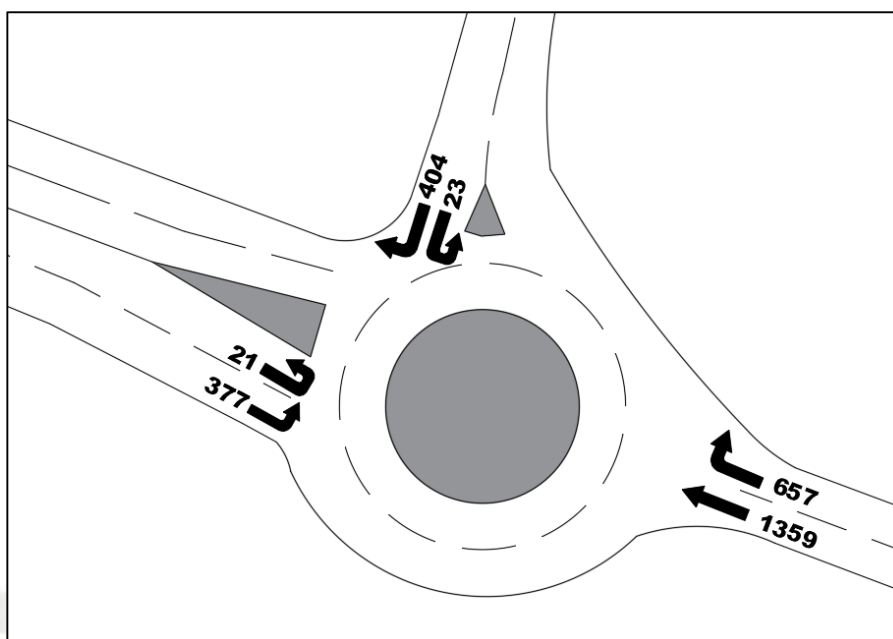


Imagen 72: Ajuste de tasas de flujo (veh ligeros/h) – Ovalo Grau

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.4. DETERMINAR LAS TASAS DE FLUJO CIRCULANTE Y DE ENTRADA.

*Tabla 88:
Tasas de Flujo Circulante y Entrante– Ovalo Grau*

<i>Tasas de Flujo Circulante y Entrante – Ovalo Grau</i>			
<i>Valores</i>	<i>Vías</i>		
	<i>Puente Grau</i>	<i>Av. Ejército</i>	<i>Av. Francisco Bolognesi</i>
<i>Tasa de Flujo circulante (veh ligeros/h)</i>	421	23	1380
<i>Tasa de Flujo entrante (veh ligeros/h)</i>	<i>Carril Der.: 1068</i>	<i>Carril Der.: 211</i>	<i>Carril Único:</i>
	<i>Carril Izq.: 948</i>	<i>Carril Izq.: 187</i>	<i>427</i>

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.5. DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LAS VÍAS.

Para determinar la capacidad de cada carril de las vías involucradas en la rotonda, se debe identificar cual es el caso al que pertenece cada vía, y aplicar la formula correspondiente que se explica en el punto 3.2.3 de la presente investigación.

Tabla 89:
Capacidad de las Vías– Ovalo Grau

Capacidad de las Vías – Ovalo Grau			
Valores	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>N° de carriles de circulación</i>	2	2	2
<i>N° de carriles de la vía de entrada</i>	2	2	1
<i>Tasa de Flujo circulante (veh ligeros/h)</i>	421	23	1380
Capacidad de la vía (veh ligeros/h)	Carril Der.: 842	Carril Der.: 1112	Carril Único:
	Carril Izq.: 824	Carril Izq.: 1111	430

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.6. CONVERSIÓN DE CAPACIDAD Y TASA DE FLUJO.

Para realizar esta conversión de la capacidad y tasa de flujo de las vías, se considera la influencia del peatón, mediante un factor de ajuste $f_{pea,i}$, y un factor de ajuste por los vehículos pesados para cara carril $f_{HV,i}$.

Tabla 90:
Conversión de Capacidad y Tasa de Flujo– Ovalo Grau

Conversión de Capacidad y Tasa de Flujo – Ovalo Grau			
Valores	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>Factor por peatones $f_{pea,i}$</i>	0.963	0.993	1.00
<i>Factor por vehículos pesados $f_{HV,i}$</i>	0.994	0.964	0.985
<i>Tasa de Flujo entrante (veh/h)</i>	<i>Carril Der.: 1062</i> <i>Carril Izq.: 942</i>	<i>Carril Der.: 203</i> <i>Carril Izq.: 180</i>	<i>Carril Único:</i> 420
<i>Capacidad de la vía (veh/h)</i>	<i>Carril Der.: 806</i> <i>Carril Izq.: 789</i>	<i>Carril Der.: 1065</i> <i>Carril Izq.: 1064</i>	<i>Carril Único:</i> 423

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.7. DETERMINACIÓN DE DEMORA.

Una vez calculada la capacidad de cada carril de las vías (veh/h), se procede a realizar el cálculo para determinar el tiempo de demora para cada carril de las vías involucradas en la rotonda.

Tabla 91:
Tiempo de Demora – Ovalo Grau

Tiempo de Demora – Ovalo Grau			
Valores	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>Capacidad de la vía (veh/h)</i>	<i>Carril Der.: 806</i> <i>Carril Izq.: 789</i>	<i>Carril Der.: 1065</i> <i>Carril Izq.: 1064</i>	<i>Carril Único: 423</i>
<i>Relación Volumen - Capacidad</i>	<i>Carril Der.: 1.32</i> <i>Carril Izq.: 1.19</i>	<i>Carril Der.: 0.19</i> <i>Carril Izq.: 0.17</i>	<i>Carril Único: 0.99</i>
<i>Tiempo de Demora por carril</i>	<i>Carril Der.: 153.54s</i> <i>Carril Izq.: 98.55s</i>	<i>Carril Der.: 4.38s</i> <i>Carril Izq.: 4.27s</i>	<i>Carril Único:</i> 27.38s
<i>Tiempo de Demora por vía</i>	127.69 s	4.33 s	27.38 s

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2.8. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO.

Para determinar los niveles de servicio de cada carril y cada vía, se consideran dos criterios en función al volumen o tasa de flujo de la vía, la capacidad y el tiempo de demora.

- *Relación V/C*: Este criterio tiene únicamente un solo parámetro, si el valor de esta relación es mayor a 1 se considera el Nivel de servicio “F”.
- *Tiempo de Servicio*: Para poder determinar el nivel de servicio se las vías en función al tiempo de servicio, es necesario guiarse de la tabla expuesta en el punto 3.2.1 de la presente investigación (Transportation Research Board of the National Academies, 2010).

Tabla 92:
Niveles de Servicio actuales – Ovalo Grau

Niveles de Servicio – Ovalo Grau			
Valores	Vías		
	Puente Grau	Av. Ejército	Av. Francisco Bolognesi
<i>Relación Volumen - Capacidad</i>	Carril Der.: 1.32 Carril Izq.: 1.19	Carril Der.: 0.19 Carril Izq.: 0.17	Carril Único: 0.99
<i>Tiempo de Demora por carril</i>	Carril Der.: 153.54s Carril Izq.: 98.55s	Carril Der.: 4.38s Carril Izq.: 4.27s	Carril Único: 27.38s
<i>Nivel de servicio por carril</i>	Carril Der.: F Carril Izq.: F	Carril Der.: A Carril Izq.: A	Carril Único: D
Tiempo de Demora por vía (s/veh)	127.69 s	4.33 s	27.38 s
Nivel de servicio por vía	F	A	D
Tiempo de Demora de Rotonda (s/veh)		95.84	
Nivel de servicio de la Rotonda		F	

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO VI

6. SIMULACIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE “PTV VISSIM” Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

6.1. SIMULACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES MEDIANTE EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN “PTV VISSIM”

6.1.1. INTRODUCCIÓN

VISSIM es un programa de simulación microscópica basada en el tiempo y el comportamiento de un modelo de tráfico urbano; es por ello que para el presente proyecto de investigación se optó por el uso de dicho programa para analizar las condiciones actuales del Puente Grau y sus vías aledañas, para ello se siguieron los pasos de la lista de chequeo rápido en VISSIM, sugerida en el Manual de Usuario VISIMM 5.40 (PTV Group, 2019).

6.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

6.1.2.1. CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

Lo primero que hicimos para realizar el diseño en el software fue configurar los parámetros de simulación, lo cual nos permitirá una mejor visualización del modelo construido (PTV Group, 2019).

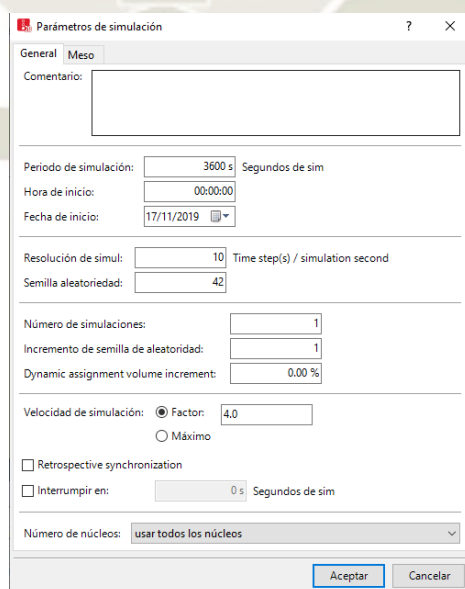


Imagen 73: Parámetros de simulación

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.2.2. CREAR PERFILES DE VELOCIDAD

Según el conteo vehicular y las velocidades obtenidas en campo, procedemos a escoger los tipos de vehículos y las velocidades que tendrán para la simulación (PTV Group, 2019).

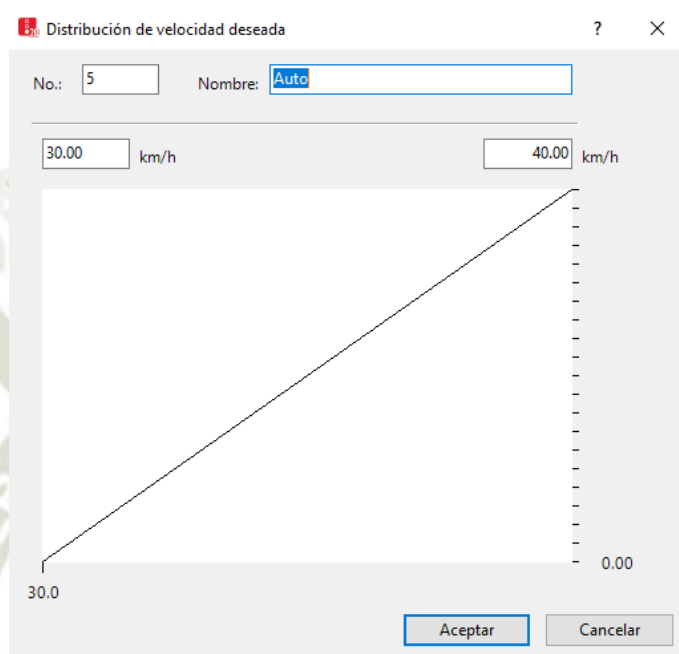


Imagen 74: Distribución de velocidad deseada

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.2.3. CREAR COMPOSICIONES VEHICULARES

Una vez definida la velocidad para cada tipo de vehículo, seleccionamos los vehículos que serán parte de nuestra simulación.

El PTV VISSIM nos proporciona 23 vehículos por defecto, para lo cual para ingresar nuestras Couster; se procedió a agregar un nuevo tipo de vehículo (PTV Group, 2019).

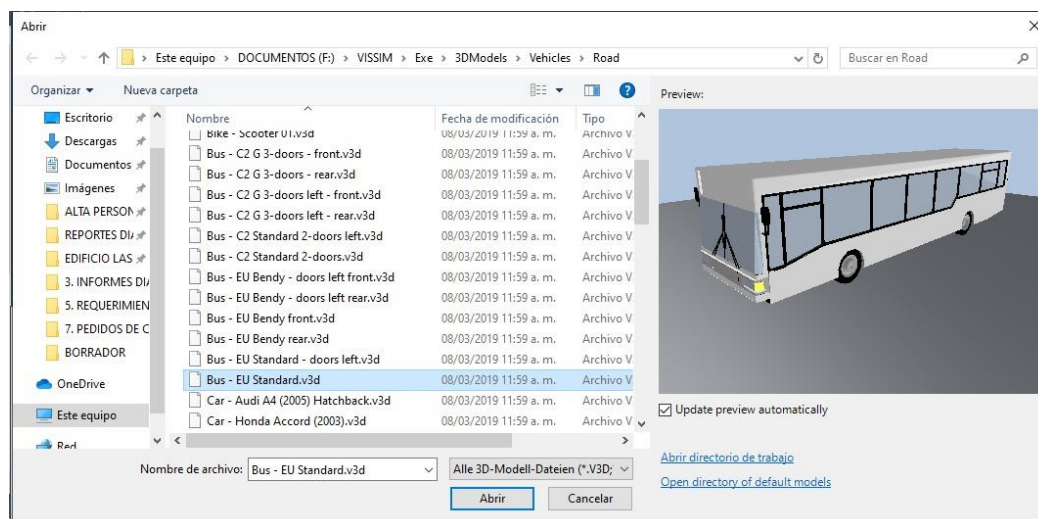


Imagen 75: Selección de vehículo PTV Vissim

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

Una vez seleccionado el vehículo, modificamos sus dimensiones para que se asemeje más a los vehículos Contabilizados en campo.

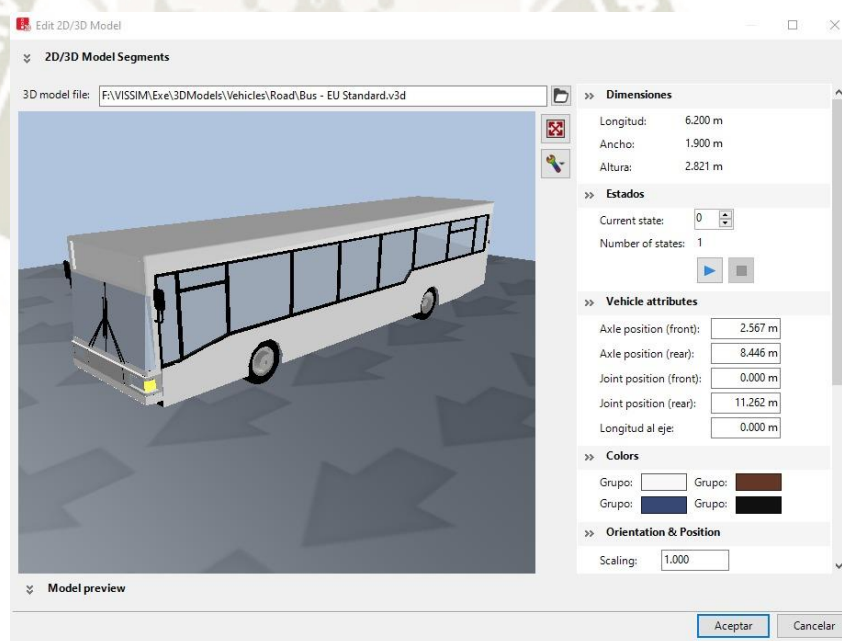


Imagen 76: Modificación de dimensiones del vehículo

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

Con todo lo anterior se procede a crear un nuevo tipo de vehículo.

2D/3D Models / 2D/3D Model Segments

Select layout...

Count: 24	No	Nom.	Longitud
4	4	Car - Peugeot 607	4.760
5	5	Car - Volkswagen Beet...	4.012
6	6	Car - Porsche Cayman	4.359
7	7	Car - Toyota Yaris	3.749
8	21	HGV - EU 04	10.215
9	31	Bus - C2 Standard	12.400
10	35	Bus - C2 G Articulated	18.496
11	41	Tram - GT8-2S	37.650
12	61	Bike - Cycle Man	1.775
13	62	Bike - Cycle Woman	1.775
14	101	Ped - Man 01	0.456
15	102	Ped - Man 02	0.409
16	103	Ped - Man 03	0.442
17	104	Ped - Man 04	0.435
18	201	Ped - Woman 01	0.360
19	202	Ped - Woman 02	0.342
20	203	Ped - Woman 03	0.397
21	204	Ped - Woman 04	0.310
22	251	Ped - Woman & Child	0.357
23	301	Ped - Wheelchair	1.236
24	302	Couster	6.200

Imagen 77: Creación del nuevo tipo de vehículo

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

Finalmente con los datos obtenidos del conteo vehicular sacamos el porcentaje de vehículos que circulan por nuestra vía, para esta simulación escogimos tres tipos de vehículos que predominan por estas calles los cuales son, carros (incluye vehículos particulares y taxis), Cousters y vehículos pesados (PTV Group, 2019).

Count: 3	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	30: 30 km/h	0.680
2	200: HGV	30: 30 km/h	0.020
3	630: Couster	30: 30 km/h	0.300

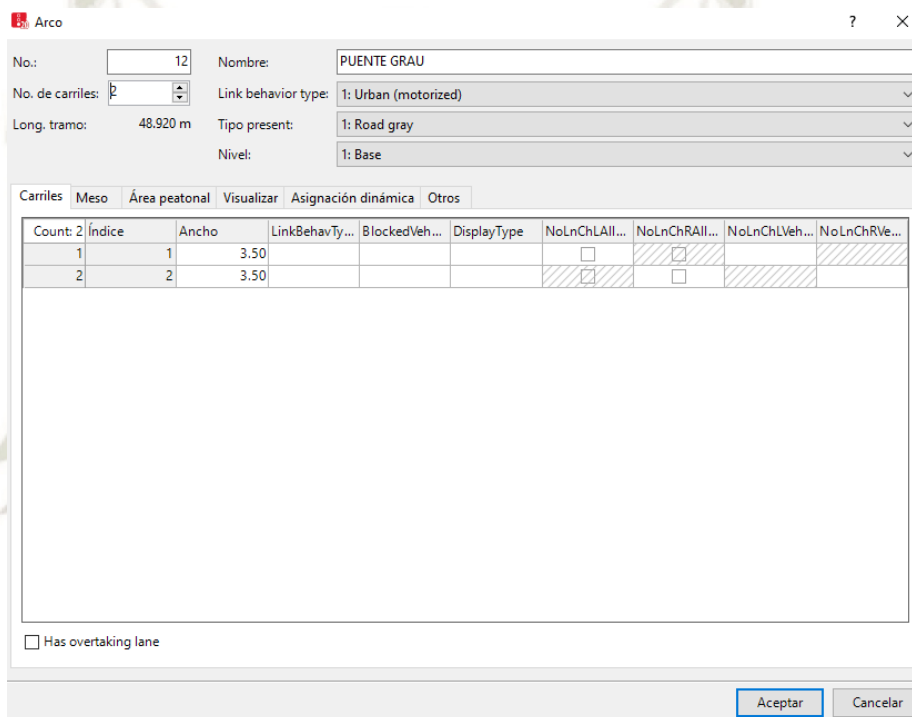
Imagen 78: Distribución Vehicular

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.2.4. CREACIÓN DE LAS VÍAS A SIMULAR.

Una vez definido los parámetros básicos del programa, comenzamos el modelamiento de las vías, para ello PTV VISSIM cuenta con diferentes herramientas las cuales nos ayudarán a que nuestra simulación se asemeje a la realidad de estas vías.

Comenzamos a dibujar los tramos, Asignándoles el nombre para que sean más fáciles de distinguir, aquí también podemos asignar el Nro. De carriles y el ancho de los mismos (PTV Group, 2019).



Count	Índice	Ancho	LinkBehavTy...	BlockedVeh...	DisplayType	NoLnChLAI...	NoLnChRAI...	NoLnChLVE...	NoLnChRVE...
1	1	3.50				☐	☒	☐	☐
2	2	3.50				☒	☐	☐	☐

Imagen 79: Creación de Vías en el Software.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).



Imagen 80: Modelamiento de la Vía "Ponte Grau".

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

6.1.2.5. CONECTORES.

Siguiendo la construcción de nuestro modelo, comenzamos a conectar las vías entre sí, PTV VISSIM cuenta con una herramienta la cual nos ayuda a conectar las vías e indicar los carriles los cuales deseamos conectar (PTV Group, 2019).

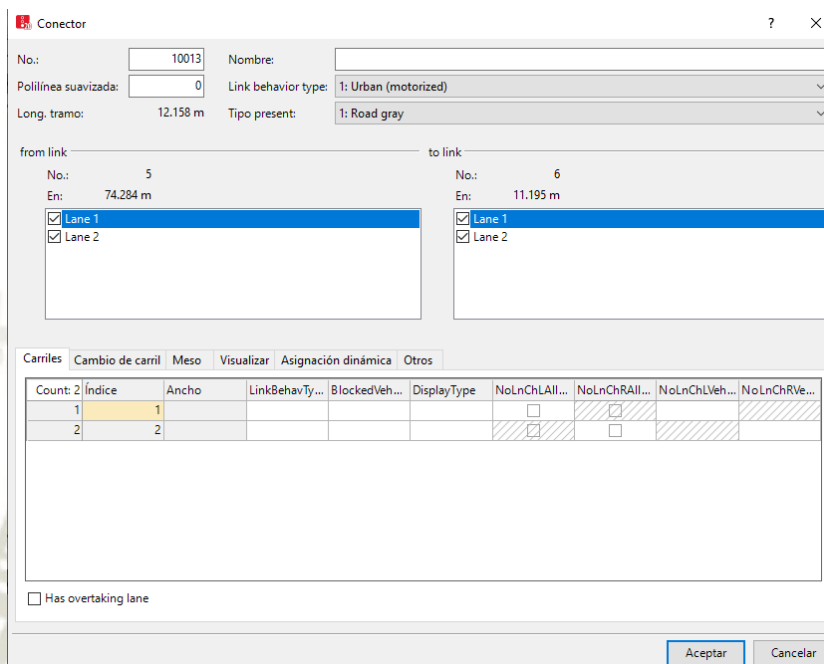


Imagen 81: Creación de Conectores en el Software.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

6.1.2.6. VOLUMEN DE VEHÍCULOS POR INTERVALO DE TIEMPO.

Una vez dibujada nuestras vías, le asignamos el volumen vehicular por hora que van a transitar por dichas vías que obtuvimos del conteo vehicular, para ellos tomamos los datos de la mayor demanda de vehículos (PTV Group, 2019).

Vehicle Inputs / Vehicle Volumes By Time Interval				
Select layout... 				
Count	No	Nom.	Tramo	Volume(0)
1	1		5: CALLE GRAU	952.0
2	2		16: CALLE PUENTE GRAU	1120.0
3	3		1: DERIVACION AV. LA MARINA	712.0
4	4		4: AV. EJERCITO	241.0
5	5		7: FRANCISCO BOLOGNESI	376.0

Imagen 82: Volumen de vehículos por intervalo de tiempo

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.2.7. DEFINICIÓN DE ÁREAS DE CONFLICTO.

Una vez definido el volumen vehicular, podemos observar que los vehículos que transitan por las vías chocan entre sí, para ello definimos las áreas de conflicto en las cuales damos preferencia a las vías principales, haciendo que estas tengan un tránsito más fluido (PTV Group, 2019).

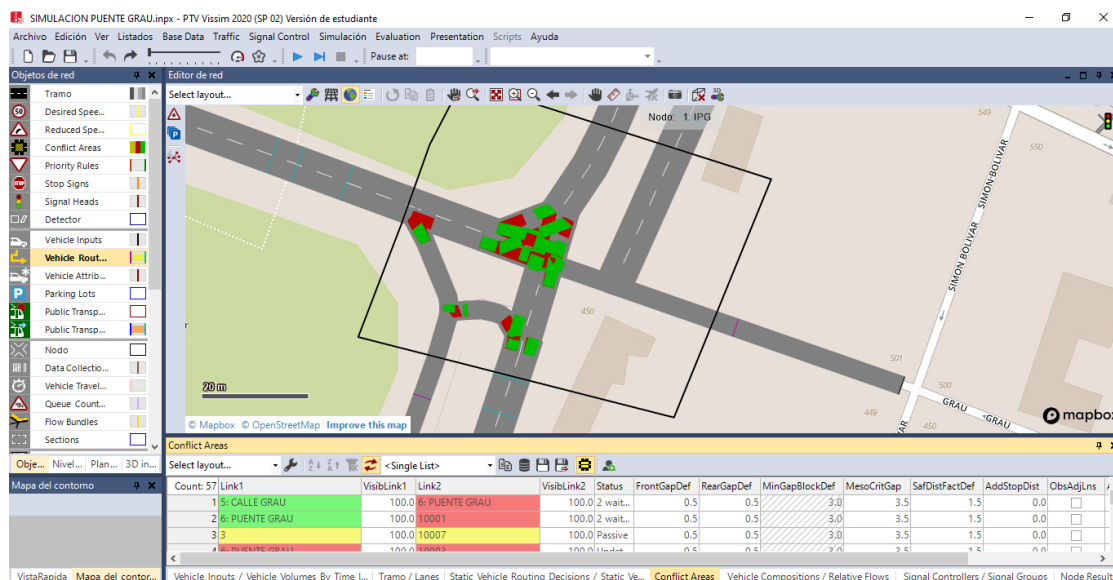


Imagen 83: Áreas de conflicto intersección entrada a Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

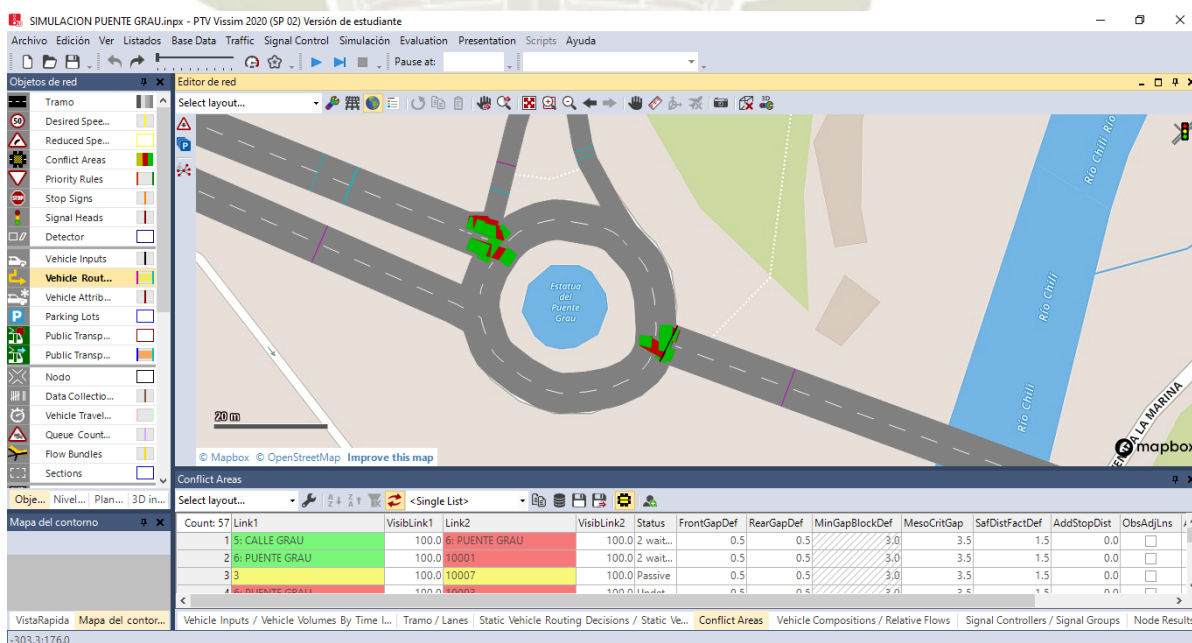


Imagen 84: Áreas de conflicto Rotonda Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.2.8. PUNTOS DE DECISIÓN DE RUTA.

Lo siguiente a definir en nuestro modelo de simulación de tráfico, son los puntos de decisión de ruta, en el cual asignamos un porcentaje de vehículos obtenidos de los datos de campo que irán a cada vía (PTV Group, 2019).

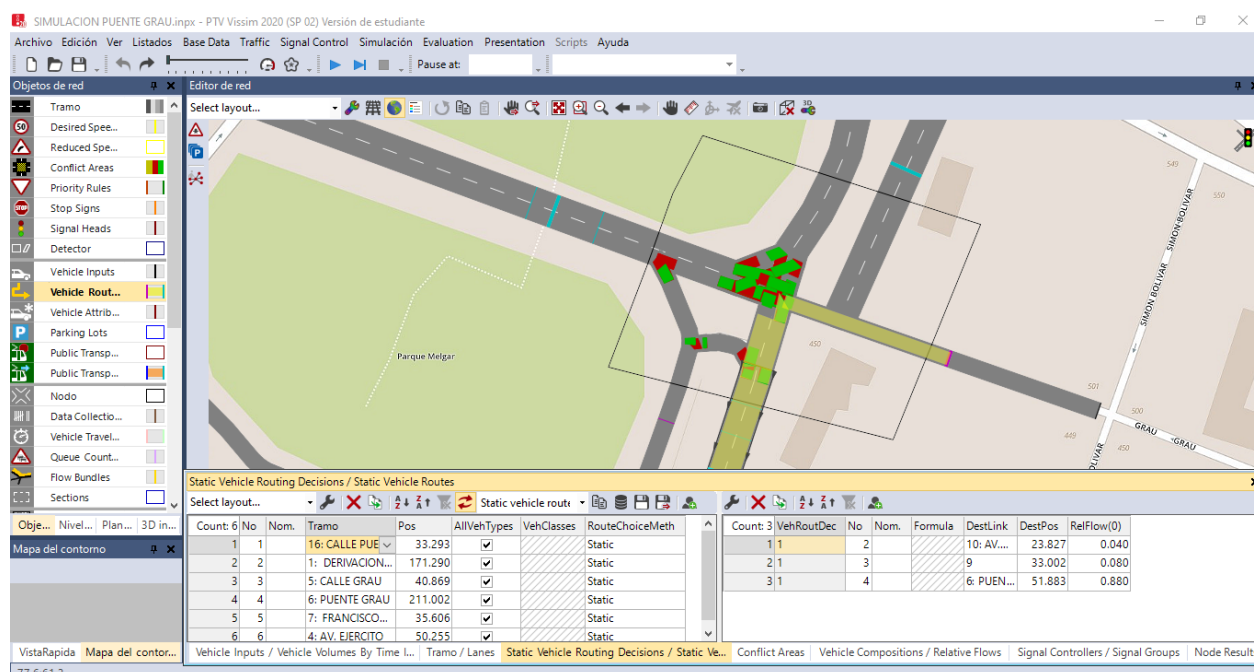


Imagen 85: Ruta Vehicular asignada a Calle Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.2.9. CONTROLES SEMAFÓRICOS.

Una vez definidos todos los parámetros de nuestro modelo, insertamos los controles semafóricos; para ello definimos el nombre del controlador, en nuestro caso el semáforo estará ubicado en la Av. Ejercito (PTV Group, 2019).

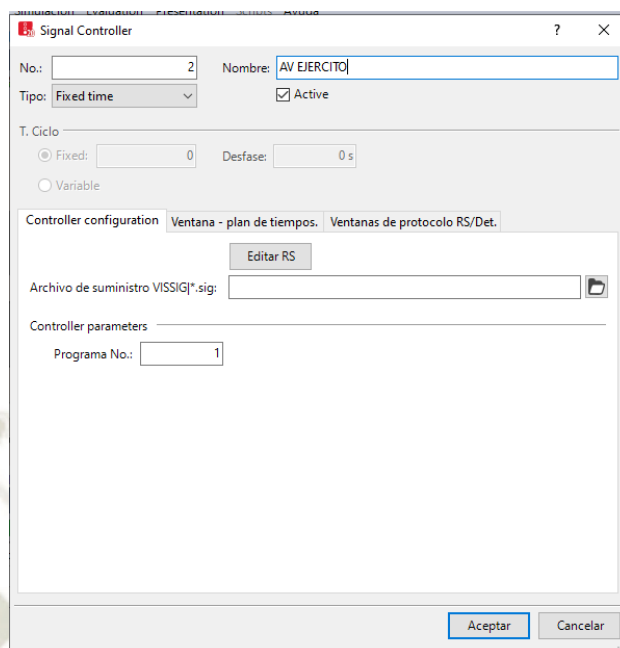


Imagen 86: Control Semafórico en el Software.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

Posteriormente, procedemos a colocar los intervalos de tiempo que tendrá nuestro semáforo.

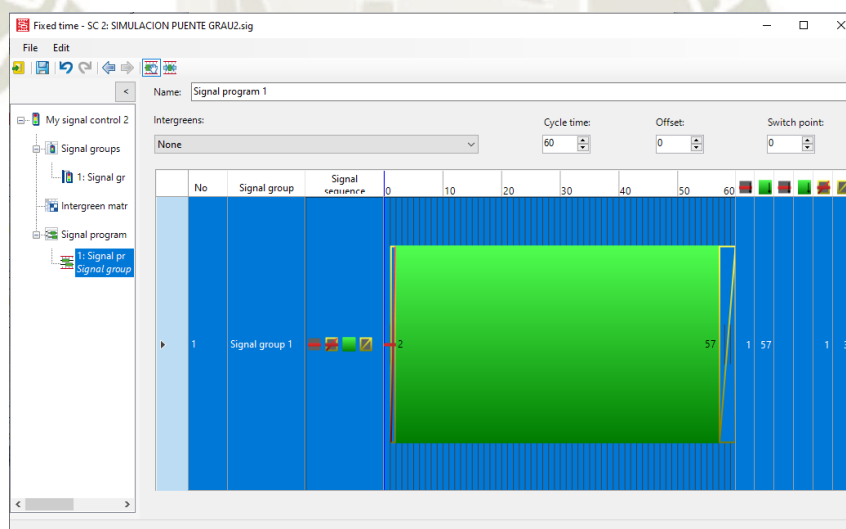
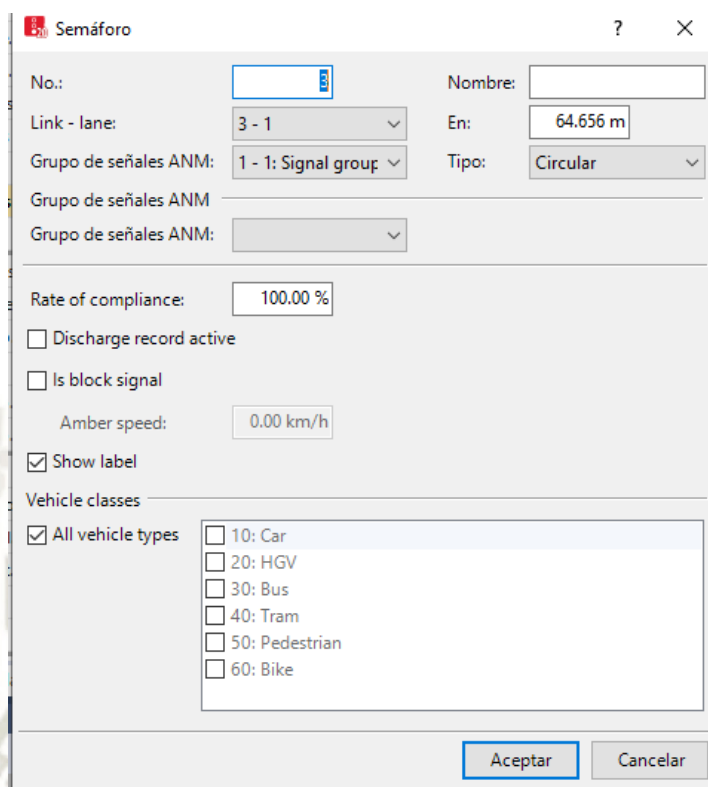


Imagen 87: Asignación de intervalos de tiempo al modelo.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

Finalmente insertamos nuestro semáforo en la vía.



Semáforo

No.: Nombre:

Link - lane: En:

Grupo de señales ANM: Tipo:

Grupo de señales ANM:

Rate of compliance:

☐ Discharge record active

☐ Is block signal

Amber speed:

☒ Show label

Vehicle classes

☒ All vehicle types

- ☐ 10: Car
- ☐ 20: HGV
- ☐ 30: Bus
- ☐ 40: Tram
- ☐ 50: Pedestrian
- ☐ 60: Bike

Imagen 88: Parámetros del semáforo.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

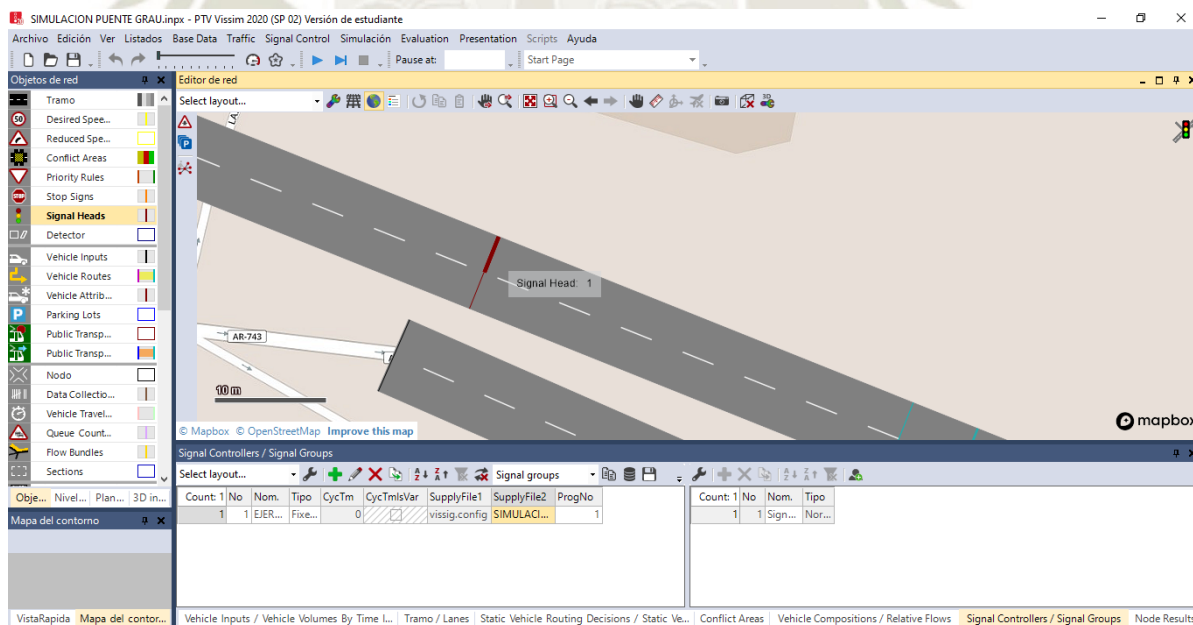


Imagen 89: Asignación del semáforo en la Av. Ejercito.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

6.1.3. CALIBRACION DEL MODELO MEDIANTE VOLUMENES

Una vez definidos todos los parámetros, se procedió a la calibración del modelo, para lo cual se empleó el método Estadístico GEH, el cual es un indicador empleado en ingeniería de tráfico y denominada así en honor a Geoffrey E. Havers quien la descubrió en 1970, que compara los volúmenes del modelo con los volúmenes medidos en campo para determinar el error.

Dicha fórmula es la siguiente:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (M - C)^2}{M + C}}$$

Donde:

M = Volumen horario medido en el modelo

C = Volumen horario medido en campo

Es así, que para validar el modelo se considera apropiado que el **GEH** < 5

Una vez analizado los volúmenes obtenidos en el Software y en campo se tiene lo siguiente:

Tabla 93:
Calibración del Modelo mediante el método GEH

CALIBRACION DEL MODELO METODO ESTADISTICO GEH	
PUENTE GRAU	
Volumen del modelo	1764
Volumen de campo	1809
GEH	1.07

Fuente: Elaboración propia

Con lo calculado, podemos concluir que nuestro modelo está bien calibrado, ya que nuestro indicador es de **1.07**<5; valor apropiado para el método estadístico GEH (PTV Group, 2019).

6.1.4. SIMULACION DEL MODELO PUENTE GRAU Y VIAS ALEDAÑAS

Una vez terminada la construcción de nuestro modelo en el programa, se procede a la simulación, en nuestro caso modelamos la intersección a la entrada de puente Grau y la rotonda al final de Puente Grau (PTV Group, 2019).

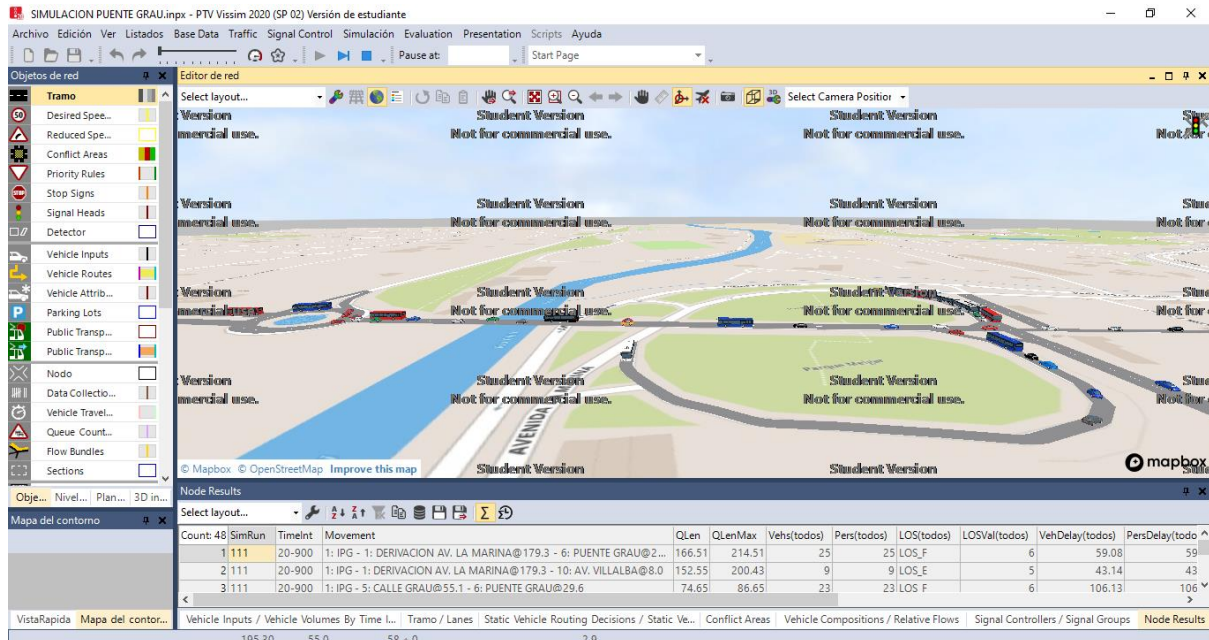


Imagen 90: Vista General en 3D Simulación Puente Grau.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

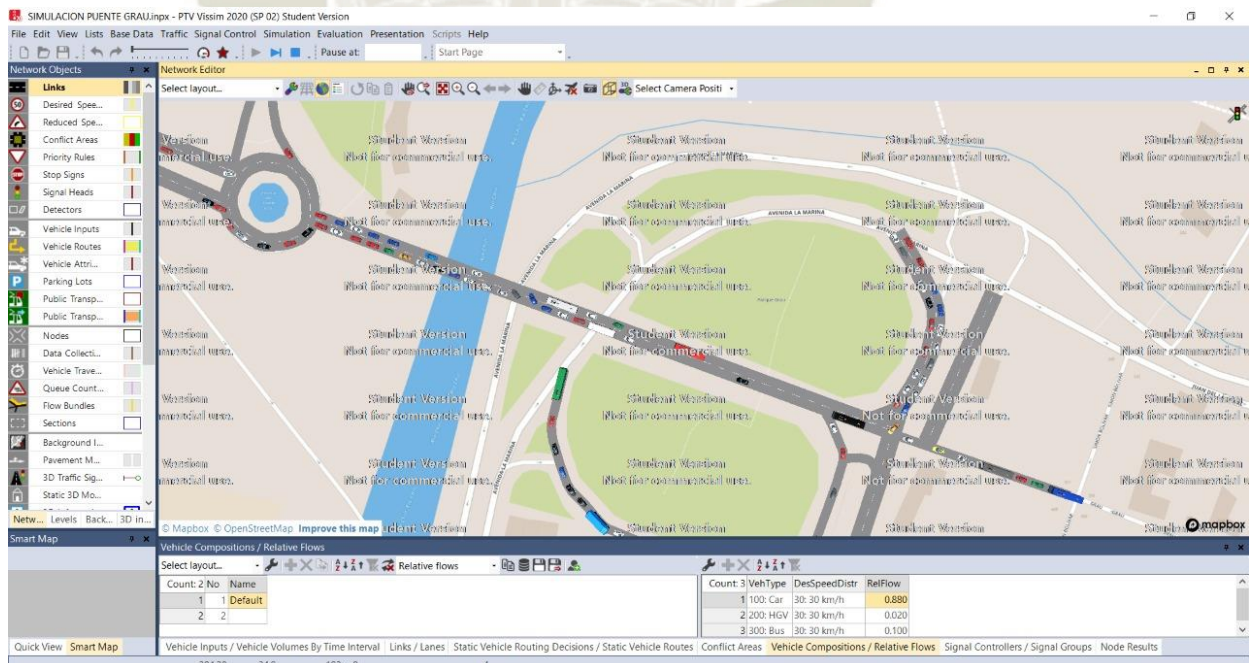


Imagen 91: Vista General Simulación Puente Grau.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

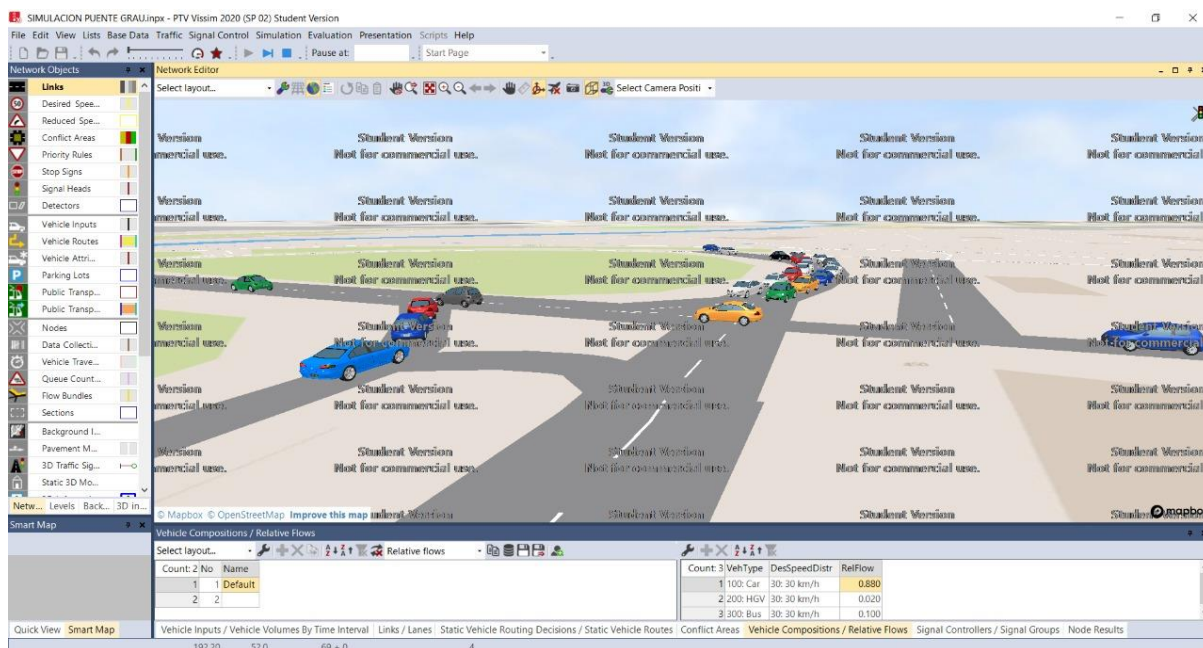


Imagen 92: Simulación de tráfico intersección Ingreso a Puente Grau Vista en 3D.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

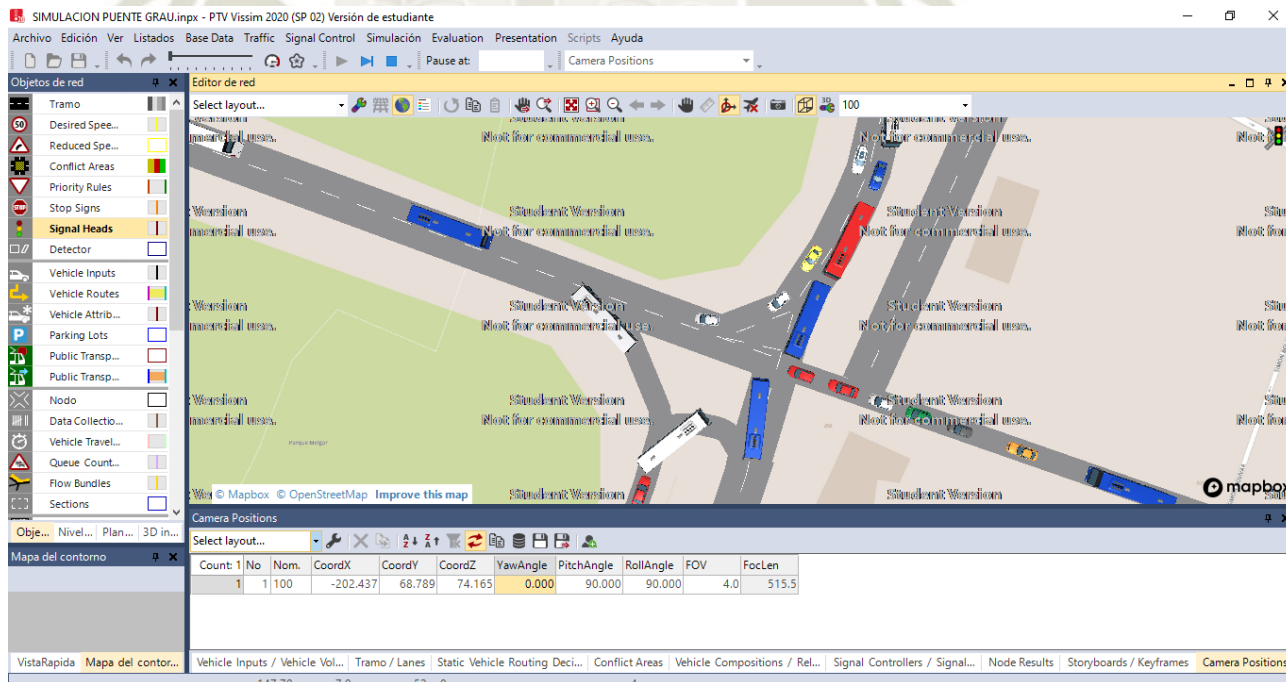


Imagen 93: Simulación de tráfico intersección Ingreso a Puente Grau.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

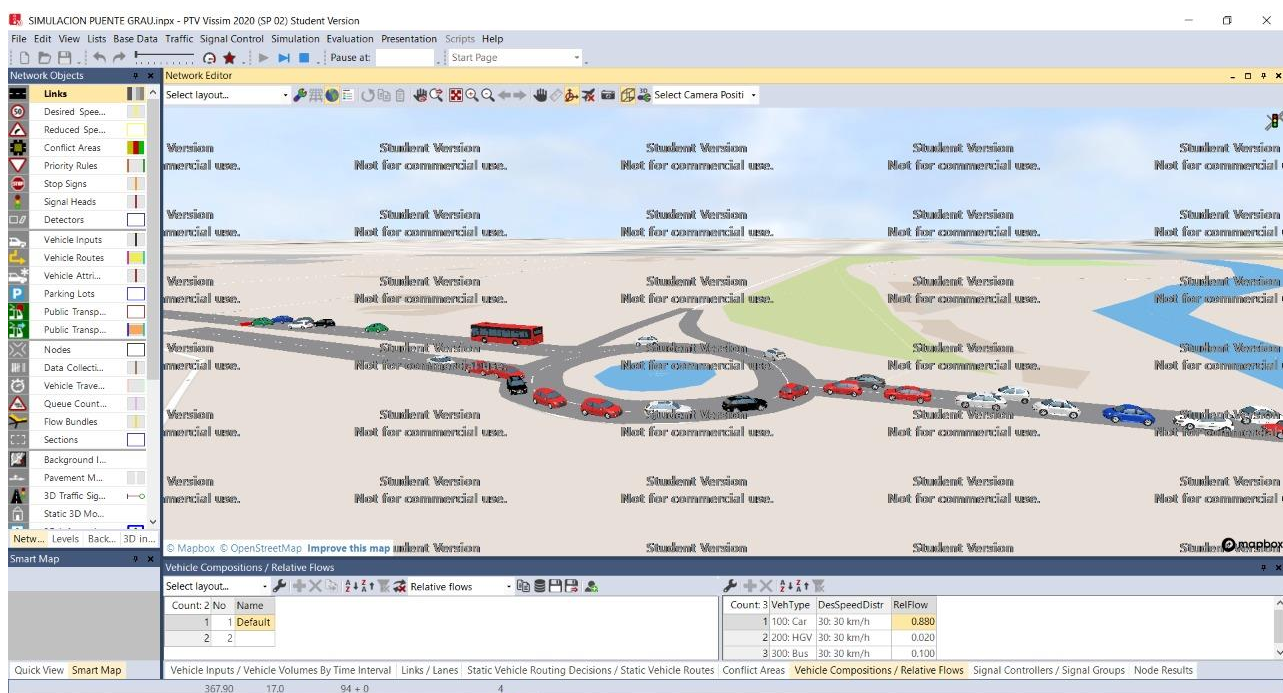


Imagen 94: Simulacion de trafico Ovalo Grau Vista en 3D.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

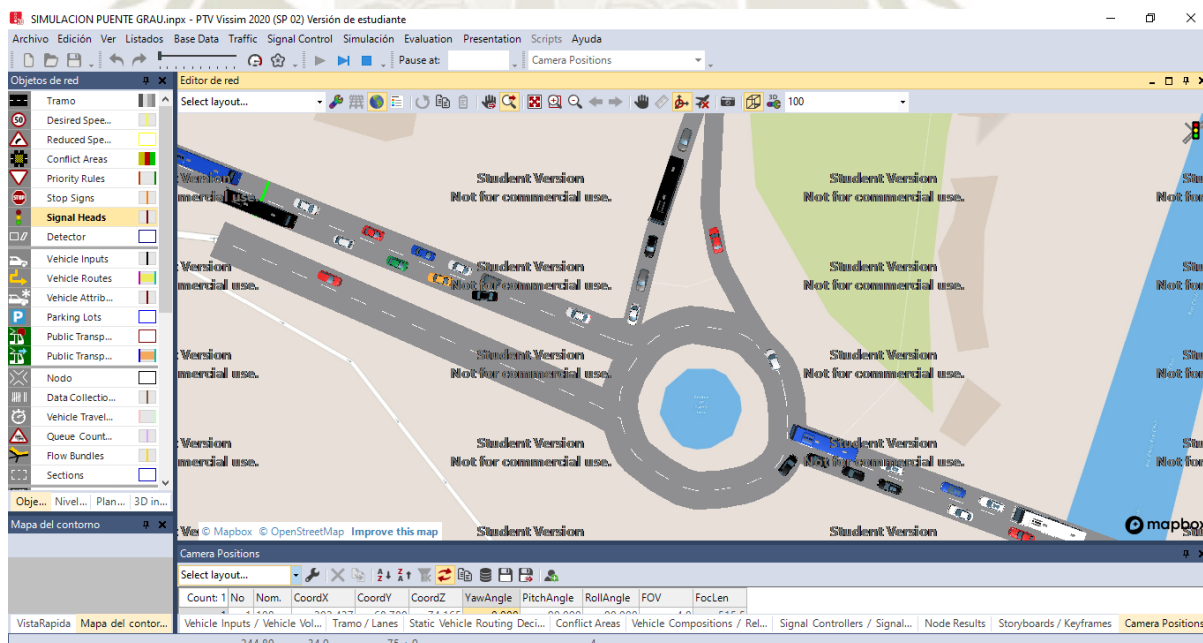


Imagen 95: Simulacion de trafico Ovalo Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.5. ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS

Finalmente con la simulación realizada mediante el programa, podemos obtener los niveles de servicio de cada vía, para ellos utilizaremos la herramienta “nodo”, la cual nos ayudará a evaluar el comportamiento de los vehículos en la intersección y en el ovalo Grau (PTV Group, 2019).

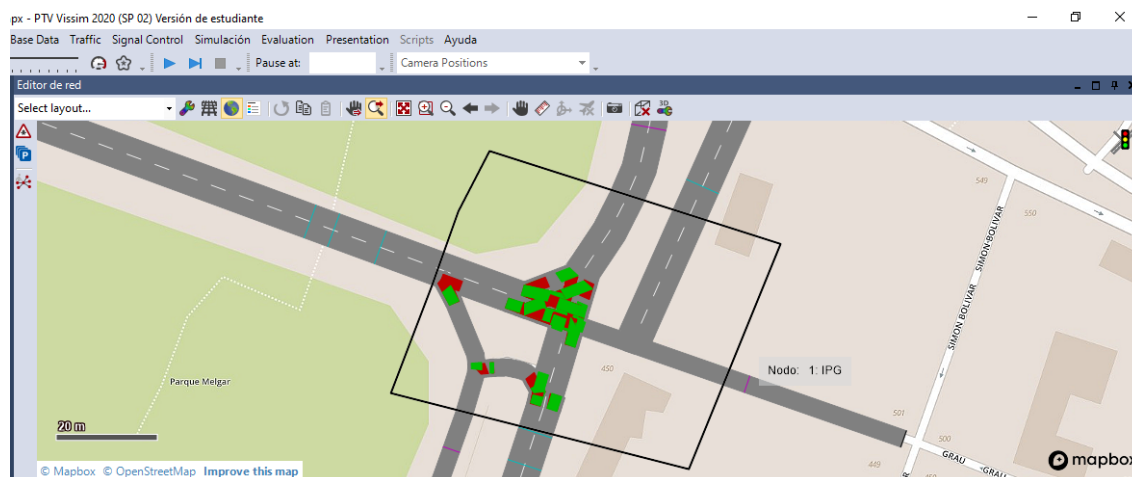


Imagen 96: Definición del Polígono para la evaluación de vehículos Intersección.

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019).

Node Results										
Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)	LOSVal(todos)	VehDelay(todos)
1	93	20-900	1: IPG - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@179.3 - 6: PUENTE GRAU@2...	121.68	214.51	55	55	LOS_E	5	44.88
2	93	20-900	1: IPG - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@179.3 - 10: AV. VILLALBA@8.0	109.39	200.43	23	23	LOS_D	4	28.58
3	93	20-900	1: IPG - 5: CALLE GRAU@55.1 - 6: PUENTE GRAU@29.6	66.80	86.65	59	59	LOS_F	6	55.62
4	93	20-900	1: IPG - 5: CALLE GRAU@55.1 - 10: AV. VILLALBA@8.0	66.80	86.65	23	23	LOS_F	6	80.57
5	93	20-900	1: IPG - 16: CALLE PUENTE GRAU@37.7 - 6: PUENTE GRAU@29.6	48.64	82.07	75	75	LOS_E	5	36.27
6	93	20-900	1: IPG - 16: CALLE PUENTE GRAU@37.7 - 9@26.8	23.40	50.05	5	5	LOS_B	2	10.75
7	93	20-900	1: IPG - 16: CALLE PUENTE GRAU@37.7 - 10: AV. VILLALBA@8.0	48.64	82.07	4	4	LOS_E	5	35.22
8	93	20-900	1: IPG	73.98	214.51	244	244	LOS_E	5	45.80

Imagen 97: Resultados de la Evaluación

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)



Imagen 98: Definición del Polígono para la evaluación de vehículos Ovalo Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

Node Results

Select layout...

Count: 14

SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)	LOSVal(todos)	VehDelay(todos)	P
9	111	300-10...	2 - 4: AV. EJERCITO@58.4 - 3@18.0	53.14	87.53	1	1	LOS_A	1	0.92
10	111	300-10...	2 - 4: AV. EJERCITO@58.4 - 11@19.1	53.14	87.53	14	14	LOS_F	6	63.08
11	111	300-10...	2 - 6: PUENTE GRAU@212.2 - 3@18.0	199.42	249.48	61	61	LOS_F	6	53.04
12	111	300-10...	2 - 6: PUENTE GRAU@212.2 - 11@19.1	199.42	249.48	19	19	LOS_E	5	36.74
13	111	300-10...	2 - 7: FRANCISCO BOLOGNESI@21.5 - 3@18.0	9.94	58.11	25	25	LOS_B	2	11.65

Imagen 99 Resultados de la Evaluación

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.1.5.1. REPORTE DEL ESCENARIO FINAL.

Con los datos obtenidos de la evaluación de VISSIM realizamos un reporte de nuestro escenario actual (periodo de análisis 10 minutos) (PTV Group, 2019).

Tabla 94:
Resumen de Evaluación VISSIM

Resumen de Evaluación – PTV Vissim		
Vía de origen	Vía destino	Nivel de servicio
Derivación av. La marina	Puente Grau	E
	Av. Villalba	D
Calle Grau	Puente Grau	F
	Av. Villalba	F
Calle Puente Grau	Puente Grau	E
	Av. Villalba	B
Av. Ejército (bajada)	Calle Grau	E
	Av. Ejército (subida)	A
Puente Grau	Francisco Bolognesi	F
	Av. Ejército (subida)	F
Francisco Bolognesi	Francisco Bolognesi	E
	Av. Ejército (subida)	B

Fuente: Elaboración propia

6.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

6.2.1. DESCRIPCIÓN

Luego del análisis realizado mediante la metodología *HCM 2010* y la simulación en el software PTV VISSIM, se analizaron las diversas alternativas de solución que se podían dar para evitar el congestionamiento en Puente Grau, sin hacer ningún tipo de modificación o construcción dentro de la zona debido a que nuestra área de estudio actualmente está denominada como un ambiente urbano monumental, ante ello, se presentan tres propuestas de solución integradas para contrarrestar el problema detectado en el puente Grau y sus vías aledañas

6.2.1.1. CANALIZACIÓN DE FLUJO EN CALLE GRAU

Habiendo obtenido los resultados de tráfico de Puente Grau y sus vías aledañas, se propone una redistribución de Tráfico mediante la división de la calle Grau y la ubicación estratégica de controladores semafóricos para evitar el congestionamiento de la intersección de Puente Grau.

6.2.1.1.1. CANALIZACIÓN DE VÍA CALLE GRAU

La calle Grau es una de las vías consideradas como punto crítico en nuestro estudio, debido a que en ella se encuentra ubicada un paradero informal en el cual los ciudadanos se acumulan para tomar el transporte público ocasionando que las combis se estacionen y formen una fila de autos los cuales no puedan circular libremente por estas vías.

Se ha observado que la calle Grau se conecta a dos vías, Puente Grau (la cual se dirige a Cayma y Yanahuara) y Calle Villalba (la cual toma dirección hacia el centro de la ciudad), es por ello que se propone la división de esta vía en la cual el carril izquierdo solo conecte con calle Villalba y el carril derecho solo conecte con Puente Grau, esta división se hará por medio de Tachas Reflectivas que separen ambos tramos. Con esta solución se propone disminuir el tráfico y asimismo eliminar el paradero informal que es una de las causas principales de congestión en calle Grau.

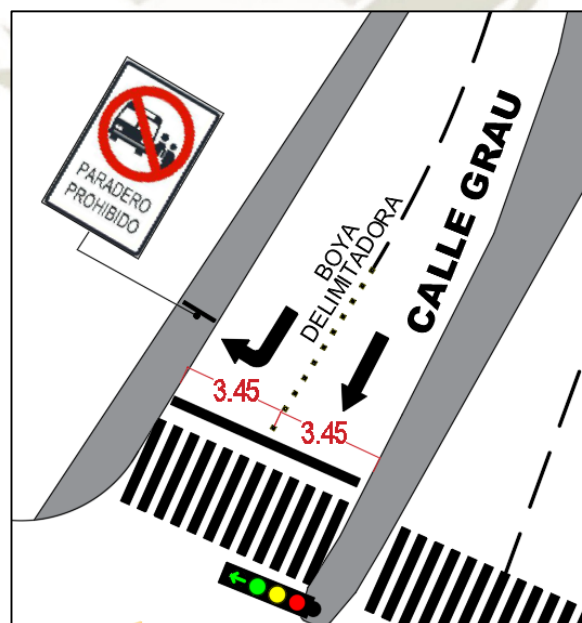


Imagen 100: Canalización de la vía “Calle Grau” mediante Boyas Delimitadoras.

Fuente: Elaboración Propia

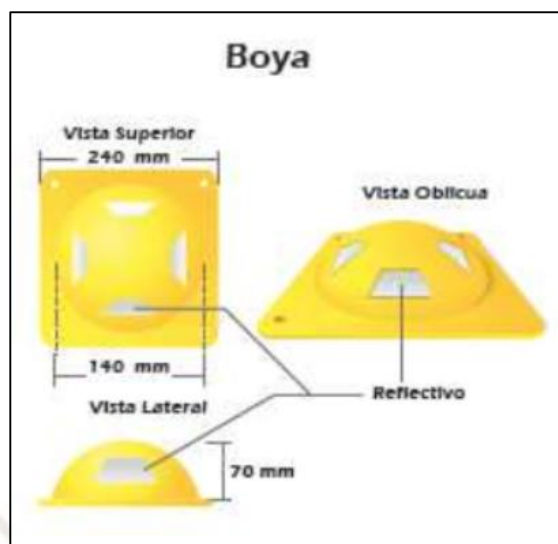


Imagen 101: *Boya Delimitadora propuesta para canalizar la Vía “Calle Grau”.*

Fuente: Ministerio de transportes y Comunicaciones (2018)

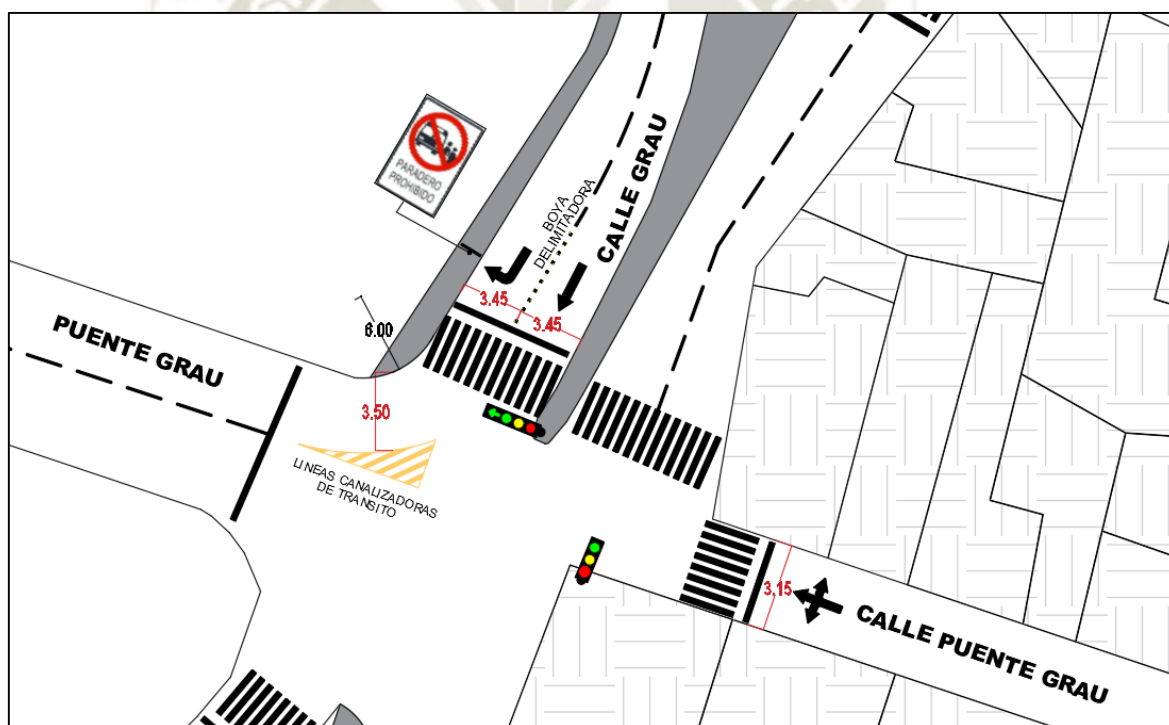


Imagen 102: *Intersección Puente Grau con las líneas canalizadoras de Tránsito.*

Fuente: Elaboración Propia.

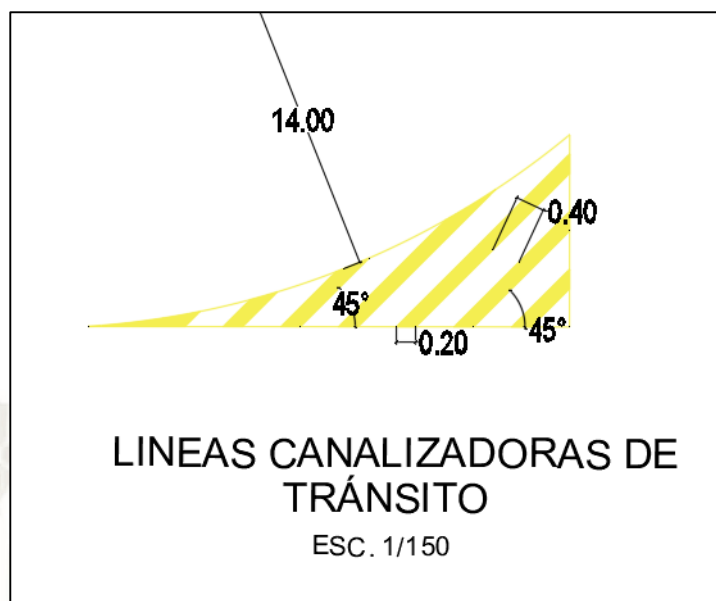


Imagen 103: Líneas canalizadoras de Tránsito en la Intersección Puente Grau

Fuente: Elaboración Propia

6.2.1.1.2. SEMAFORIZACIÓN DE LAS VÍAS

Una vez habiendo dividido la calle Grau, se propone el control del tráfico por medio de semáforos, los cuales regulen el tránsito tanto peatonal como automovilístico entre las calles puente Grau y Calle Grau.

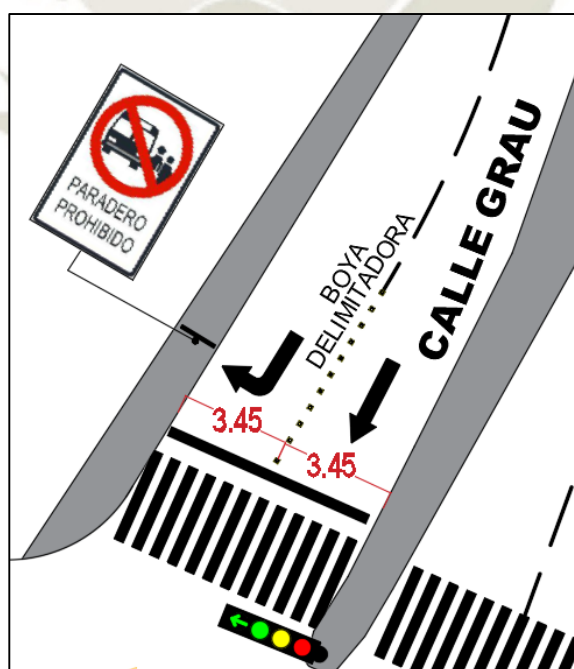


Imagen 104: SemafORIZACIÓN de la Vía "Calle Grau".

Fuente: Elaboración Propia.

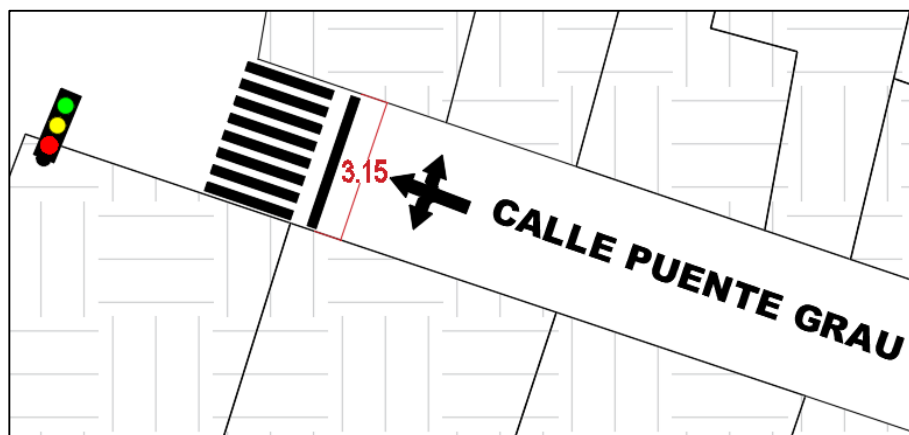


Imagen 105: Semaforización de la Vía "Calle Puente Grau".

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.1.2. INSTALACIÓN DE PARADEROS FORMALES

Habiendo eliminado el paradero informal ubicado en Calle Grau, se propone instalar dos paraderos formales, uno en la Av. La marina, en la cual los peatones puedan abordar el transporte público sin generar la congestión que había en Calle Grau y otro en Villalba, en el cual los peatones puedan descender a Puente Grau Como lo venían haciendo en Calle Grau.

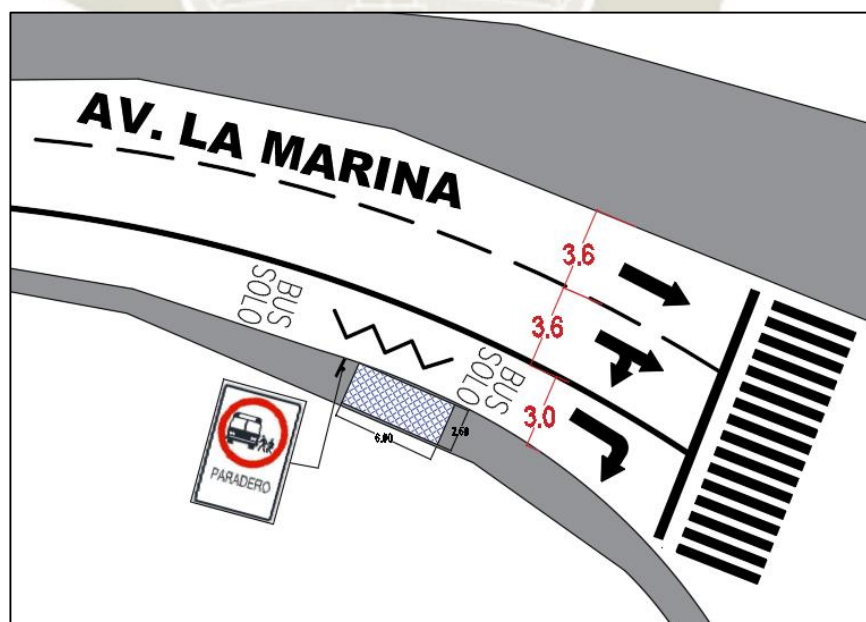


Imagen 106: Ubicación de paradero Formal En Av. La Marina

Fuente: Elaboración Propia



Imagen 107: Paradero formal en "Av. La Marina"

Fuente: Elaboración Propia



Imagen 108: Ubicación de paradero Formal Calle Villalba

Fuente: Elaboración Propia

6.2.1.3. CONTROL DE TRANSPORTE PÚBLICO

Finalmente, habiendo observado la gran cantidad de transporte público que circula por Puente Grau sin autorización para prestar servicios y siendo los que más generan la congestión, así como también taxis que no cuentan con permiso transitorio, se propone eliminarlos definitivamente mediante multas y sanciones las cuales reduzcan su transitabilidad.

6.2.2. SIMULACION EN EL SOFTWARE PTV VISSIM

Una vez evaluadas nuestras soluciones, procedemos a simular todas ellas en nuestro software PTV VISSIM.

6.2.2.1. DIVISIÓN DE LA VÍA CALLE GRAU

Lo primero que se procedió a simular fue la división de Calle Grau, en la cual se definió cada ruta que tomaría cada uno de los tramos

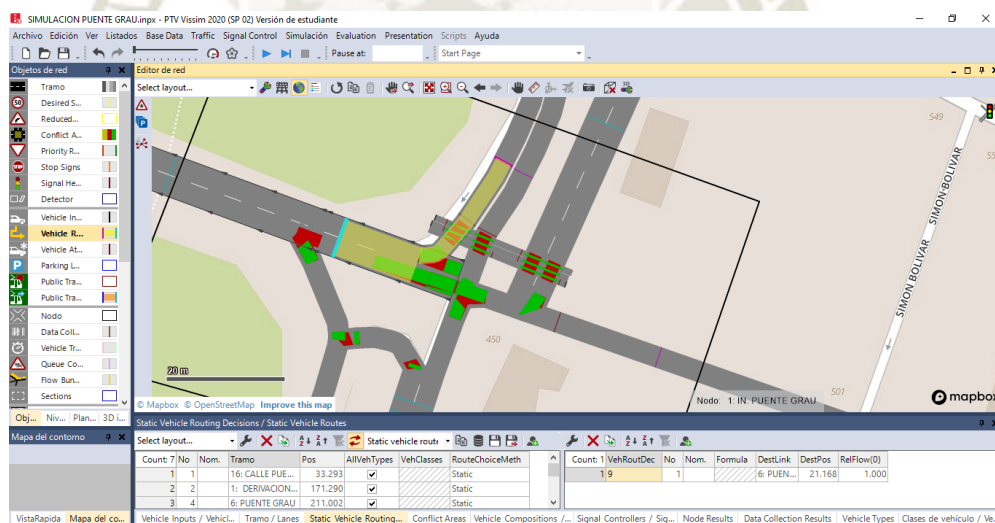


Imagen 109: Ruta de vehículos Tramo I Hacia puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

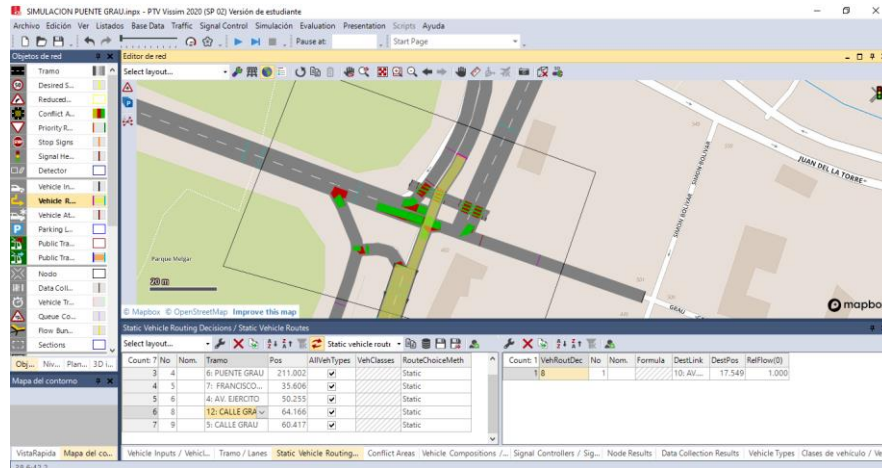


Imagen 110: Ruta de vehículos Tramo II hacia calle Villalba

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.2.2.2. INSTALACIÓN DE CONTROLES SEMAFÓRICOS

Una vez divididas ambas vías, se procedió a instalar los controles semafóricos; para ello se definió un periodo aplicando las siguientes formulas.

$$IC = t_0 + \left(\frac{V}{2a}\right) + \left(\frac{W + L}{V}\right)$$

IC = Intervalo de cambio de fases.

t_0 = Tiempo de reacción del conductor, 1 segundo.

V = Velocidad de aproximación, en m/s .

a = Aceleración, considerando $3 m/s^2$.

W = Ancho de intersección, en metros.

L = Longitud de vehículo promedio, considerando 6.10m.

$$Co = \frac{(1.5 * L) + 5}{(1 - \sum x_i)}$$

Co = Ciclo óptimo del semáforo, en segundos

L = Tiempo perdido total equivalente a la suma de intervalos de fases

x_i = Relación de flujo de cada fase.

$$x_i = \frac{q_{max}}{S}$$

Tabla 95:
Cálculo del Ciclo Óptimo del semáforo propuesto.

Intervalo de Cambio de Fases		
	Fase 1	Fase 2
<i>Vía de turno</i>	<i>Calle Puente Grau</i>	<i>Calle Grau</i>
<i>Velocidad de aproximación (m/s)</i>	7.74	4.59
<i>Ancho de Intersección (m)</i>	35	15
<i>Intervalo de cambio (s)</i>	7.58	6.35
<i>Tiempo Perdido</i>	13.93	
<i>q_{max} (veh/h)</i>	988	280
<i>Flujo de Saturación S (veh/h)</i>	2076	
<i>Relación de flujo</i>	0.476	0.135
<i>Ciclo Óptimo (s)</i>	66.51	

Fuente: Elaboración propia

El ciclo óptimo resulta 66.51 segundo, por lo que vamos a considerar un ciclo de 70 segundos para la intersección de las calles Grau y Puente Grau, asimismo se colocó semáforos peatonales, los cuales puedan regular el paso de peatones por la calle Grau. Para poder determinar los tiempos de verde y rojo del semáforo para las diferentes vías, se realizó un proceso de iteración mediante el software, obteniendo los siguientes tiempos.

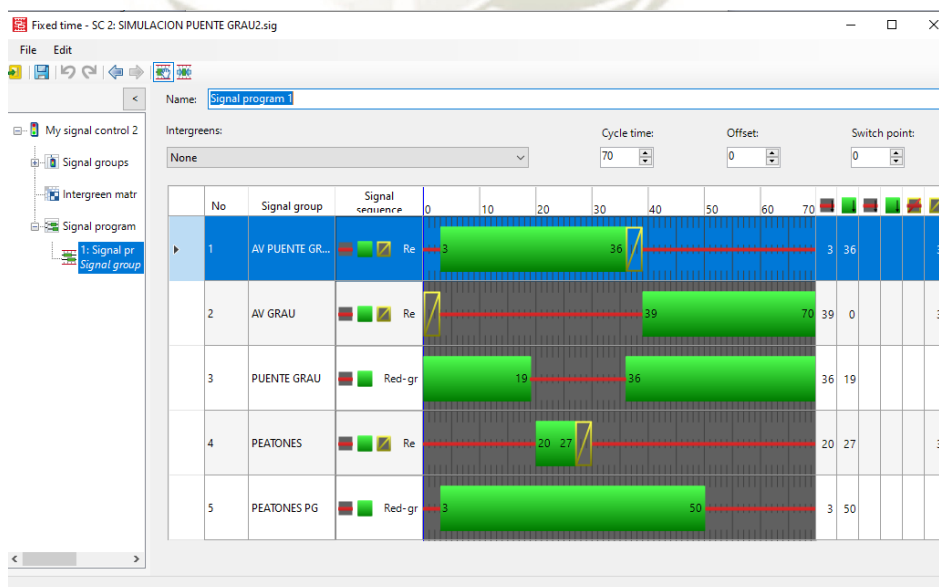


Imagen 111: Composición de Controles semafóricos

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.2.2.3. INSTALACION DE PARADEROS FORMALES

Una vez Generado el tráfico obtenido del conteo vehicular, se procede a la instalación de los paraderos formales tanto en av. La Marina y Av. Villalba para la regularización de tráfico y para la eliminación del paradero informal ubicado en Calle Grau.

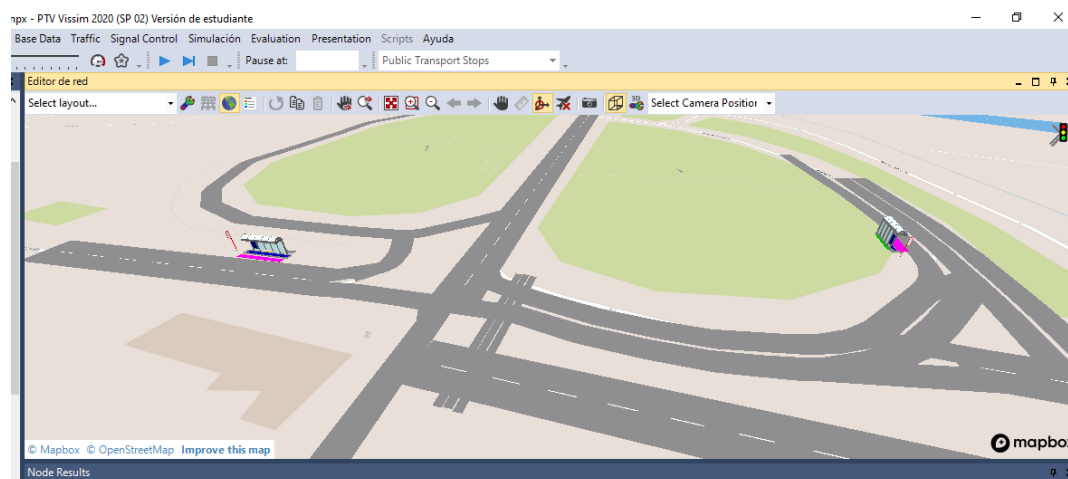


Imagen 112: Ubicación de los paraderos en Av. la marina y calle Villalba

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

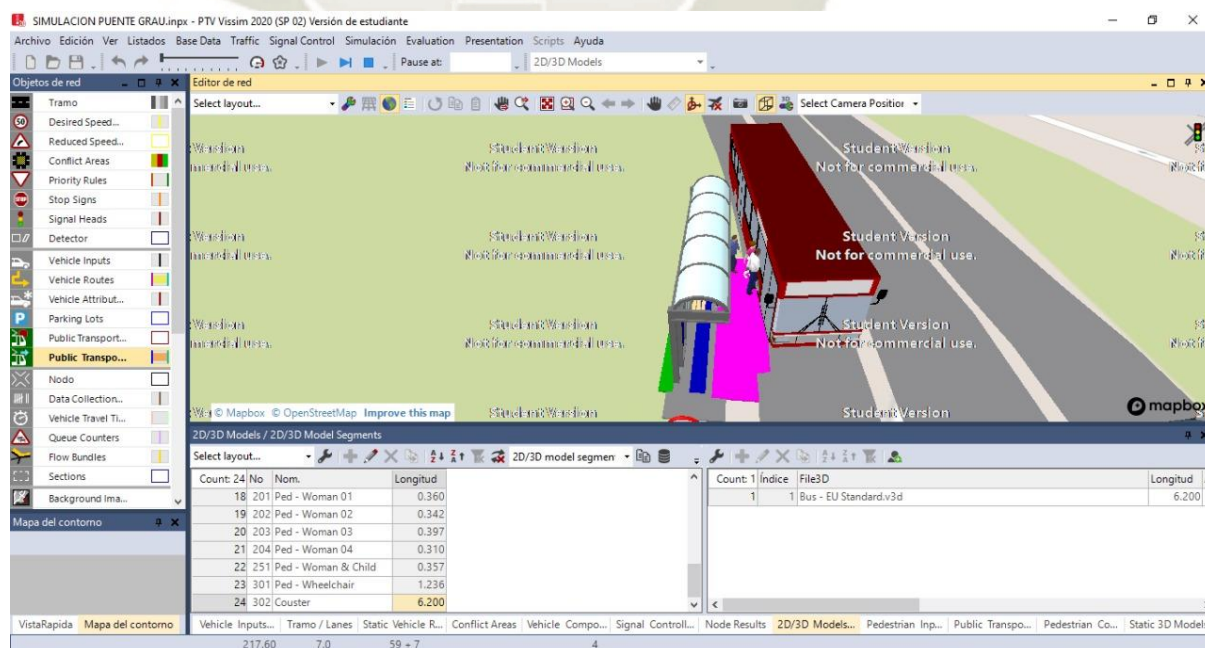


Imagen 113: Instalación de paradero en Av. La Marina

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

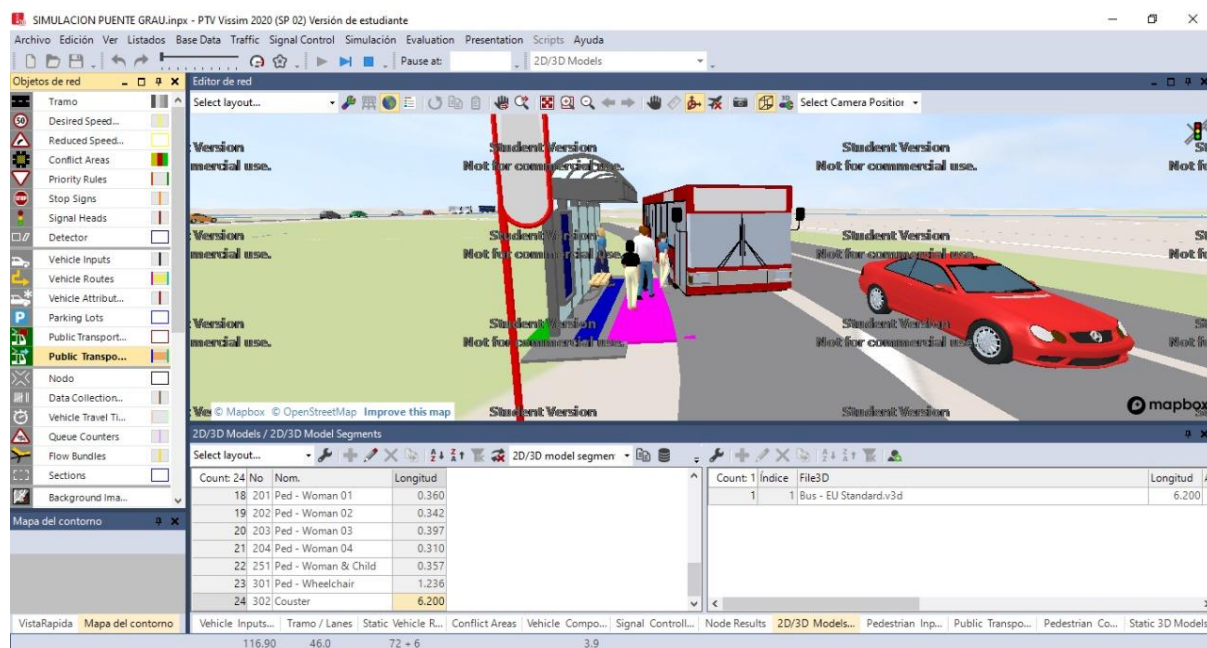


Imagen 114: Recojo de pasajeros en Av. La Marina

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

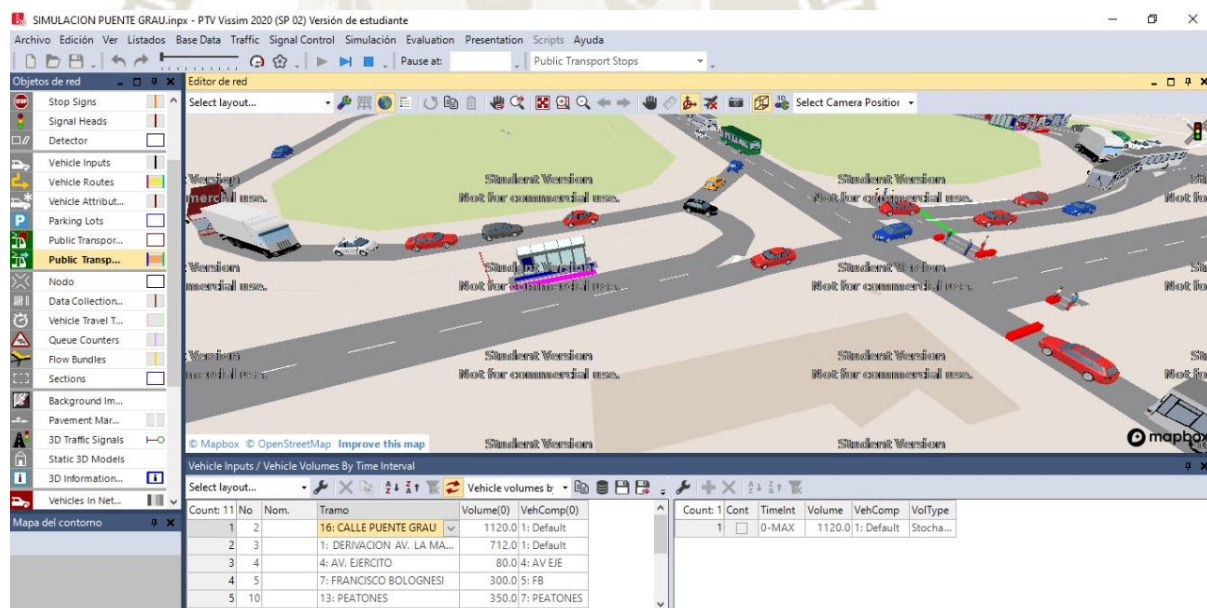
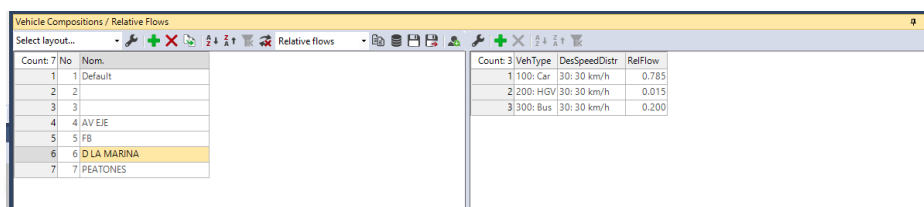


Imagen 115: Instalación de Paradero En Calle Villalba

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.2.2.4. DISMINUCIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO

Finalmente se modificó la composición vehicular, disminuyendo el porcentaje de transporte público que pasaba por las vías involucradas.



Count	No.	Nom.
1	1	Default
2	2	
3	3	
4	4	AV EJE
5	5	FB
6	6	D LA MARINA
7	7	PEATONES

Count	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	100: Car	30: 30 km/h	0.785
2	200: HGV	30: 30 km/h	0.015
3	300: Bus	30: 30 km/h	0.200

Imagen 116: Modificación de porcentajes de transporte publico

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.2.2.5. SIMULACIÓN FINAL

Una vez definidos todos los parámetros y alternativas de solución, se procedió a la simulación final.

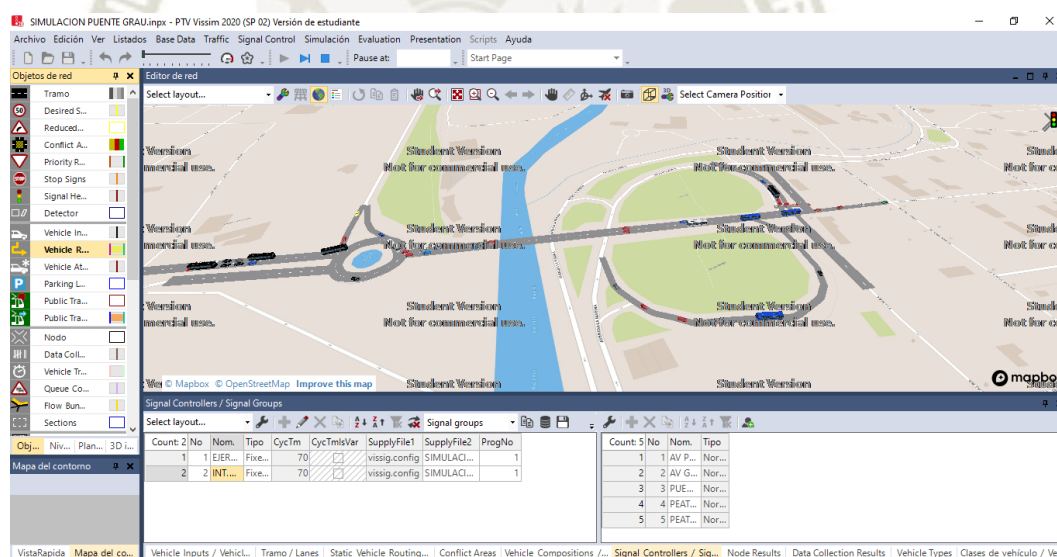


Imagen 117: Vista Panorámica Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

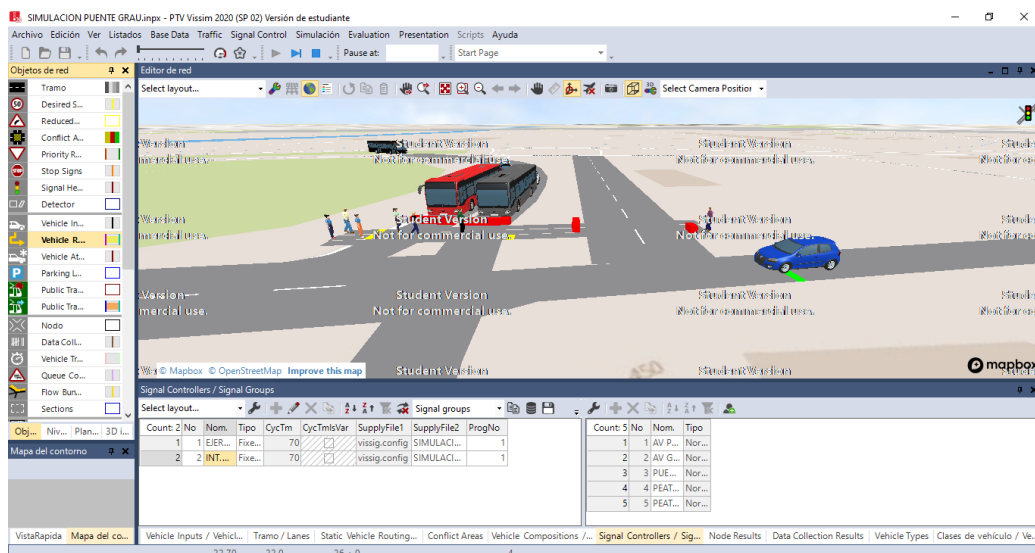


Imagen 118: Simulación con controladores Semafóricos Intersección Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

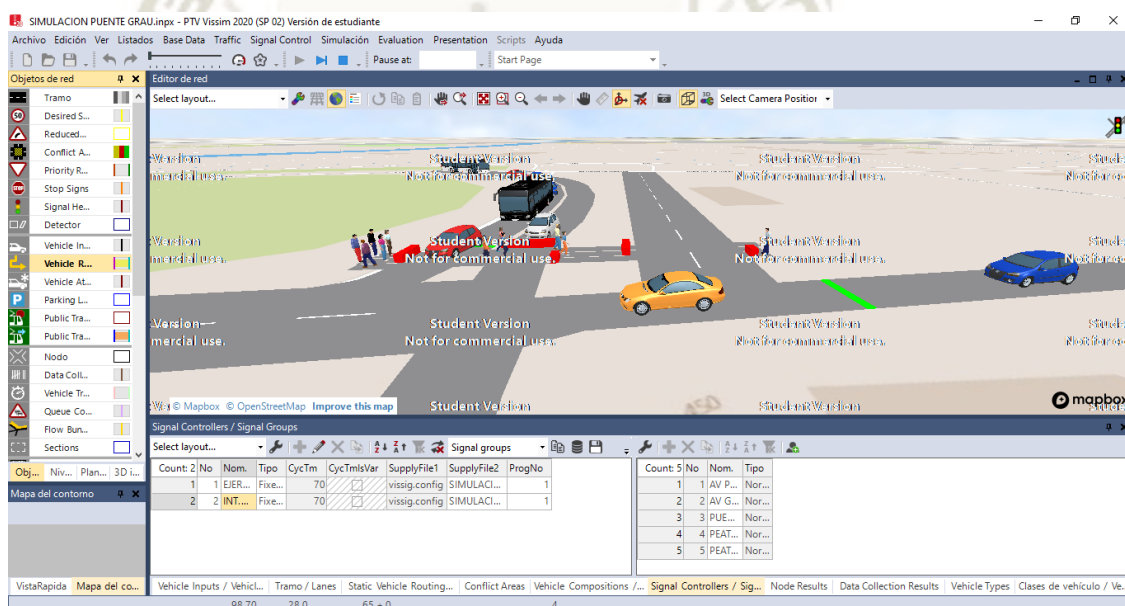


Imagen 119: Ingreso de vehículos de Calle Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

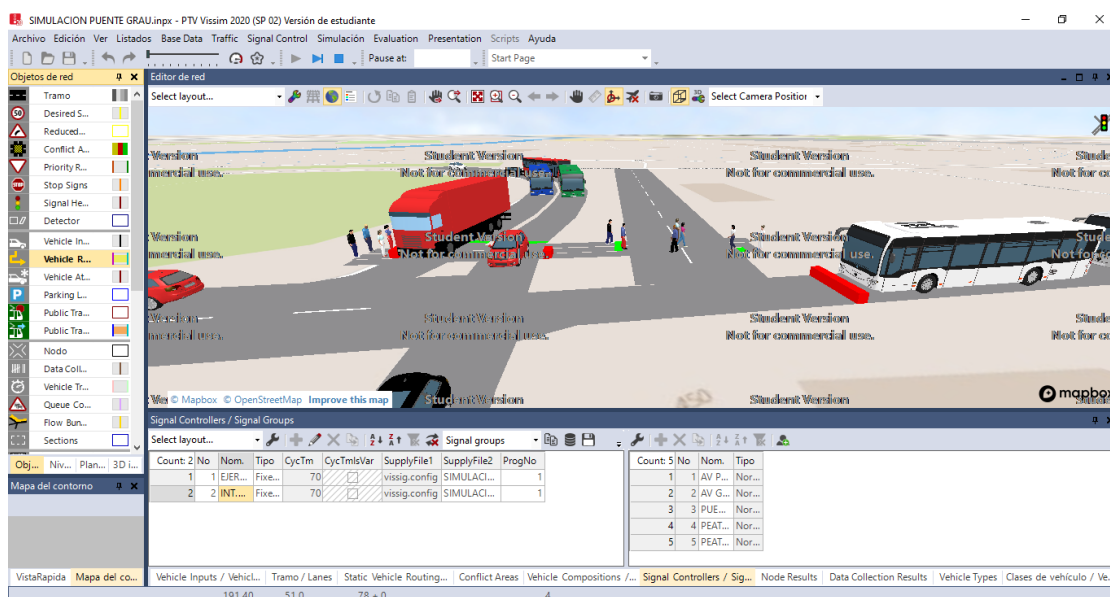


Imagen 120: Ingreso de vehículos de Calle Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

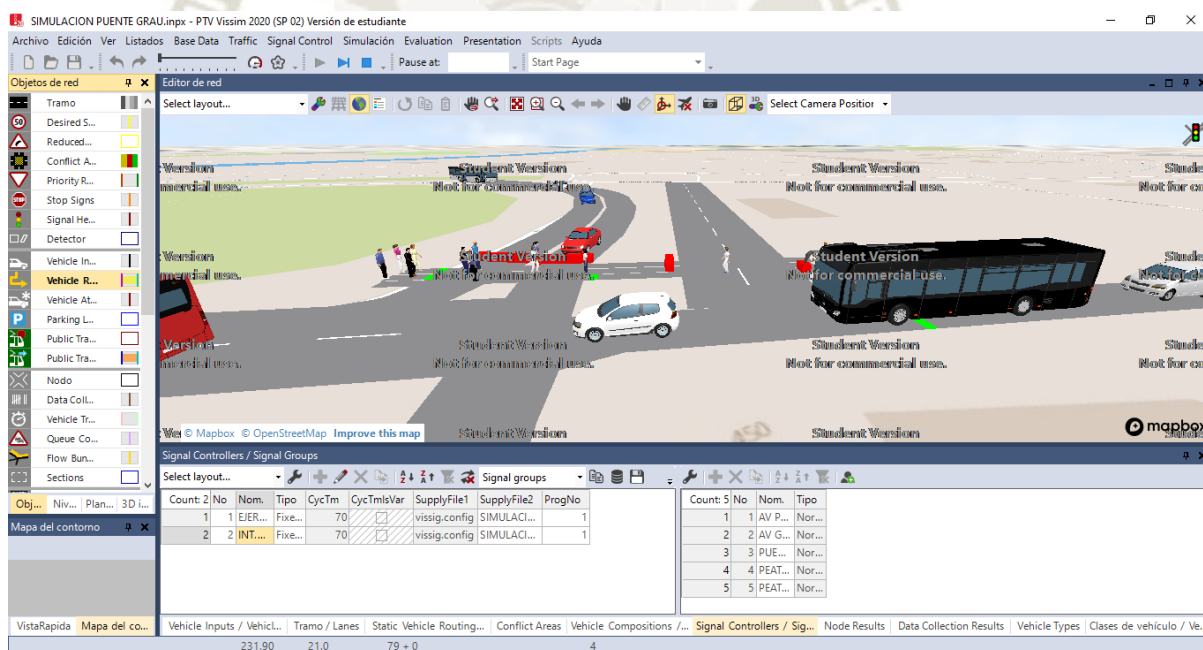


Imagen 121: Pase de peatones

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

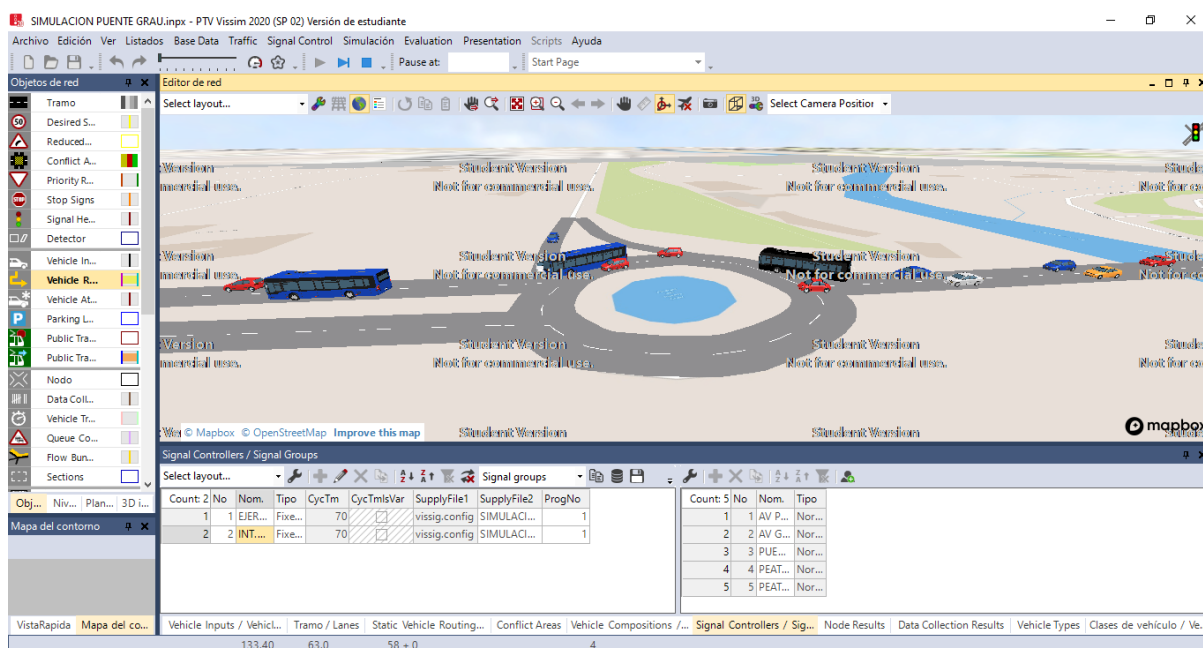


Imagen 122: Pase de vehículos Ovalo Puente Grau

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.2.3. ANALISIS DE RESULTADOS

Con la nueva simulación que incluye nuestras alternativas de solución, se calcularon los niveles de servicio de todas las vías mediante la herramienta “Nodos”, obteniendo así los siguientes resultados:

Node Results									
Count	No	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)
1	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 6: PUENTE GRAU...	20.49	114.86	79	79	LOS_B	2
2	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 10: AV. VILLALBA...	16.12	100.79	33	33	LOS_A	1
3	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 5: CALLE GRAU@52.0 - 6: PUENTE GRAU@50.6	8.81	76.65	114	114	LOS_A	1
4	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 12: CALLE GRAU@55.0 - 10: AV. VILLALBA@17.6	11.20	55.04	42	42	LOS_B	2
5	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@26.8 - 6: PUENTE GRAU@50.6	27.90	56.40	52	52	LOS_C	3
6	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@26.8 - 9@29.4	27.90	56.40	4	4	LOS_C	3
7	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@26.8 - 10: AV. VILLALBA@17.6	27.90	56.40	57	57	LOS_B	3
8	193	0-900	1: IN. PUENTE GRAU	16.91	114.86	381	381	LOS_B	2
9	193	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 3@26.2	1.38	7.77	0	0	LOS_A	
10	193	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 11@30.1	1.38	7.77	10	10	LOS_C	3
11	193	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 3@26.2	45.26	159.60	177	177	LOS_C	3
12	193	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 11@30.1	45.26	159.60	55	55	LOS_C	3
13	193	0-900	2: OVALO GRAU - 7: FRANCISCO BOLOGNESI@14.8 - 3@26.2	5.71	50.35	46	46	LOS_B	2
14	193	0-900	2: OVALO GRAU	17.45	159.60	288	288	LOS_C	3

Imagen 123: Resultados de la Evaluación Alternativas de solución

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

Tabla 96:
Resumen de Evaluación alternativa de solución VISSIM

Resumen de Evaluación – PTV Vissim		
Vía de origen	Vía destino	Nivel de servicio
Derivación av. La marina	Puente Grau	B
	Av. Villalba	A
Calle Grau	Puente Grau	A
	Av. Villalba	B
Calle Puente Grau	Puente Grau	C
	Av. Villalba	C
	Calle Grau	C
Av. Ejército (bajada)	Av. Ejército (subida)	A
	Francisco Bolognesi	C
Puente Grau	Av. Ejército (subida)	C
	Francisco Bolognesi	C
	Av. Ejército (subida)	B

Fuente: Elaboración propia

6.3. COMPARACIÓN ENTRE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Tabla 97:
Comparación de niveles de servicio

<i>Vía de origen</i>	<i>Vía destino</i>	<i>Nivel de servicio HCM</i>	<i>Nivel de servicio PTV VISSIM</i>	<i>Nivel de servicio alternativa de solución</i>
<i>Derivación av. La marina</i>	<i>Puente Grau</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>B</i>
	<i>Av. Villalba</i>	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>A</i>
<i>Calle Grau</i>	<i>Puente Grau</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>A</i>
	<i>Av. Villalba</i>	<i>-</i>	<i>F</i>	<i>B</i>
<i>Calle Puente Grau</i>	<i>Puente Grau</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>C</i>
	<i>Av. Villalba</i>	<i>-</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
	<i>Calle Grau</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>C</i>
<i>Av. Ejército (bajada)</i>	<i>Av. Ejército (subida)</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>
	<i>Francisco Bolognesi</i>	<i>-</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
<i>Puente Grau</i>	<i>Av. Ejército (subida)</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
	<i>Francisco Bolognesi</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>C</i>
<i>Francisco Bolognesi</i>	<i>Av. Ejército (subida)</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>B</i>

Fuente: Elaboración propia

6.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PROYECTADA A TRANSITOS FUTUROS

6.4.1. VOLÚMENES HORARIOS DE MÁXIMA DEMANDA FUTUROS POR VÍA.

Tabla 98:

Volúmenes Horarios de Máxima Demanda Futuros por Vía

	VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (veh/h)					
	Actual	A 5 años	A 10 años	A 15 años	A 20 años	A 25 años
	2019	2024	2029	2034	2039	2044
Calle Puente Grau	1022	1118	1221	1336	1461	1598
Calle Grau	907	994	1088	1192	1305	1433
Derivación Av. La Marina	683	748	822	903	991	1092
Puente Grau	1809	1978	2161	2364	2585	2826
Av. Francisco Bolognesi	322	352	384	425	464	509
Av. Ejercito	241	266	292	324	359	399

Fuente: Elaboración Propia.

6.4.2. SIMULACION DE TRANSITO FUTURO EN PTV VISSIM

Con los volúmenes proyectados, procedemos a la simulación del tráfico para calcular la vida útil de nuestra alternativa de solución integrada propuesta.

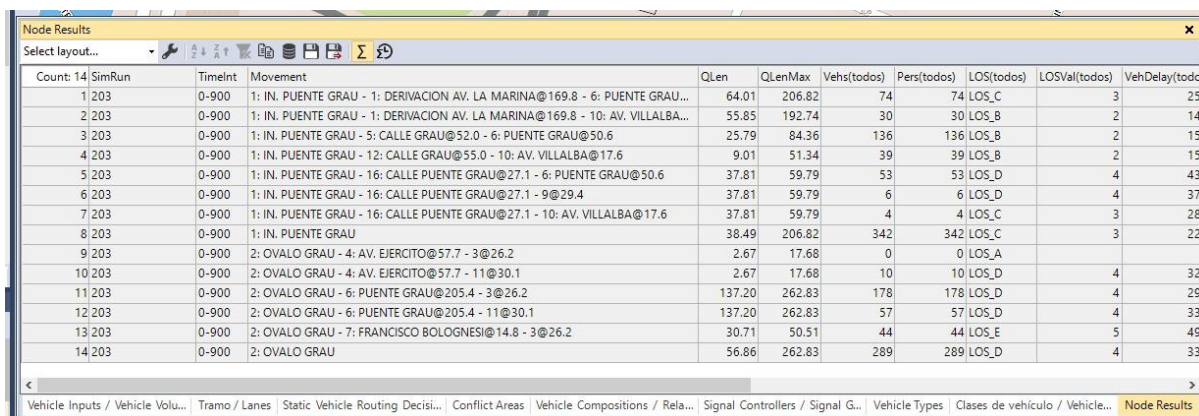
6.4.2.1. SIMULACION A LOS 5 AÑOS

Node Results									
Select layout...									
Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)	LOSVal(todos)
1	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 6: PUENTE GRAU...	53.19	202.36	74	74	LOS_C	3
2	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 10: AV. VILLALBA...	44.75	188.28	31	31	LOS_B	2
3	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 5: CALLE GRAU@52.0 - 6: PUENTE GRAU@50.6	18.79	84.34	127	127	LOS_B	2
4	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 12: CALLE GRAU@55.0 - 10: AV. VILLALBA@17.6	9.76	60.26	36	36	LOS_B	2
5	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.1 - 6: PUENTE GRAU@50.6	34.21	56.14	57	57	LOS_C	3
6	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.1 - 9@29.4	34.21	56.14	7	7	LOS_D	4
7	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.1 - 10: AV. VILLALBA@17.6	34.21	56.14	4	4	LOS_C	3
8	202	0-900	1: IN. PUENTE GRAU	32.14	202.36	336	336	LOS_C	3
9	202	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 3@26.2	1.96	11.65	0	0	LOS_A	
10	202	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 11@30.1	1.96	11.65	9	9	LOS_C	3
11	202	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 3@26.2	114.95	262.82	174	174	LOS_D	4
12	202	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 11@30.1	114.95	262.82	54	54	LOS_D	4
13	202	0-900	2: OVALO GRAU - 7: FRANCISCO BOLOGNESI@14.8 - 3@26.2	24.09	50.52	44	44	LOS_E	5
14	202	0-900	2: OVALO GRAU	47.00	262.82	281	281	LOS_D	4

Imagen 124: Resultados de simulación a los 5 años

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.4.2.2. SIMULACION A LOS 10 AÑOS

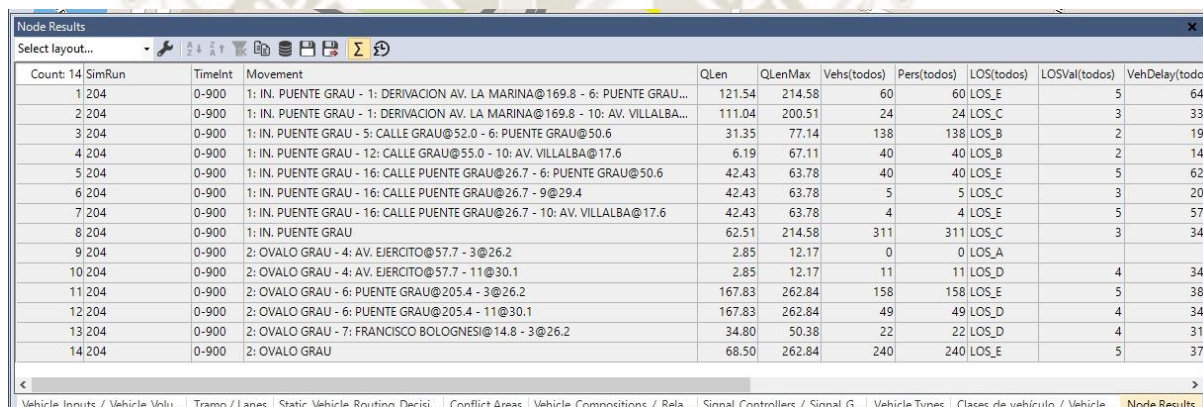


Count: 14	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)	LOSVal(todos)	VehDelay(todos)
1	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 6: PUENTE GRAU...	64.01	206.82	74	74	LOS_C	3	25
2	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 10: AV. VILLALBA...	55.85	192.74	30	30	LOS_B	2	14
3	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 5: CALLE GRAU@52.0 - 6: PUENTE GRAU@50.6	25.79	84.36	136	136	LOS_B	2	15
4	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 12: CALLE GRAU@55.0 - 10: AV. VILLALBA@17.6	9.01	51.34	39	39	LOS_B	2	15
5	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.1 - 6: PUENTE GRAU@50.6	37.81	59.79	53	53	LOS_D	4	43
6	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.1 - 9@29.4	37.81	59.79	6	6	LOS_D	4	37
7	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.1 - 10: AV. VILLALBA@17.6	37.81	59.79	4	4	LOS_C	3	28
8	203	0-900	1: IN. PUENTE GRAU	38.49	206.82	342	342	LOS_C	3	22
9	203	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 3@26.2	2.67	17.68	0	0	LOS_A		
10	203	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 11@30.1	2.67	17.68	10	10	LOS_D	4	32
11	203	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 3@26.2	137.20	262.83	178	178	LOS_D	4	29
12	203	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 11@30.1	137.20	262.83	57	57	LOS_D	4	33
13	203	0-900	2: OVALO GRAU - 7: FRANCISCO BOLOGNESI@14.8 - 3@26.2	30.71	50.51	44	44	LOS_E	5	49
14	203	0-900	2: OVALO GRAU	56.86	262.83	289	289	LOS_D	4	33

Imagen 125: Resultados de simulación a los 10 años

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.4.2.3. SIMULACION A LOS 15 AÑOS

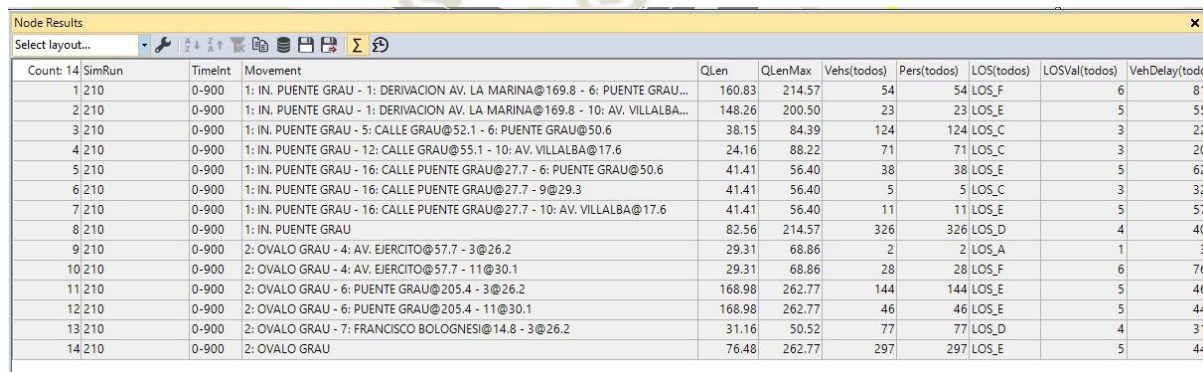


Count: 14	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)	LOSVal(todos)	VehDelay(todos)
1	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 6: PUENTE GRAU...	121.54	214.58	60	60	LOS_E	5	64
2	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 10: AV. VILLALBA...	111.04	200.51	24	24	LOS_C	3	33
3	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 5: CALLE GRAU@52.0 - 6: PUENTE GRAU@50.6	31.35	77.14	138	138	LOS_B	2	19
4	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 12: CALLE GRAU@55.0 - 10: AV. VILLALBA@17.6	6.19	67.11	40	40	LOS_B	2	14
5	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@26.7 - 6: PUENTE GRAU@50.6	42.43	63.78	40	40	LOS_E	5	62
6	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@26.7 - 9@29.4	42.43	63.78	5	5	LOS_C	3	20
7	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@26.7 - 10: AV. VILLALBA@17.6	42.43	63.78	4	4	LOS_E	5	57
8	204	0-900	1: IN. PUENTE GRAU	62.51	214.58	311	311	LOS_C	3	34
9	204	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 3@26.2	2.85	12.17	0	0	LOS_A		
10	204	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 11@30.1	2.85	12.17	11	11	LOS_D	4	34
11	204	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 3@26.2	167.83	262.84	158	158	LOS_E	5	38
12	204	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 11@30.1	167.83	262.84	49	49	LOS_D	4	34
13	204	0-900	2: OVALO GRAU - 7: FRANCISCO BOLOGNESI@14.8 - 3@26.2	34.80	50.38	22	22	LOS_D	4	31
14	204	0-900	2: OVALO GRAU	68.50	262.84	240	240	LOS_E	5	37

Imagen 126: Resultados de simulación a los 15 años

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.4.2.4. SIMULACION A LOS 20 AÑOS



Count: 14	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(todos)	Pers(todos)	LOS(todos)	LOSVal(todos)	VehDelay(todos)
1	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 6: PUENTE GRAU...	160.83	214.57	54	54	LOS_F	6	81
2	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 1: DERIVACION AV. LA MARINA@169.8 - 10: AV. VILLALBA...	148.26	200.50	23	23	LOS_E	5	55
3	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 5: CALLE GRAU@52.1 - 6: PUENTE GRAU@50.6	38.15	84.39	124	124	LOS_C	3	22
4	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 12: CALLE GRAU@55.1 - 10: AV. VILLALBA@17.6	24.16	88.22	71	71	LOS_C	3	20
5	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.7 - 6: PUENTE GRAU@50.6	41.41	56.40	38	38	LOS_E	5	62
6	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.7 - 9@29.3	41.41	56.40	5	5	LOS_C	3	32
7	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU - 16: CALLE PUENTE GRAU@27.7 - 10: AV. VILLALBA@17.6	41.41	56.40	11	11	LOS_E	5	57
8	210	0-900	1: IN. PUENTE GRAU	82.56	214.57	326	326	LOS_D	4	40
9	210	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 3@26.2	29.31	68.86	2	2	LOS_A	1	3
10	210	0-900	2: OVALO GRAU - 4: AV. EJERCITO@57.7 - 11@30.1	29.31	68.86	28	28	LOS_F	6	76
11	210	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 3@26.2	168.98	262.77	144	144	LOS_E	5	46
12	210	0-900	2: OVALO GRAU - 6: PUENTE GRAU@205.4 - 11@30.1	168.98	262.77	46	46	LOS_E	5	44
13	210	0-900	2: OVALO GRAU - 7: FRANCISCO BOLOGNESI@14.8 - 3@26.2	31.16	50.52	77	77	LOS_D	4	31
14	210	0-900	2: OVALO GRAU	76.48	262.77	297	297	LOS_E	5	44

Imagen 127: Resultados de simulación a los 20 años

Fuente: PTV VISSIM 2020, (2019)

6.4.2.5. RESULTADO FINAL

Tabla 99: Niveles de servicio Proyectados a 20 años

Vía de origen	Vía destino	Nivel de servicio alternativa de solución	Nivel de servicio a 5 años 2024	Nivel de servicio a 10 años 2029	Nivel de servicio a 15 años 2034	Nivel de servicio a 20 años 2039
Derivación av. La marina	Puente Grau	B	C	C	E	F
	Av. Villalba	A	B	B	C	E
Calle Grau	Puente Grau	A	B	B	B	C
	Av. Villalba	B	B	B	B	C
Calle Puente Grau	Puente Grau	C	C	D	E	E
	Av. Villalba	C	C	D	E	E
	Calle Grau	C	D	C	C	C
Av. Ejército (bajada)	Av. Ejército (subida)	A	A	A	A	A
	Francisco Bolognesi	C	C	D	D	F
Puente Grau	Av. Ejército (subida)	C	D	D	E	E
	Francisco Bolognesi	C	D	D	D	E
Francisco Bolognesi	Av. Ejército (subida)	B	E	E	D	D

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

- Con el análisis de flujo vehicular realizado en el presente proyecto de investigación, se logró calcular los niveles de servicios de las diferentes vías planteadas mediante dos metodologías expuestas en el “*HCM 2010*”, con dicho análisis se logró plantear una alternativa de solución integrada ya que se pudo determinar la situación actual de las intersecciones que presenta el Puente Grau, en su ingreso y en su término.
- Mediante el estudio del tráfico realizado se determinó los volúmenes horarios de máxima demanda de cada una de las vías, obteniendo todos estos valores del control realizado en el turno de la mañana (07:30 – 08:30), por lo que se puede concluir que en este horario se presenta la mayor cantidad de congestión vehicular. La vía con mayor volumen de vehículos en circulación es *Puente Grau*, con 1809 vehículos/h, esto debido a que es alimentada directamente por 3 vías predecesoras, “*Calle Puente Grau*”, “*Calle Grau*” y “*Derivación Av. La Marina*”. De forma opuesta, la vía que presenta menor flujo de vehículos en circulación es la “*Av. Ejército*” (ingreso al Ovalo), con tan solo 241 vehículos/h, esto debido a que aguas arriba, el mayor porcentaje de vehículos de esta avenida optan por emplear el Puente Bajo Grau para dirigirse hacia la Av. La Marina.
- Mediante el análisis de la *Intersección Puente Grau* se determinó los diferentes niveles de servicio para las 03 vías que la conforman, y el nivel de servicio para la intersección propiamente. La *Calle Puente Grau* es la vía más congestionada con un tiempo de demora de 646 segundos y un nivel de servicio F, después le sigue la vía *Derivación Av. La Marina* con 199 segundos de demora y un nivel de servicio F, y por último la vía *Calle Grau* en donde el tiempo de demora es de 46 segundos y un nivel de servicio E. Esta última vía por contar con dos carriles, tiene mayor capacidad por lo que el tiempo de demora y el nivel de servicio es menor que las otras tres vías, pero cabe mencionar que en la metodología empleada del *HCM 2010* no se considera los tiempos de espera o parada ocasionados por un paradero informal instalado en la vía, generando que el flujo vehicular se obstaculice y haya la presencia de congestionamiento. En términos generales, con los niveles de servicio de las tres vías que se obtuvieron previamente, se calculó que la *Intersección Puente Grau* tiene en promedio un tiempo de demora de 321 segundos y un nivel de servicio F. Esto significa que es una

intersección que actualmente tiene condiciones críticas, con constante presencia de congestión, afectando también el flujo aguas arriba de las vías involucradas.

- Mediante el análisis de la *Rotonda Ovalo Grau* se obtuvieron los niveles de servicio de las tres vías que se conectan con el ovalo. La vía con mayor conflicto de congestión es la vía *Puente Grau* con un tiempo de demora 127 segundo y un nivel de servicio F, esto debido a que esta vía, como se mencionó anteriormente, cuenta con el mayor volumen de vehículos en circulación. Después sigue la vía *Av. Francisco Bolognesi* con un tiempo de demora de 27 segundo y un nivel de servicio F, y por último al *Av. Ejército (ingreso al ovalo)* que por las condiciones de la vía y la escasa cantidad de vehículos que transitan, cuenta con un tiempo de demora de 4 segundo y un nivel de servicio A. Considerando los resultados anteriores, se calculó que la *Rotonda Ovalo Grau* cuenta con un tiempo de demora de 95 segundo y un nivel de servicio F.
- En una primera instancia se optó como alternativa de solución la construcción de un bypass con el cual se buscaba reducir el congestión hacia las vías de *Puente Grau* y *Av. Villalba*; pero investigando en el ministerio de cultura, se confirmó que nuestra área de estudio es catalogada como “*ambiente urbano monumental*”, por lo cual la construcción de una infraestructura como un bypass, que incluía la expropiación de algunas viviendas y la reducción mínima del área del Parque Grau, no iba a ser factible, sin embargo las únicas modificaciones a favor que se puedan realizar son mediante señalizaciones y construcción de bermas. Ante ello, nuestra propuesta de solución consiste en una canalización de la vía “*Calle Grau*”, la semaforización de las vías *Calle “Puente Grau”* y “*Calle Grau*” y la instalación de 2 paraderos de transporte público en la *Av. La Marina* y la *Calle Villalba*. Así mismo se plantea un mejor control del transporte público, debido a la presencia de gran cantidad de empresas informales.
- La alternativa de solución propuesta en el presente proyecto de investigación, al momento de ser simulado en el software “*PTV Vissim*”, nos dio resultados favorables con una reducción de los niveles de servicio de un 90% de las vías, haciendo que estas mejoren su transitabilidad y disminuya el congestión. La semaforización no solo mejoró las vías para transporte vehicular, sino que también ayudo a generar un desplazamiento más ordenado de peatones; ya que como se ve actualmente los peatones en la vía *Calle Grau* no cuentan con ningún apoyo de señalización para poder cruzar, arriesgando sus vidas teniendo que “ganar” a los vehículos cuando estos se detienen por el congestión. La eliminación del paradero informal ubicado en *Calle Grau*, y

la instalación de 02 paraderos formales en la *Av. La marina* y en la *Calle Villalba*, genera que la vía *Calle Grau* tenga un flujo libre, sin el congestionamiento ocasionado por el transporte público.

- Mediante el cálculo del tránsito futuro empleando la tasa de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento del PBI para la ciudad de Arequipa, se puede concluir que nuestra alternativa de solución tendría una vida útil de 20 años aproximadamente, ya que mediante la simulación del tránsito empleando estos volúmenes proyectados, se pudo identificar un incremento progresivo de los niveles de servicio en nuestras vías estudiadas.
- A medida que se fue definiendo el campo de estudio, se fue determinando las vías e intersecciones que se analizarían. De igual forma, toda vía siempre va a tener otra vía predecesora o que interviene directa o indirectamente. En el caso de la vía *Calle Grau*, tiene una relación directa con la *Av. La Marina*, la cual es su principal vía predecesora y la que deriva el mayor porcentaje de vehículos, por lo que si esta vía (*Av. La Marina*) sufre alguna alteración significativa, la *Calle Grau* también sufriría una modificación en su análisis.

RECOMENDACIONES

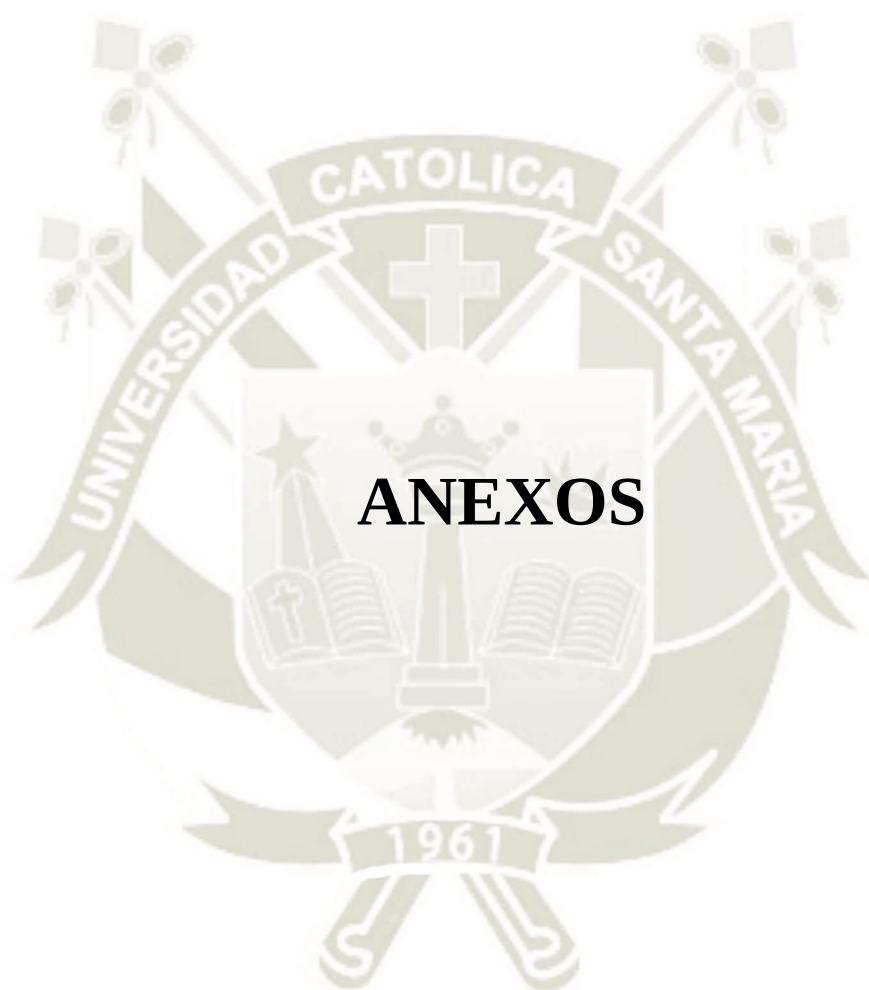
- Se ha visto el crecimiento descontrolado de transporte público informal, lo cual genera congestión en diversas vías de la ciudad, debido a que ellos mismos crean los paraderos informales, para lo cual se recomienda a las autoridades (municipalidades) tomar cartas en el asunto, para generar un mejor sistema de transporte público en Arequipa.
- Arequipa es una de las ciudades con mayores monumentos y patrimonio cultural, sobre todo en el centro de la ciudad, siendo varias las vías que no se pueden ser modificadas a nivel de infraestructura, por lo cual la mejor solución para reducir el flujo vehicular sería optar por desviar las rutas del transporte público a vías que se ubiquen en los alrededores del centro de la ciudad.
- Se ha visto como el programa PTV VISSIM, hace una evaluación real de la zona de estudio, por lo cual es recomendable el uso de dicho software para futuras simulaciones que busquen mejorar el tránsito vehicular en diferentes vías.
- Se recomienda hacer un estudio minucioso de las vías afectadas por medio de la metodología HCM, de manera que se encuentren soluciones apropiadas, ya que cada vía es única y su solución no sería la misma en cada caso. Aún así, hay que tener en consideración las diferentes limitaciones que presenta esta metodología.
- Se recomienda analizar la opción de carriles reversibles temporales en vías de doble sentido donde una de estas posea un bajo flujo vehicular, permitiendo fluidez al tráfico durante los horarios de mayor demanda vehicular. Esta propuesta se puede implementar en la Av. Ejército, la cual sus 02 carriles que ingresan al Óvalo Grau tiene un flujo vehicular bajo, lo que es totalmente opuesto a los 02 carriles de salida del Óvalo.
- En los últimos años se viene desarrollando un nuevo sistema de transporte en la ciudad de Arequipa, el SIT (Sistema Integrado de Transporte), el cual uno de sus objetivos principales es reducir los tiempos de viajes y mejorar la calidad de los servicios. Este sistema propone diferentes rutas que abarcan toda la ciudad con diferentes flotas para cada ruta, lo que va a generar un mejor control y mayor ordenamiento del transporte público. Este sistema se encuentra actualmente en una etapa de pre-operativa, por lo que se debe realizar un estudio de la situación actual, una vez que se implemente definitivamente este sistema, para analizar así las mejoras que se presentan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

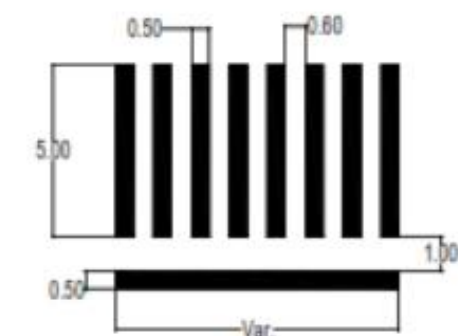
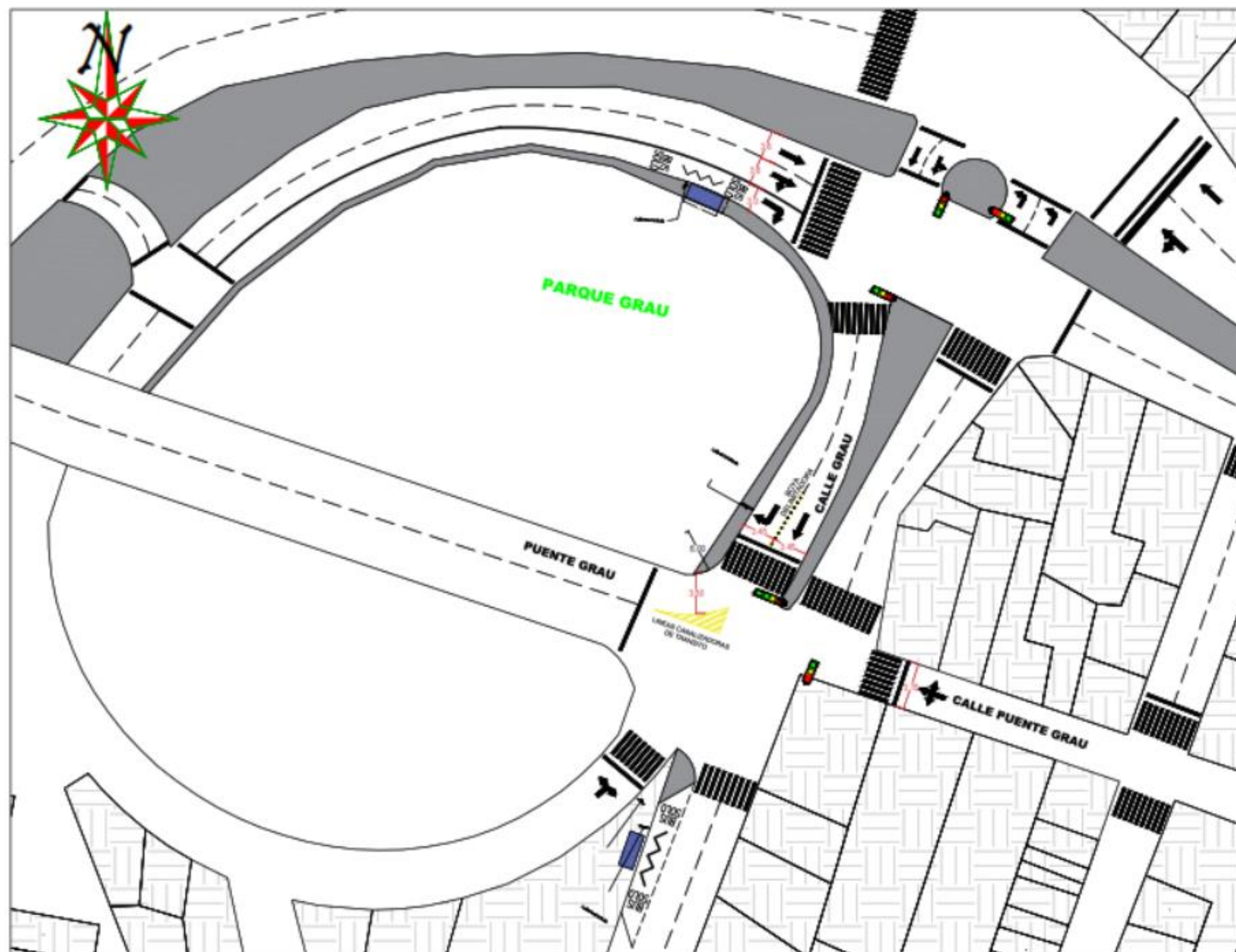
- Asociación española de fabricantes de bordillos y hormigón normalizados. (2019). *CONSTRUMÁTICA*. Obtenido de Tipos de Glorietas: https://www.construmatica.com/construpedia/Tipos_de_Glorietas
- Azcutia, A. M. (2011). *Gestión Técnica del Tráfico*.
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. México.
- Carcialprocer. (2015). Sistema de transporte inteligente.
- Correa, C., Alvaro, I., & Sánchez, D. (2016). *Propuesta técnica para disminuir la congestión vehicular en el sector de Sameco*. Cali, Colombia.
- Diario Digital De Minería, Energía Y Construcción DIPROMIN. (2019). Obtenido de <https://www.dipromin.com/>
- El Buho.Pe. (2019). *Anuncian pronta implementación de ciclovías en Arequipa*. Obtenido de <https://elbuhope/2019/05/anuncian-pronta-implementacion-de-ciclovias-en-arequipa/>
- El peruano. (2006). clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares.
- Guillín Galeas, M. F. (2013). *Estudio de tráfico, giros y de accesibilidad en la intersección: Av. Río Amazonas y Av. Eloy Alfaro*. Quito, Ecuador.
- Ingeniería de transito uasd.blogspot.com. (2012). *Ingeniería de Tránsito*. Obtenido de El Usuario: <http://ingenieriadetransitouasd.blogspot.com/2012/10/el-usuario.html>
- Instituto Municipal de Planeamiento. (2015). *Sistema Vial*. Obtenido de <http://impla.gob.pe/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Producto Bruto Interno por Departamento 2018*. Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. (2018). <https://www.inei.gob.pe/>.
- Melendes, R., & Sucasaca, O. (2018). *Diagnóstico de nivel de servicio de las intersecciones críticas que conforman el segundo anillo vial en Arequipa Metropolitana*. Arequipa.
- Ministerio de transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018*.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2009). Reglamento Nacional de Tránsito. pág. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_1_56.pdf.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2019). *Reglamento nacional de tránsito*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_1_56.pdf
- Ministerio de transportes y comunicaciones MTC. (2016). Obtenido de <https://www.gob.pe/mtc>
- Municipalidad de Arequipa. (2019). *Rutas*. Obtenido de Infracciones de tránsito y transporte: <https://www.muniarequipa.gob.pe/oficina-virtual/infracciones/rutas.html>
- Municipalidad provincial de Arequipa. (2019). Obtenido de <https://www.gob.pe/municipalidad-provincial-de-arequipa-mpa>
- Navarro H., S. (2018). *Ingeniería de tránsito*. Nicaragua.

- PTV Group. (2019). *PTV Vissim*. Obtenido de <http://vision-traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/>
- Romana, M., Nuñez, M., Martinez, J. M., & Diez de Arizaleta, R. (2010). *Manual de capacidad de carreteras (HCM 2010)*. FC EDITORIAL.
- social, S. d. (2008). *manual de ingenieria de transito*.
- Solano, A., & Terrones, D. (2017). *Aplicación de la simulación matemática empleando el software vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, distrito de Trujillo – la libertad, año 2017*. Trujillo.
- Transportation Research Board of the National Academies. (2010). *Highway Capacity Manual*.
- VCHI - ICG. (2005). *Manual de diseño geométrico de vías urbanas*. Lima.



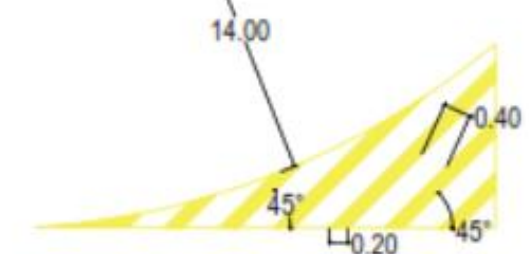


ANEXOS



DETALLE TÍPICO
LINEAS CRUCE PEATONAL

ESC. 1/200



DETALLE TÍPICO
LINEAS CANALIZADORAS DE
TRÁNSITO

ESC. 1/150



DETALLE TÍPICO
SEÑALES VERTICALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
CIVIL Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

ANÁLISIS DEL FLUJO VEHICULAR Y LOS NIVELES DE
SERVICIO EN EL PUENTE GRAU Y SUS VÍA ALEDAÑAS
EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2019

PLANO:

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
INTERSECCIÓN PUENTE GRAU

ELABORADO POR:

ALEJANDRO JUAN MENDOZA CONDORI
CARLA JIMENA MENDOZA CONDORI

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE
2019

CÓDIGO:

PP - 01

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		MIERCOLES		18/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	16	29	5	10	2	0	6	15	0	0	0	0	0	83
07:35	07:40	14	43	4	11	1	0	6	16	2	0	0	0	0	97
07:40	07:45	11	39	1	1	1	1	5	14	0	0	1	0	0	74
07:45	07:50	7	34	2	13	0	0	5	22	0	0	1	0	0	84
07:50	07:55	13	31	7	4	2	0	6	23	0	0	1	0	0	87
07:55	08:00	14	32	3	3	2	0	3	12	0	0	0	0	0	69
08:00	08:05	14	34	4	3	0	0	3	22	1	0	1	0	0	82
08:05	08:10	18	32	1	9	0	0	4	19	1	0	1	0	0	85
08:10	08:15	14	32	1	2	0	0	5	13	3	0	0	0	0	70
08:15	08:20	11	34	4	4	1	0	9	19	0	0	0	0	0	82
08:20	08:25	9	38	4	3	1	0	3	21	0	0	0	0	0	79
08:25	08:30	20	35	0	0	1	0	4	11	0	0	0	0	0	71
VEH. TOTAL		161	413	36	63	11	1	59	207	7	0	5	0	0	
TOTAL		963													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE PUENTE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	MIERCOLES	18/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	10	33	1	5	2	0	3	18	2	0	0	0	0	74
13:35	13:40	10	35	2	4	1	0	6	16	1	0	0	0	0	75
13:40	13:45	16	35	2	7	2	0	5	17	0	0	0	0	0	84
13:45	13:50	17	25	1	7	1	0	7	18	0	0	0	0	0	76
13:50	13:55	18	30	3	7	1	0	6	20	0	0	0	0	0	85
13:55	14:00	16	32	2	6	2	0	5	15	0	0	0	0	0	78
14:00	14:05	15	37	3	7	1	0	4	18	0	0	0	0	0	85
14:05	14:10	13	29	5	4	3	0	7	21	0	0	0	0	0	82
14:10	14:15	11	31	1	3	2	0	4	16	2	0	0	0	0	70
14:15	14:20	12	24	3	5	2	0	8	14	0	0	0	0	0	68
14:20	14:25	10	32	3	6	2	0	6	18	1	0	0	0	0	78
14:25	14:30	15	23	6	6	0	0	7	15	1	0	0	0	0	73
VEH. TOTAL		163	366	32	67	19	0	68	206	7	0	0	0	0	
TOTAL		928													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		MIERCOLES		18/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	8	17	3	2	2	0	5	15	0	0	0	0	0	52
18:35	18:40	12	18	1	6	2	0	6	14	1	0	0	0	0	60
18:40	18:45	6	19	2	5	2	0	5	6	0	0	0	0	0	45
18:45	18:50	5	21	3	8	2	0	8	18	0	0	0	0	0	65
18:50	18:55	18	27	4	5	1	0	1	14	0	0	0	0	0	70
18:55	19:00	10	17	3	3	2	0	4	13	0	0	0	0	0	52
19:00	19:05	17	32	6	5	2	0	5	10	0	0	0	0	0	77
19:05	19:10	5	22	5	8	2	0	2	11	0	0	0	0	0	55
19:10	19:15	5	23	4	11	4	0	3	10	0	0	0	0	0	60
19:15	19:20	14	30	2	5	2	0	1	10	0	0	0	0	0	64
19:20	19:25	6	17	2	4	1	0	4	15	0	0	0	0	0	49
19:25	19:30	14	26	7	1	0	0	7	8	2	0	0	0	0	65
VEH. TOTAL		120	269	42	63	22	0	51	144	3	0	0	0	0	
TOTAL		714													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE PUENTE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	JUEVES	19/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	12	35	2	6	2	0	7	15	0	0	0	0	0	79
07:35	07:40	14	30	3	7	2	0	10	16	0	0	0	0	0	82
07:40	07:45	12	38	5	6	2	0	6	20	0	0	0	0	0	89
07:45	07:50	15	25	6	7	3	0	4	17	0	0	0	0	0	77
07:50	07:55	16	36	3	4	2	0	6	17	0	0	0	0	0	84
07:55	08:00	13	30	4	3	2	0	4	15	1	0	0	0	0	72
08:00	08:05	10	30	3	7	3	0	7	23	0	0	0	0	0	83
08:05	08:10	18	37	7	4	1	0	7	18	0	0	0	0	0	92
08:10	08:15	16	35	5	6	1	0	4	16	1	0	0	0	0	84
08:15	08:20	20	42	4	7	3	1	7	23	0	0	0	0	0	107
08:20	08:25	17	40	1	2	1	0	6	12	0	0	0	0	0	79
08:25	08:30	16	36	7	6	1	0	6	22	0	0	0	0	0	94
VEH. TOTAL		179	414	50	65	23	1	74	214	2	0	0	0	0	
TOTAL		1022													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE PUENTE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	JUEVES	19/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	13	23	5	6	1	0	5	13	0	0	0	0	0	66
13:35	13:40	12	26	2	8	2	1	4	18	0	0	0	0	0	73
13:40	13:45	14	39	4	11	2	0	5	16	0	0	0	0	0	91
13:45	13:50	24	25	6	12	2	0	3	14	0	0	0	0	0	86
13:50	13:55	10	31	2	7	3	0	3	15	1	0	0	0	0	72
13:55	14:00	16	28	4	6	0	0	5	14	1	0	0	0	0	74
14:00	14:05	14	31	5	10	2	0	2	16	0	0	0	0	0	80
14:05	14:10	10	29	5	8	1	0	5	11	0	0	0	0	0	69
14:10	14:15	16	30	5	6	1	0	7	15	1	0	0	0	0	81
14:15	14:20	12	25	1	9	1	1	6	13	0	0	0	0	0	68
14:20	14:25	12	23	2	5	1	0	3	12	0	0	0	0	0	58
14:25	14:30	16	35	4	6	3	0	4	20	0	0	0	0	0	88
VEH. TOTAL		169	345	45	94	19	2	52	177	3	0	0	0	0	
TOTAL		906													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		JUEVES		19/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL			2 E	>=3 E				
18:30	18:35	16	20	5	6	1	0	4	9	0	0	0	0	0	61
18:35	18:40	13	18	2	7	0	0	3	10	0	0	0	0	0	53
18:40	18:45	12	12	5	7	2	0	7	13	0	0	0	0	0	58
18:45	18:50	13	19	9	8	2	0	4	15	0	0	0	0	0	70
18:50	18:55	11	22	2	5	5	0	0	12	0	0	0	0	0	57
18:55	19:00	9	21	1	3	2	0	3	12	0	0	0	0	0	51
19:00	19:05	7	12	2	6	1	0	2	9	1	0	0	0	0	40
19:05	19:10	9	14	7	6	1	0	3	9	0	0	0	0	0	49
19:10	19:15	10	22	7	7	3	0	4	13	0	0	0	0	0	66
19:15	19:20	6	18	2	7	3	0	2	10	0	0	0	0	0	48
19:20	19:25	13	22	5	4	5	0	1	8	0	0	0	0	0	58
19:25	19:30	8	21	3	11	1	0	5	12	0	0	0	0	0	61
VEH. TOTAL		127	221	50	77	26	0	38	132	1	0	0	0	0	
TOTAL		672													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE PUENTE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	VIERNES	20/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
07:30	07:35	14	18	1	8	2	0	9	17	0	0	0	0	0	69
07:35	07:40	16	30	4	8	2	0	10	15	0	0	0	0	0	85
07:40	07:45	13	40	4	8	3	0	5	19	0	0	0	0	0	92
07:45	07:50	16	27	5	7	2	0	4	15	0	0	0	0	0	76
07:50	07:55	15	38	4	6	1	0	5	15	1	0	0	0	0	85
07:55	08:00	13	27	3	4	2	0	2	16	0	0	0	0	0	67
08:00	08:05	16	32	4	7	1	0	4	10	1	0	0	0	0	75
08:05	08:10	8	37	0	5	3	0	6	19	0	0	0	0	0	78
08:10	08:15	24	39	1	6	2	0	3	15	0	0	0	0	0	90
08:15	08:20	15	32	3	3	2	1	6	17	0	0	0	0	0	79
08:20	08:25	18	44	4	6	3	0	4	11	0	0	0	0	0	90
08:25	08:30	11	21	3	3	1	0	5	15	0	0	0	0	0	59
VEH. TOTAL		179	385	36	71	24	1	63	184	2	0	0	0	0	
TOTAL		945													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		VIERNES		20/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	20	25	2	5	2	1	4	16	0	0	0	0	0	75
13:35	13:40	16	21	3	7	1	0	5	14	0	0	0	0	0	67
13:40	13:45	14	32	1	1	2	0	3	18	0	0	0	0	0	71
13:45	13:50	17	31	6	8	1	0	6	16	0	0	0	0	0	85
13:50	13:55	18	33	3	9	1	0	3	23	1	0	0	0	0	91
13:55	14:00	16	25	8	8	1	0	1	8	0	0	0	0	0	67
14:00	14:05	11	26	5	6	3	0	2	17	0	0	0	0	0	70
14:05	14:10	21	20	6	6	2	0	6	16	0	0	0	0	0	77
14:10	14:15	16	29	2	5	4	1	3	12	1	1	0	0	0	74
14:15	14:20	14	27	2	6	0	0	8	14	0	1	0	0	0	72
14:20	14:25	17	30	2	9	2	0	6	13	1	0	2	0	0	82
14:25	14:30	12	35	3	8	0	1	4	16	1	0	0	0	0	80
VEH. TOTAL		192	334	43	78	19	3	51	183	4	2	2	0	0	
TOTAL		911													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		VIERNES		20/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL			2 E	>=3 E				
18:30	18:35	8	22	2	4	1	0	3	10	0	0	0	0	0	50
18:35	18:40	10	16	0	2	2	0	2	12	0	0	0	0	0	44
18:40	18:45	6	16	1	3	0	0	1	10	0	0	0	0	0	37
18:45	18:50	5	6	2	3	0	0	2	6	0	0	0	0	0	24
18:50	18:55	10	18	2	7	2	0	0	11	0	0	0	0	0	50
18:55	19:00	12	22	2	8	2	0	3	19	0	0	0	0	0	68
19:00	19:05	11	18	1	4	1	0	2	18	0	0	0	0	0	55
19:05	19:10	8	13	5	5	1	0	2	9	0	0	0	0	0	43
19:10	19:15	9	18	3	6	1	0	0	7	0	0	0	0	0	44
19:15	19:20	8	16	4	5	1	0	2	12	0	0	0	0	0	48
19:20	19:25	2	13	2	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	22
19:25	19:30	9	21	1	5	2	0	3	14	0	0	0	0	0	55
VEH. TOTAL		98	199	25	53	14	0	20	131	0	0	0	0	0	
TOTAL		540													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		08:30 - 09:30						DIA:		SÁBADO		21/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
08:30	08:35	10	27	0	6	1	1	2	10	0	0	1	0	0	58
08:35	08:40	13	28	2	6	2	0	2	14	0	0	1	0	0	68
08:40	08:45	15	28	3	11	3	0	7	12	1	0	0	0	0	80
08:45	08:50	21	33	3	7	2	0	7	14	0	0	0	0	0	87
08:50	08:55	9	31	1	10	2	1	8	11	0	0	0	0	0	73
08:55	09:00	18	40	6	5	2	0	1	13	0	0	0	0	0	85
09:00	09:05	14	32	6	10	4	1	1	10	2	0	0	0	0	80
09:05	09:10	11	16	6	4	1	0	1	16	3	0	0	0	0	58
09:10	09:15	14	46	2	6	3	0	5	15	1	0	0	0	0	92
09:15	09:20	15	30	2	13	2	0	9	16	0	0	0	0	0	87
09:20	09:25	13	36	1	9	2	1	7	17	0	0	0	0	0	86
09:25	09:30	20	35	2	11	1	0	6	10	0	0	0	0	0	85
VEH. TOTAL		173	382	34	98	25	4	56	158	7	0	2	0	0	
TOTAL		939													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE PUENTE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	15:00 - 16:00	DIA:	SÁBADO	22/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
15:00	15:05	15	19	2	10	1	0	3	15	1	0	0	0	0	66
15:05	15:10	22	29	4	10	2	0	3	17	0	0	0	0	0	87
15:10	15:15	27	28	2	5	2	0	3	11	0	0	0	0	0	78
15:15	15:20	21	24	5	6	1	0	7	13	0	0	0	0	0	77
15:20	15:25	20	23	3	4	1	0	5	8	0	0	0	0	0	64
15:25	15:30	13	25	6	7	3	0	1	14	1	0	0	0	0	70
15:30	15:35	20	30	3	10	3	0	3	14	0	0	0	0	0	83
15:35	15:40	13	28	8	5	1	0	2	16	1	0	0	0	0	74
15:40	15:45	17	33	3	12	2	0	4	9	0	0	0	0	0	80
15:45	15:50	16	24	3	7	3	0	5	13	1	0	0	0	0	72
15:50	15:55	12	40	1	5	3	0	7	11	0	0	0	0	0	79
15:55	16:00	10	25	3	8	1	0	3	14	0	0	0	0	0	64
VEH. TOTAL		206	328	43	89	23	0	46	155	4	0	0	0	0	
TOTAL		894													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE PUENTE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	09:00 - 10:00	DIA:	DOMINGO	22/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
09:00	09:05	26	30	4	9	2	1	5	8	0	0	0	0	0	85
09:05	09:10	25	32	3	7	3	0	6	7	1	0	0	0	0	84
09:10	09:15	23	29	6	10	4	0	3	4	0	0	0	0	0	79
09:15	09:20	21	30	3	8	2	0	4	5	0	0	0	0	0	73
09:20	09:25	18	28	6	5	1	1	3	5	0	0	0	0	0	67
09:25	09:30	17	29	6	4	2	0	5	8	0	0	0	0	0	71
09:30	09:35	21	27	5	8	5	0	7	9	1	0	0	0	0	83
09:35	09:40	16	30	4	6	6	0	3	7	0	0	0	0	0	72
09:40	09:45	24	31	3	7	3	1	4	12	0	0	0	0	0	85
09:45	09:50	20	32	4	5	4	0	3	9	0	0	0	0	0	77
09:50	09:55	26	31	3	8	7	0	7	8	0	0	0	0	0	90
09:55	10:00	23	38	7	5	5	0	4	11	0	0	0	0	0	93
VEH. TOTAL		260	367	54	82	44	3	54	93	2	0	0	0	0	
TOTAL		959													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	MIERCOLES	18/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	14	21	0	4	1	0	7	28	0	1	0	0	0	76
07:35	07:40	7	15	1	0	1	1	10	28	0	0	0	0	0	63
07:40	07:45	15	20	3	1	2	1	5	24	0	0	0	0	0	71
07:45	07:50	13	21	3	3	2	1	4	20	0	1	1	0	0	69
07:50	07:55	14	29	10	5	2	0	5	23	2	1	0	0	0	91
07:55	08:00	10	26	1	3	3	0	7	24	0	0	1	0	0	75
08:00	08:05	14	31	2	4	2	0	7	21	0	0	0	0	0	81
08:05	08:10	12	20	6	5	2	0	8	29	0	0	1	0	0	83
08:10	08:15	12	18	4	5	2	0	6	25	0	0	2	0	0	74
08:15	08:20	10	24	0	4	0	0	4	24	0	0	0	0	0	66
08:20	08:25	10	28	1	3	0	0	3	24	0	0	1	0	0	70
08:25	08:30	20	22	7	6	2	0	5	26	0	0	0	0	0	88
VEH. TOTAL		151	275	38	43	19	3	71	296	2	3	6	0	0	
TOTAL		907													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	MIERCOLES	18/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	5	18	2	1	0	0	1	22	1	0	0	0	0	50
13:35	13:40	9	17	5	5	1	0	2	25	0	0	0	0	0	64
13:40	13:45	3	15	3	1	2	0	4	26	0	0	2	0	0	56
13:45	13:50	8	18	1	5	1	0	3	25	0	0	0	0	0	61
13:50	13:55	6	11	3	9	1	0	1	25	0	0	1	0	0	57
13:55	14:00	4	17	2	0	0	1	3	19	0	0	0	0	0	46
14:00	14:05	8	6	1	2	2	0	6	20	0	0	2	0	0	47
14:05	14:10	10	11	3	0	2	0	4	24	0	0	0	0	0	54
14:10	14:15	4	9	1	6	1	0	5	20	0	0	0	0	0	46
14:15	14:20	6	17	2	4	1	1	4	18	0	0	0	0	0	53
14:20	14:25	12	9	2	2	1	0	4	20	0	0	1	0	0	51
14:25	14:30	8	13	3	6	0	0	2	25	0	0	0	0	0	57
VEH. TOTAL		83	161	28	41	12	2	39	269	1	0	6	0	0	
TOTAL		642													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	MIERCOLES	18/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	9	18	4	4	0	0	5	22	0	0	1	0	0	63
18:35	18:40	9	13	4	2	0	0	9	27	0	0	0	0	0	64
18:40	18:45	9	17	3	2	0	0	3	25	1	0	0	0	0	60
18:45	18:50	7	13	0	4	2	0	8	26	0	0	0	0	0	60
18:50	18:55	6	24	2	1	1	0	4	19	0	0	0	0	0	57
18:55	19:00	12	10	1	2	2	0	3	23	0	0	0	0	0	53
19:00	19:05	10	21	3	5	3	0	3	24	0	0	0	0	0	69
19:05	19:10	5	12	0	4	0	0	8	20	0	0	0	0	0	49
19:10	19:15	6	19	3	1	1	0	4	23	0	0	0	0	0	57
19:15	19:20	7	18	4	1	2	0	7	23	0	0	0	0	0	62
19:20	19:25	4	16	2	4	3	0	6	21	0	0	0	0	0	56
19:25	19:30	10	11	1	2	4	0	6	27	0	0	0	0	0	61
VEH. TOTAL		94	192	27	32	18	0	66	280	1	0	1	0	0	
TOTAL		711													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		JUEVES		19/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
07:30	07:35	21	22	1	5	0	0	4	27	0	0	0	0	0	80
07:35	07:40	17	22	4	3	2	0	5	18	1	0	0	0	0	72
07:40	07:45	20	20	4	3	1	0	2	27	0	0	1	0	0	78
07:45	07:50	12	23	2	7	0	0	4	24	0	0	0	0	0	72
07:50	07:55	19	29	7	5	0	0	4	24	0	0	1	0	0	89
07:55	08:00	7	10	3	3	0	0	2	25	0	0	1	0	0	51
08:00	08:05	13	29	1	5	1	0	7	25	0	0	2	0	0	83
08:05	08:10	12	15	3	6	0	0	5	28	1	0	1	0	0	71
08:10	08:15	7	19	5	1	1	0	5	23	0	0	0	0	0	61
08:15	08:20	8	18	8	3	2	0	6	25	0	0	0	0	0	70
08:20	08:25	11	21	4	8	1	0	5	24	0	0	1	0	0	75
08:25	08:30	10	29	2	6	1	0	3	27	0	0	0	0	0	78
VEH. TOTAL		157	257	44	55	9	0	52	297	2	0	7	0	0	
TOTAL		880													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	JUEVES	19/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	8	9	2	5	1	0	5	25	0	0	0	0	0	55
13:35	13:40	11	11	5	1	0	0	3	25	0	0	0	0	0	56
13:40	13:45	9	15	2	4	1	0	2	17	0	0	0	0	0	50
13:45	13:50	7	15	5	3	2	0	3	23	0	0	1	0	0	59
13:50	13:55	4	17	2	2	0	1	5	22	0	0	2	0	0	55
13:55	14:00	13	17	3	2	2	0	4	27	0	0	1	0	0	69
14:00	14:05	14	11	4	3	0	0	5	17	0	0	0	0	0	54
14:05	14:10	3	15	2	1	3	0	1	15	0	0	0	0	0	40
14:10	14:15	5	18	5	0	1	0	3	25	0	0	0	0	0	57
14:15	14:20	5	18	2	4	1	0	7	23	0	0	0	0	0	60
14:20	14:25	3	15	4	1	0	1	3	20	2	0	0	0	0	49
14:25	14:30	11	12	1	3	0	0	2	20	0	0	0	0	0	49
VEH. TOTAL		93	173	37	29	11	2	43	259	2	0	4	0	0	
TOTAL		653													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	JUEVES	19/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	9	16	3	1	0	1	8	26	0	0	2	0	0	66
18:35	18:40	6	14	4	2	0	0	1	31	0	0	0	0	0	58
18:40	18:45	6	20	2	3	0	0	3	25	0	0	0	0	0	59
18:45	18:50	6	17	5	3	1	0	4	21	0	0	0	0	0	57
18:50	18:55	14	23	5	4	1	0	4	18	0	0	0	0	0	69
18:55	19:00	7	13	2	8	0	0	4	26	0	0	0	0	0	60
19:00	19:05	6	17	1	7	1	0	4	19	0	0	0	0	0	55
19:05	19:10	2	21	6	3	3	0	10	27	0	0	0	0	0	72
19:10	19:15	13	13	1	5	2	0	2	25	0	0	0	0	0	61
19:15	19:20	10	10	0	2	0	1	7	24	0	0	0	0	0	54
19:20	19:25	13	11	2	0	0	0	5	24	0	0	0	0	0	55
19:25	19:30	13	15	1	2	2	0	9	29	0	0	0	0	0	71
VEH. TOTAL		105	190	32	40	10	2	61	295	0	0	2	0	0	
TOTAL		737													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	VIERNES	20/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
07:30	07:35	13	20	1	4	1	0	8	29	0	0	0	0	0	76
07:35	07:40	10	14	3	4	2	0	5	27	0	0	1	0	0	66
07:40	07:45	20	19	1	3	4	0	4	26	1	0	1	0	0	79
07:45	07:50	17	25	4	4	4	0	8	21	1	0	0	0	0	84
07:50	07:55	10	22	7	2	3	0	6	26	0	0	1	0	0	77
07:55	08:00	7	27	6	3	0	0	4	24	0	0	1	0	0	72
08:00	08:05	10	17	2	3	0	0	4	26	0	0	2	0	0	64
08:05	08:10	9	17	3	2	0	0	5	10	0	0	0	0	0	46
08:10	08:15	17	20	6	2	0	0	6	21	1	0	0	0	0	73
08:15	08:20	4	15	1	6	2	0	1	29	0	0	0	0	0	58
08:20	08:25	16	22	3	3	1	0	3	24	0	0	0	0	0	72
08:25	08:30	14	38	8	5	5	0	5	17	1	0	0	0	0	93
VEH. TOTAL		147	256	45	41	22	0	59	280	4	0	6	0	0	
TOTAL		860													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	VIERNES	20/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
13:30	13:35	8	13	3	5	3	0	6	27	0	0	2	0	0	67
13:35	13:40	4	12	1	1	1	0	1	19	1	0	1	0	0	41
13:40	13:45	6	21	1	5	1	0	5	25	0	0	1	0	0	65
13:45	13:50	10	16	2	2	1	1	0	17	0	0	0	0	0	49
13:50	13:55	14	13	3	1	3	0	5	17	0	0	0	0	0	56
13:55	14:00	6	17	1	2	1	0	3	21	0	0	3	0	0	54
14:00	14:05	11	11	3	1	1	0	2	19	0	0	0	0	0	48
14:05	14:10	7	15	2	3	0	0	4	19	0	0	0	0	0	50
14:10	14:15	8	14	3	3	0	0	5	25	0	0	1	0	0	59
14:15	14:20	8	12	8	3	1	0	2	23	0	0	0	0	0	57
14:20	14:25	8	16	5	2	0	0	8	19	0	0	0	0	0	58
14:25	14:30	7	14	4	4	0	0	5	18	0	0	0	0	0	52
VEH. TOTAL		97	174	36	32	12	1	46	249	1	0	8	0	0	
TOTAL		656													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	VIERNES	20/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	11	18	4	1	0	0	6	25	0	0	0	0	0	65
18:35	18:40	13	19	5	3	1	0	3	15	0	0	0	0	0	59
18:40	18:45	9	12	5	1	2	0	4	20	0	0	0	0	0	53
18:45	18:50	6	12	1	5	1	0	7	16	0	0	0	0	0	48
18:50	18:55	9	13	2	1	0	0	5	18	0	0	0	0	0	48
18:55	19:00	7	28	3	4	2	1	4	22	0	0	0	0	0	71
19:00	19:05	13	11	2	8	0	0	1	21	0	0	0	0	0	56
19:05	19:10	5	9	4	7	0	0	2	25	0	0	0	0	0	52
19:10	19:15	4	18	2	0	2	0	3	17	0	0	0	0	0	46
19:15	19:20	10	11	3	3	1	0	5	26	0	0	0	0	0	59
19:20	19:25	6	14	3	1	1	0	6	24	0	0	0	0	0	55
19:25	19:30	6	17	5	3	1	0	4	25	0	0	2	0	0	63
VEH. TOTAL		99	182	39	37	11	1	50	254	0	0	2	0	0	
TOTAL		675													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		CALLE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		08:30 - 09:30						DIA:		SÁBADO		21/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
08:30	08:35	11	18	2	3	0	0	3	20	1	0	0	0	0	58
08:35	08:40	10	18	4	4	0	0	0	20	0	0	0	0	0	56
08:40	08:45	12	17	1	2	2	0	3	22	0	0	0	0	0	59
08:45	08:50	13	17	2	2	0	0	0	20	0	0	0	0	0	54
08:50	08:55	9	18	3	4	0	0	1	20	0	0	0	0	0	55
08:55	09:00	8	12	2	2	0	0	1	25	1	0	0	0	0	51
09:00	09:05	10	14	1	5	0	0	1	19	0	0	0	0	0	50
09:05	09:10	6	19	1	3	2	0	3	23	0	0	0	0	0	57
09:10	09:15	7	19	1	2	2	0	1	24	0	0	0	0	0	56
09:15	09:20	16	15	2	4	3	0	2	19	0	0	0	0	0	61
09:20	09:25	8	15	5	8	3	0	1	17	0	0	0	0	0	57
09:25	09:30	14	20	3	5	3	0	3	18	0	0	0	0	0	66
VEH. TOTAL		124	202	27	44	15	0	19	247	2	0	0	0	0	
TOTAL		680													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	15:00 - 16:00	DIA:	SÁBADO	21/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
15:00	15:05	3	19	0	2	2	0	5	25	0	0	0	0	0	56
15:05	15:10	5	9	3	4	3	0	1	21	0	0	1	0	0	47
15:10	15:15	7	8	6	4	2	0	2	19	0	0	1	0	0	49
15:15	15:20	10	9	5	4	0	0	3	18	0	0	1	0	0	50
15:20	15:25	9	10	1	4	1	0	4	15	0	0	2	0	0	46
15:25	15:30	8	18	1	3	0	0	2	25	1	0	0	0	0	58
15:30	15:35	12	25	0	10	1	0	6	19	1	0	0	0	0	74
15:35	15:40	18	17	1	9	3	0	3	22	0	0	1	0	0	74
15:40	15:45	12	4	1	6	0	0	8	23	0	0	0	0	0	54
15:45	15:50	7	8	6	3	0	0	7	24	0	0	1	0	0	56
15:50	15:55	9	15	3	4	0	0	5	20	0	0	2	0	0	58
15:55	16:00	10	12	5	3	1	0	5	18	1	0	0	0	0	55
VEH. TOTAL		110	154	32	56	13	0	51	249	3	0	9	0	0	
TOTAL		677													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	09:00 - 10:00	DIA:	DOMINGO	22/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
09:00	09:05	10	6	3	1	0	0	1	16	0	0	0	0	0	37
09:05	09:10	11	8	4	2	2	0	2	12	0	0	0	0	0	41
09:10	09:15	11	16	1	3	0	0	4	17	0	0	0	0	0	52
09:15	09:20	6	11	3	3	2	0	0	12	0	0	0	0	0	37
09:20	09:25	9	12	0	1	0	0	1	15	0	0	0	0	0	38
09:25	09:30	6	14	0	3	1	0	3	13	0	0	1	0	0	41
09:30	09:35	11	12	2	6	1	0	4	13	0	0	0	0	0	49
09:35	09:40	6	18	1	6	0	0	1	19	0	0	0	0	0	51
09:40	09:45	10	8	0	4	2	0	3	14	0	0	0	0	0	41
09:45	09:50	6	10	2	5	1	0	2	14	0	0	0	0	0	40
09:50	09:55	7	14	2	4	0	0	3	14	0	0	0	0	0	44
09:55	10:00	3	11	2	4	0	0	5	17	0	0	0	0	0	42
VEH. TOTAL		96	140	20	42	9	0	29	176	0	0	1	0	0	
TOTAL		513													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	LUNES	30/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	17	11	2	5	1	0	6	8	0	0	0	0	0	50
07:35	07:40	18	17	0	5	1	0	1	7	0	0	0	0	0	49
07:40	07:45	12	11	7	3	3	0	3	11	0	0	0	0	0	50
07:45	07:50	15	17	1	8	0	0	2	9	0	0	1	0	0	53
07:50	07:55	18	7	3	4	0	0	4	9	0	0	1	0	0	46
07:55	08:00	16	14	2	7	1	0	2	13	0	0	0	0	0	55
08:00	08:05	11	12	1	3	2	0	4	7	0	0	1	0	0	41
08:05	08:10	10	14	1	4	0	0	2	5	0	0	0	0	0	36
08:10	08:15	8	13	1	5	2	0	1	8	0	0	0	0	0	38
08:15	08:20	11	20	3	6	0	0	3	8	0	0	0	0	0	51
08:20	08:25	14	10	0	6	1	1	2	8	1	0	3	0	0	46
08:25	08:30	9	20	3	4	2	0	3	11	0	0	0	0	0	52
VEH. TOTAL		159	166	24	60	13	1	33	104	1	0	6	0	0	
TOTAL		567													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	LUNES	30/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	16	22	1	11	1	0	2	8	0	0	1	0	0	62
13:35	13:40	11	12	1	4	0	0	3	3	0	0	0	0	0	34
13:40	13:45	13	14	4	8	4	0	0	8	0	0	1	0	0	52
13:45	13:50	8	15	0	4	0	0	3	7	0	0	0	0	0	37
13:50	13:55	16	11	2	5	1	0	1	4	0	0	0	0	0	40
13:55	14:00	11	5	1	4	1	0	0	8	0	0	1	0	0	31
14:00	14:05	10	12	1	4	2	0	4	5	0	0	1	0	0	39
14:05	14:10	12	15	1	2	1	0	0	8	0	0	0	0	0	39
14:10	14:15	12	10	3	7	1	0	3	5	0	0	0	0	0	41
14:15	14:20	9	15	0	5	3	0	1	6	0	0	0	0	0	39
14:20	14:25	7	7	0	7	0	0	2	9	0	0	0	0	0	32
14:25	14:30	10	9	0	5	0	0	2	8	0	0	3	0	0	37
VEH. TOTAL		135	147	14	66	14	0	21	79	0	0	7	0	0	
TOTAL		483													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	LUNES	30/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	11	14	4	5	3	0	2	2	0	0	0	0	0	41
18:35	18:40	15	8	1	6	2	0	3	3	0	0	1	0	0	39
18:40	18:45	14	20	3	9	2	0	4	4	0	0	0	0	0	56
18:45	18:50	14	18	4	12	2	0	5	5	0	0	0	0	0	60
18:50	18:55	7	14	1	13	2	0	1	1	0	0	0	0	0	39
18:55	19:00	5	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
19:00	19:05	12	15	1	4	3	0	4	4	0	0	0	0	0	43
19:05	19:10	11	14	7	5	2	0	3	3	0	0	0	0	0	45
19:10	19:15	6	14	1	3	2	0	2	2	0	0	0	0	0	30
19:15	19:20	9	19	1	8	4	1	6	6	0	0	0	0	0	54
19:20	19:25	12	15	1	7	4	1	1	1	0	0	1	0	0	43
19:25	19:30	12	18	1	4	0	0	5	5	0	0	0	0	0	45
VEH. TOTAL		128	177	25	83	26	2	36	36	0	0	2	0	0	
TOTAL		515													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	MIERCOLES	02/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
07:30	07:35	9	18	2	4	2	0	1	4	0	0	0	0	0	40
07:35	07:40	16	14	5	10	1	0	1	6	0	0	0	0	0	53
07:40	07:45	16	17	9	11	1	0	2	15	0	0	0	0	0	71
07:45	07:50	10	13	4	8	0	0	2	7	0	0	0	0	0	44
07:50	07:55	4	3	1	5	0	0	0	6	0	0	0	0	0	19
07:55	08:00	5	11	2	4	0	0	0	6	0	0	0	0	0	28
08:00	08:05	17	17	1	7	1	0	3	9	0	0	0	0	0	55
08:05	08:10	13	12	0	4	0	1	0	10	0	0	0	0	0	40
08:10	08:15	11	11	2	4	0	0	6	6	0	0	0	0	0	40
08:15	08:20	6	7	3	1	1	0	4	8	0	0	0	0	0	30
08:20	08:25	11	17	3	9	1	0	3	11	0	0	0	0	0	55
08:25	08:30	12	18	3	2	2	0	3	9	0	0	1	0	0	50
VEH. TOTAL		130	158	35	69	9	1	25	97	0	0	1	0	0	
TOTAL		525													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	MIERCOLES	02/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	5	12	1	6	0	0	1	8	0	0	1	0	0	34
13:35	13:40	10	16	1	3	2	0	3	6	0	0	0	0	0	41
13:40	13:45	10	13	0	6	1	1	2	6	0	0	1	0	0	40
13:45	13:50	9	11	4	7	2	0	0	5	0	0	1	0	0	39
13:50	13:55	4	9	5	4	3	0	3	6	0	0	0	0	0	34
13:55	14:00	7	17	0	5	1	0	2	7	0	0	0	0	0	39
14:00	14:05	9	12	4	5	1	0	2	5	0	0	1	0	0	39
14:05	14:10	15	15	3	7	2	0	3	5	0	0	0	0	0	50
14:10	14:15	5	15	1	7	3	0	0	7	0	0	0	0	0	38
14:15	14:20	5	10	1	3	1	0	7	9	0	0	1	0	0	37
14:20	14:25	7	13	2	7	1	0	1	4	1	0	0	0	0	36
14:25	14:30	8	11	0	9	1	0	4	7	0	0	0	0	0	40
VEH. TOTAL		94	154	22	69	18	1	28	75	1	0	5	0	0	
TOTAL		467													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	MIERCOLES	04/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	14	11	0	10	1	0	5	9	1	1	0	0	0	52
07:35	07:40	13	12	3	8	2	0	2	3	0	0	0	0	0	43
07:40	07:45	15	8	1	11	6	0	3	10	0	0	1	0	0	55
07:45	07:50	10	21	3	5	0	0	0	8	0	0	1	0	0	48
07:50	07:55	11	15	3	11	3	0	3	5	0	0	1	0	0	52
07:55	08:00	14	13	1	6	3	0	0	8	0	0	1	0	0	46
08:00	08:05	8	16	3	8	3	1	2	4	0	0	0	0	0	45
08:05	08:10	6	14	3	7	0	0	3	3	0	0	0	0	0	36
08:10	08:15	9	11	2	5	1	0	1	3	0	0	0	0	0	32
08:15	08:20	13	12	3	8	1	0	1	7	0	0	0	0	0	45
08:20	08:25	18	17	5	6	2	0	3	5	0	0	0	0	0	56
08:25	08:30	11	10	2	5	1	0	3	4	0	0	0	0	0	36
VEH. TOTAL		142	160	29	90	23	1	26	69	1	1	4	0	0	
TOTAL		546													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	VIERNES	04/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	17	16	5	5	4	0	4	12	1	0	1	0	0	65
07:35	07:40	17	14	4	5	2	0	3	12	0	0	2	0	0	59
07:40	07:45	14	10	2	7	0	0	2	10	0	0	0	0	0	45
07:45	07:50	20	22	4	7	1	0	0	7	0	0	0	0	0	61
07:50	07:55	12	17	6	6	1	0	4	13	0	0	0	0	0	59
07:55	08:00	12	16	1	5	2	0	3	14	0	0	1	0	0	54
08:00	08:05	17	19	4	3	1	0	3	12	0	0	0	0	0	59
08:05	08:10	11	22	1	9	4	1	5	9	0	0	1	0	0	63
08:10	08:15	11	9	3	5	0	0	2	9	0	0	1	0	0	40
08:15	08:20	12	22	1	5	2	1	3	13	0	0	1	0	0	60
08:20	08:25	8	22	1	5	2	0	7	12	0	0	2	0	0	59
08:25	08:30	18	19	4	6	1	0	2	8	0	0	1	0	0	59
VEH. TOTAL		169	208	36	68	20	2	38	131	1	0	10	0	0	
TOTAL		683													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. LA MARINA						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		VIERNES		04/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
13:30	13:35	15	12	2	6	1	0	2	8	0	0	1	0	0	47
13:35	13:40	15	8	1	6	1	0	2	8	0	0	0	0	0	41
13:40	13:45	15	9	1	5	3	0	2	3	0	0	0	0	0	38
13:45	13:50	6	6	3	4	2	0	1	11	0	0	0	0	0	33
13:50	13:55	14	14	2	6	1	2	1	5	0	0	1	0	0	46
13:55	14:00	8	12	2	6	2	0	5	8	0	0	0	0	0	43
14:00	14:05	16	11	1	6	0	0	3	4	0	0	0	0	0	41
14:05	14:10	12	17	4	8	4	1	1	8	0	0	0	0	0	55
14:10	14:15	9	19	0	10	1	0	2	8	0	0	1	0	0	50
14:15	14:20	9	8	1	3	5	0	2	8	0	0	0	0	0	36
14:20	14:25	10	15	3	7	2	0	3	7	0	0	1	0	0	48
14:25	14:30	6	20	0	12	2	1	1	8	0	0	0	0	0	50
VEH. TOTAL		135	151	20	79	24	4	25	86	0	0	4	0	0	
TOTAL		528													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. LA MARINA						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		VIERNES		04/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	8	17	0	8	1	0	1	8	0	0	0	0	0	43
18:35	18:40	11	14	3	7	3	0	2	7	0	0	0	0	0	47
18:40	18:45	11	32	5	5	2	0	2	6	0	0	0	0	0	63
18:45	18:50	19	15	2	8	0	0	3	5	0	0	0	0	0	52
18:50	18:55	14	16	1	5	1	0	6	8	0	0	0	0	0	51
18:55	19:00	17	16	3	3	3	0	2	6	0	0	0	0	0	50
19:00	19:05	17	22	6	9	4	0	5	4	0	0	0	0	0	67
19:05	19:10	22	13	2	7	2	0	0	6	0	0	0	0	0	52
19:10	19:15	15	13	1	3	1	0	0	4	0	0	0	0	0	37
19:15	19:20	18	11	3	3	1	0	3	4	0	0	2	0	0	45
19:20	19:25	11	11	1	7	1	0	1	8	0	0	0	0	0	40
19:25	19:30	16	17	3	6	2	0	2	3	0	0	0	0	0	49
VEH. TOTAL		179	197	30	71	21	0	27	69	0	0	2	0	0	
TOTAL		596													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	08:30 - 09:30	DIA:	SÁBADO	05/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
08:30	08:35	8	17	3	6	1	0	2	5	0	0	0	0	0	42
08:35	08:40	11	9	3	4	0	0	1	6	0	0	1	0	0	35
08:40	08:45	7	13	2	7	1	0	0	9	0	0	1	0	0	40
08:45	08:50	8	13	7	2	2	0	1	4	0	0	0	0	0	37
08:50	08:55	15	14	1	2	1	0	1	6	0	0	0	0	0	40
08:55	09:00	9	11	0	5	1	0	3	8	0	0	2	0	0	39
09:00	09:05	9	6	4	10	0	0	2	5	0	0	0	0	0	36
09:05	09:10	12	9	0	5	1	0	2	6	0	0	2	0	0	37
09:10	09:15	12	11	2	5	0	0	0	3	0	0	1	0	0	34
09:15	09:20	11	16	3	3	1	0	2	9	0	0	0	0	0	45
09:20	09:25	6	14	3	2	0	1	1	7	0	0	0	0	0	34
09:25	09:30	20	15	2	4	3	1	1	4	0	0	0	0	0	50
VEH. TOTAL		128	148	30	55	11	2	16	72	0	0	7	0	0	
TOTAL		469													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	15:00 - 16:00	DIA:	SÁBADO	05/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
15:00	15:05	11	10	3	10	3	0	1	5	0	0	2	0	0	45
15:05	15:10	11	19	5	16	0	0	1	7	0	0	0	0	0	59
15:10	15:15	14	22	4	8	0	0	2	7	0	0	1	0	0	58
15:15	15:20	14	19	4	9	0	0	0	4	0	0	1	0	0	51
15:20	15:25	10	14	4	8	2	0	0	5	0	0	0	0	0	43
15:25	15:30	12	17	1	5	4	0	1	8	0	0	0	0	0	48
15:30	15:35	14	20	1	8	0	0	3	5	0	0	0	0	0	51
15:35	15:40	17	20	2	3	1	0	1	6	0	0	0	0	0	50
15:40	15:45	18	16	2	7	3	0	1	8	0	0	0	0	0	55
15:45	15:50	5	12	0	7	2	0	2	4	0	0	1	0	0	33
15:50	15:55	8	13	1	10	3	0	1	4	0	0	1	0	0	41
15:55	16:00	16	11	0	4	2	0	2	5	0	0	0	0	0	40
VEH. TOTAL		150	193	27	95	20	0	15	68	0	0	6	0	0	
TOTAL		574													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. LA MARINA	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	09:00 - 10:00	DIA:	DOMINGO	06/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
09:00	09:05	5	11	1	5	2	0	1	3	0	0	0	0	0	28
09:05	09:10	8	7	0	4	3	0	0	5	0	0	1	0	0	28
09:10	09:15	14	5	4	6	2	0	2	3	0	0	0	0	0	36
09:15	09:20	11	10	2	5	2	0	3	3	0	0	0	0	0	36
09:20	09:25	10	6	3	0	5	0	0	6	0	0	0	0	0	30
09:25	09:30	16	13	0	4	2	0	0	3	0	0	0	0	0	38
09:30	09:35	7	9	4	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0	31
09:35	09:40	14	9	0	4	2	0	0	5	0	0	0	0	0	34
09:40	09:45	15	8	1	3	3	0	0	4	1	0	1	0	0	36
09:45	09:50	6	7	2	3	3		0	7	0	0	0	0	0	28
09:50	09:55	9	9	0	4	2	0	1	1	1	0	1	0	0	28
09:55	10:00	10	10	1	7	1	0	2	4	0	0	0	0	0	35
VEH. TOTAL		125	104	18	51	27	0	9	49	2	0	3	0	0	
TOTAL		388													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU				SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30				DIA:	LUNES	30/09/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	21	40	3	8	5	0	14	25	0	0	0	0	0	116
07:35	07:40	33	40	4	20	7	0	14	30	1	0	0	0	0	149
07:40	07:45	30	35	3	10	3	1	11	24	2	0	0	0	0	119
07:45	07:50	25	40	7	8	5	0	12	30	0	0	0	0	0	127
07:50	07:55	25	46	4	12	8	0	14	24	0	0	0	0	0	133
07:55	08:00	37	45	4	19	4	0	10	24	2	0	0	0	0	145
08:00	08:05	20	45	4	12	4	0	8	25	0	0	0	0	0	118
08:05	08:10	33	50	12	19	3	1	15	27	2	0	0	0	0	162
08:10	08:15	18	40	8	16	2	0	10	26	0	0	0	0	0	120
08:15	08:20	28	40	6	9	2	0	8	29	2	0	0	0	0	124
08:20	08:25	30	50	2	12	2	1	15	30	1	0	0	0	0	143
08:25	08:30	37	40	4	4	5	0	9	19	0	1	0	0	0	119
VEH. TOTAL		337	511	61	149	50	3	140	313	10	1	0	0	0	
TOTAL		1575													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		LUNES		30/09/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL			2 E	>=3 E				
13:30	13:35	24	29	9	13	2	0	5	23	1	0	0	0	0	106
13:35	13:40	21	42	2	13	10	0	6	23	0	0	0	0	0	117
13:40	13:45	22	34	8	13	7	0	4	27	0	0	0	0	0	115
13:45	13:50	28	45	5	10	9	1	5	27	0	0	0	0	0	130
13:50	13:55	19	42	6	15	6	1	6	22	0	1	0	0	0	118
13:55	14:00	29	36	5	17	1	0	10	21	0	1	0	0	0	120
14:00	14:05	20	29	7	9	11	0	5	21	0	0	0	0	0	102
14:05	14:10	20	41	11	9	3	0	8	22	1	0	0	0	0	115
14:10	14:15	22	36	6	13	3	0	9	28	0	0	0	0	0	117
14:15	14:20	27	40	4	25	2	0	11	20	0	0	0	0	0	129
14:20	14:25	16	50	4	6	10	0	10	19	0	1	0	0	0	116
14:25	14:30	23	50	3	8	7	0	13	25	2	0	0	0	0	131
VEH. TOTAL		271	474	70	151	71	2	92	278	4	3	0	0	0	
TOTAL		1416													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU					SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:	
HORARIO:	18:30 - 19:30					DIA:	LUNES	30/09/2019	

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	15	29	5	10	3	0	9	18	0	0	0	0	0	89
18:35	18:40	20	22	3	13	2	1	8	15	0	0	0	0	0	84
18:40	18:45	26	25	6	9	3	0	5	20	0	0	0	0	0	94
18:45	18:50	23	26	2	14	6	0	7	20	0	0	0	0	0	98
18:50	18:55	25	27	4	6	2	1	7	18	0	0	0	0	0	90
18:55	19:00	21	26	3	9	3	0	8	17	0	0	0	0	0	87
19:00	19:05	16	30	5	10	3	0	8	30	0	0	0	0	0	102
19:05	19:10	13	28	5	8	0	0	7	12	0	1	0	0	0	74
19:10	19:15	13	41	7	11	4	0	11	22	0	0	0	0	0	109
19:15	19:20	30	51	7	13	6	0	9	18	0	0	0	0	0	134
19:20	19:25	29	40	4	9	3	0	10	22	0	0	0	0	0	117
19:25	19:30	30	40	5	20	10	0	10	23	0	0	0	0	0	138
VEH. TOTAL		261	385	56	132	45	2	99	235	0	1	0	0	0	
TOTAL		1216													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		MIERCOLES		02/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	41	60	3	16	2	0	7	24	2	0	0	0	0	155
07:35	07:40	37	60	5	8	2	1	8	31	0	0	0	0	0	152
07:40	07:45	38	57	4	11	3	0	7	25	1	0	0	0	0	146
07:45	07:50	26	60	8	14	9	1	11	22	0	0	0	0	0	151
07:50	07:55	26	55	10	11	3	0	9	21	0	0	0	0	0	135
07:55	08:00	27	55	6	16	3	0	5	29	0	0	0	0	0	141
08:00	08:05	45	60	8	17	2	0	12	32	1	0	0	0	0	177
08:05	08:10	32	59	6	10	3	0	9	22	2	0	0	0	0	143
08:10	08:15	31	62	5	17	4	1	9	26	1	0	0	0	0	156
08:15	08:20	31	55	7	18	6	0	13	29	2	0	0	0	0	161
08:20	08:25	35	65	5	10	1	1	6	22	1	0	0	0	0	146
08:25	08:30	27	58	9	13	5	1	6	26	1	0	0	0	0	146
VEH. TOTAL		396	706	76	161	43	5	102	309	11	0	0	0	0	
TOTAL		1809													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU					SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30					DIA:	MIERCOLES	02/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
13:30	13:35	30	49	3	18	7	0	9	13	0	0	0	0	0	129
13:35	13:40	10	34	3	14	6	1	7	24	0	2	0	0	0	101
13:40	13:45	21	51	2	15	3	0	7	27	0	0	0	0	0	126
13:45	13:50	15	38	5	15	2	1	8	22	0	0	0	0	0	106
13:50	13:55	18	55	5	13	5	0	7	21	2	0	0	0	0	126
13:55	14:00	20	46	5	21	5	0	4	23	1	0	0	0	0	125
14:00	14:05	25	35	7	9	4	0	5	22	2	0	0	0	0	109
14:05	14:10	28	35	6	10	3	0	12	23	0	0	0	0	0	117
14:10	14:15	22	29	8	12	1	0	12	19	1	0	0	0	0	104
14:15	14:20	14	38	3	8	5	0	10	17	0	0	0	0	0	95
14:20	14:25	23	41	4	11	5	0	6	25	0	0	0	0	0	115
14:25	14:30	17	50	7	10	4	0	9	22	0	0	0	0	0	119
VEH. TOTAL		243	501	58	156	50	2	96	258	6	2	0	0	0	
TOTAL		1372													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		MIERCOLES		02/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
18:30	18:35	25	30	8	15	5	0	13	25	0	0	0	0	0	121
18:35	18:40	27	39	5	16	4	0	6	16	0	0	0	0	0	113
18:40	18:45	22	49	8	18	2	0	6	20	0	0	0	0	0	125
18:45	18:50	15	30	2	11	1	0	7	21	0	0	0	0	0	87
18:50	18:55	18	35	6	13	3	1	5	24	0	0	0	0	0	105
18:55	19:00	38	36	5	17	6	0	9	24	0	1	0	0	0	136
19:00	19:05	18	39	6	7	4	0	6	21	0	0	0	0	0	101
19:05	19:10	30	43	3	17	5	0	9	27	0	0	0	0	0	134
19:10	19:15	25	34	7	10	4	0	6	25	0	0	0	0	0	111
19:15	19:20	32	38	6	16	3	0	11	25	0	0	0	0	0	131
19:20	19:25	21	44	9	17	5	0	12	15	0	0	0	0	0	123
19:25	19:30	16	42	4	15	3	0	10	25	0	0	0	0	0	115
VEH. TOTAL		287	459	69	172	45	1	100	268	0	1	0	0	0	
TOTAL		1402													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU					SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30					DIA:	VIERNES	04/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
07:30	07:35	32	56	5	12	3	1	14	18	1	0	0	0	0	142
07:35	07:40	50	56	10	16	6	1	12	29	1	0	0	0	0	181
07:40	07:45	19	47	3	24	1	0	10	21	0	1	0	0	0	126
07:45	07:50	26	47	4	16	5	0	17	21	0	0	0	0	0	136
07:50	07:55	26	59	12	8	5	0	9	27	1	0	0	0	0	147
07:55	08:00	19	49	9	9	5	0	5	30	0	0	0	0	0	126
08:00	08:05	34	60	6	14	2	0	6	23	1	0	0	0	0	146
08:05	08:10	25	62	5	17	2	0	15	32	0	0	0	0	0	158
08:10	08:15	29	55	4	8	3	0	9	33	0	0	0	0	0	141
08:15	08:20	27	58	8	13	4	0	10	30	0	0	0	0	0	150
08:20	08:25	28	52	8	14	2	0	10	29	0	0	0	0	0	143
08:25	08:30	21	54	7	15	1	0	11	25	0	0	0	0	0	134
VEH. TOTAL		336	655	81	166	39	2	128	318	4	1	0	0	0	
TOTAL		1730													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		VIERNES		04/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	27	44	4	10	3	0	8	21	0	0	0	0	0	117
13:35	13:40	31	44	5	24	8	0	14	25	6	0	0	0	0	157
13:40	13:45	31	40	5	9	4	1	5	22	0	0	0	0	0	117
13:45	13:50	22	40	9	10	9	0	8	23	0	0	0	0	0	121
13:50	13:55	35	45	3	11	4	2	14	21	1	0	0	0	0	136
13:55	14:00	28	60	8	11	5	1	9	18	0	0	0	0	0	140
14:00	14:05	20	53	7	11	7	0	9	30	0	0	0	0	0	137
14:05	14:10	22	42	6	16	2	0	7	24	1	0	0	0	0	120
14:10	14:15	25	55	2	10	3	0	10	20	1	0	0	0	0	126
14:15	14:20	25	43	5	15	2	0	11	18	0	0	0	0	0	119
14:20	14:25	28	58	8	15	5	0	9	27	0	0	0	0	0	150
14:25	14:30	22	45	7	6	3	0	9	19	2	0	0	0	0	113
VEH. TOTAL		316	569	69	148	55	4	113	268	11	0	0	0	0	
TOTAL		1553													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU				SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30				DIA:	VIERNES	04/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	27	40	7	8	1	0	11	23	0	0	0	0	0	117
18:35	18:40	25	31	8	10	5	0	12	23	0	0	0	0	0	114
18:40	18:45	29	42	5	16	5	0	10	20	0	0	0	0	0	127
18:45	18:50	30	50	10	9	4	0	8	22	0	0	0	0	0	133
18:50	18:55	20	42	3	10	5	0	15	23	0	0	0	0	0	118
18:55	19:00	29	50	5	20	5	0	8	26	1	0	0	0	0	144
19:00	19:05	24	43	5	25	2	0	12	20	0	0	0	0	0	131
19:05	19:10	32	43	4	7	2	0	10	19	0	0	0	0	0	117
19:10	19:15	22	46	7	17	2	0	10	22	0	0	0	0	0	126
19:15	19:20	25	50	4	15	3	0	12	16	1	0	0	0	0	126
19:20	19:25	25	46	12	12	3	0	10	23	0	0	0	0	0	131
19:25	19:30	21	45	2	12	5	0	13	18	0	0	0	0	0	116
VEH. TOTAL		309	528	72	161	42	0	131	255	2	0	0	0	0	
TOTAL		1500													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU				SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	08:30 - 09:30				DIA:	SÁBADO	05/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
08:30	08:35	20	51	4	17	4	0	5	23	0	0	0	0	0	124
08:35	08:40	21	58	5	14	2	0	7	18	0	0	0	0	0	125
08:40	08:45	13	28	3	11	1	0	4	14	0	0	0	0	0	74
08:45	08:50	12	45	3	11	2	1	7	17	0	0	0	0	0	98
08:50	08:55	27	37	8	15	3	0	7	19	0	0	0	0	0	116
08:55	09:00	35	58	4	17	1	1	6	22	2	0	0	0	0	146
09:00	09:05	35	45	7	9	3	1	10	18	0	0	0	0	0	128
09:05	09:10	25	54	7	18	4	1	8	23	1	0	0	0	0	141
09:10	09:15	24	57	4	10	6	0	5	20	1	0	0	0	0	127
09:15	09:20	20	45	5	11	4	0	5	28	0	0	0	0	0	118
09:20	09:25	18	55	4	15	4	0	11	17	0	0	0	0	0	124
09:25	09:30	27	42	6	17	4	0	6	16	0	0	0	0	0	118
VEH. TOTAL		277	575	60	165	38	4	81	235	4	0	0	0	0	
TOTAL		1439													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		PUENTE GRAU						SENTIDO:		ÚNICO		FECHA:			
HORARIO:		15:00 - 16:00						DIA:		SÁBADO		05/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
15:00	15:05	41	4	2	9	6	1	5	15	0	0	0	0	0	83
15:05	15:10	52	10	5	8	3	2	8	11	0	0	0	0	0	99
15:10	15:15	50	14	3	13	4	1	3	22	0	0	0	0	0	110
15:15	15:20	48	21	3	9	6	0	7	19	0	0	0	0	0	113
15:20	15:25	52	12	7	13	3	1	8	26	0	0	0	0	0	122
15:25	15:30	50	15	3	11	2	1	5	16	0	0	0	0	0	103
15:30	15:35	52	9	2	7	2	1	9	19	1	0	0	0	0	102
15:35	15:40	49	14	2	11	2	0	9	18	0	0	0	0	0	105
15:40	15:45	63	11	5	10	1	0	2	17	1	0	0	0	0	110
15:45	15:50	54	10	5	13	3	2	9	16	1	0	0	0	0	113
15:50	15:55	55	16	4	12	4	0	3	19	0	0	0	0	0	113
15:55	16:00	34	14	3	13	3	0	7	21	0	0	0	0	0	95
VEH. TOTAL		600	150	44	129	39	9	75	219	3	0	0	0	0	
TOTAL		1268													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	PUENTE GRAU				SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	09:00 - 10:00				DIA:	DOMINGO	06/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
09:00	09:05	21	27	1	11	4	2	4	13	0	0	0	0	0	83
09:05	09:10	18	39	3	11	5	1	5	14	2	0	0	0	0	98
09:10	09:15	21	35	1	15	5	1	3	13	1	0	0	0	0	95
09:15	09:20	20	43	5	16	3	3	7	17	0	0	0	0	0	114
09:20	09:25	15	35	3	12	2	0	5	11	0	0	0	0	0	83
09:25	09:30	17	26	0	13	4	3	3	16	0	0	0	0	0	82
09:30	09:35	22	39	4	11	4	2	2	16	0	0	0	0	0	100
09:35	09:40	17	33	1	12	4	5	5	14	1	0	0	0	0	92
09:40	09:45	18	25	3	13	1	3	2	12	0	0	0	0	0	77
09:45	09:50	13	34	2	9	9	1	4	10	1	0	0	0	0	83
09:50	09:55	23	30	3	14	4	0	2	16	2	0	0	0	0	94
09:55	10:00	27	31	2	10	3	2	3	15	2	0	0	0	0	95
VEH. TOTAL		232	397	28	147	48	23	45	167	9	0	0	0	0	
TOTAL		1096													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		LUNES		07/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	5	7	2	4	3	1	2	0	0	0	0	0	0	24
07:35	07:40	6	8	3	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	25
07:40	07:45	4	4	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	23
07:45	07:50	7	9	2	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	27
07:50	07:55	5	8	1	5	4	2	1	0	0	0	0	0	0	26
07:55	08:00	6	6	4	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	29
08:00	08:05	6	8	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	24
08:05	08:10	8	7	2	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	28
08:10	08:15	5	8	3	5	3	1	0	0	0	0	1	0	0	26
08:15	08:20	6	10	3	5	2	2	1	0	0	0	0	0	0	29
08:20	08:25	4	6	1	4	3	1	0	0	1	0	0	0	0	20
08:25	08:30	5	9	2	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	29
VEH. TOTAL		67	90	30	54	41	14	10	0	2	0	2	0	0	
TOTAL		310													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		LUNES		07/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.										2 E	>=3 E				
13:30	13:35	3	5	2	4	2	1	1	0	1	0	0	0	0	19
13:35	13:40	4	6	3	4	1	2	0	0	0	0	1	0	0	21
13:40	13:45	2	4	2	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	16
13:45	13:50	3	5	4	2	3	1	1	0	1	0	1	0	0	21
13:50	13:55	5	7	2	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	21
13:55	14:00	3	6	3	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	19
14:00	14:05	2	5	1	5	2	1	1	0	1	0	1	0	0	19
14:05	14:10	5	8	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	22
14:10	14:15	4	6	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	17
14:15	14:20	3	8	3	4	2	3	3	0	0	0	0	0	0	26
14:20	14:25	5	7	4	2	4	2	1	0	0	0	1	0	0	26
14:25	14:30	4	6	2	5	3	1	2	0	0	0	0	0	0	23
VEH. TOTAL		43	73	29	40	27	17	14	0	3	0	4	0	0	
TOTAL		250													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:				
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		LUNES		07/10/2019				
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL	
DIAGRA. VEH.							PANEL				2 E	>=3 E				
18:30	18:35	3	4	2	3	2	1	2	0	1	0	0	0	0	0	18
18:35	18:40	4	3	3	4	1	2	3	0	0	0	0	1	0	0	21
18:40	18:45	3	5	2	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	17
18:45	18:50	4	4	3	4	2	0	4	0	1	0	0	1	0	0	23
18:50	18:55	4	6	1	4	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	24
18:55	19:00	3	5	3	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	18
19:00	19:05	3	7	2	5	2	3	1	0	1	0	0	1	0	0	25
19:05	19:10	4	5	4	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21
19:10	19:15	2	6	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
19:15	19:20	4	6	2	3	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	24
19:20	19:25	3	7	4	4	2	1	3	0	0	0	0	1	0	0	25
19:25	19:30	4	8	2	4	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	23
VEH. TOTAL		41	66	31	41	26	18	25	0	3	0	4	0	0		
TOTAL		255														

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		MIERCOLES		09/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	10	9	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26
07:35	07:40	6	10	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
07:40	07:45	8	10	0	4	0	0	2	0	1	0	1	0	0	26
07:45	07:50	4	9	0	8	1	0	2	0	0	0	0	0	0	24
07:50	07:55	8	10	1	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	27
07:55	08:00	6	8	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	24
08:00	08:05	9	12	1	6	3	0	0	0	0	0	1	0	0	32
08:05	08:10	8	11	0	4	1	0	2	0	0	0	1	0	0	27
08:10	08:15	7	9	1	7	4	0	5	0	0	0	0	0	0	33
08:15	08:20	6	11	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
08:20	08:25	5	7	2	9	1	1	1	0	1	0	0	0	0	27
08:25	08:30	12	14	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	29
VEH. TOTAL		89	120	6	68	15	2	17	0	2	0	3	0	0	
TOTAL		322													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		MIERCOLES		09/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
13:30	13:35	7	11	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	25
13:35	13:40	8	12	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23
13:40	13:45	5	8	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
13:45	13:50	4	9	1	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	20
13:50	13:55	7	12	0	4	1	0	1	0	0	0	1	0	0	26
13:55	14:00	8	13	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
14:00	14:05	6	11	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
14:05	14:10	8	14	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24
14:10	14:15	6	9	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
14:15	14:20	5	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
14:20	14:25	4	11	1	6	1	0	3	0	0	0	0	0	0	26
14:25	14:30	4	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
VEH. TOTAL		72	126	7	38	7	1	6	0	1	0	1	0	0	
TOTAL		259													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		MIERCOLES		09/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
18:30	18:35	4	6	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	20
18:35	18:40	5	7	2	2	3	1	1	0	1	0	0	0	0	22
18:40	18:45	3	8	3	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	20
18:45	18:50	4	5	2	4	2	2	3	0	0	0	0	0	0	22
18:50	18:55	2	6	1	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	17
18:55	19:00	4	7	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	17
19:00	19:05	5	6	0	4	3	2	0	0	1	0	0	0	0	21
19:05	19:10	5	8	2	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	25
19:10	19:15	4	7	1	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	19
19:15	19:20	2	6	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17
19:20	19:25	3	7	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	21
19:25	19:30	5	8	2	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	22
VEH. TOTAL		46	81	23	36	26	13	16	0	2	0	0	0	0	
TOTAL		243													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		VIERNES		11/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	4	7	2	4	3	2	3	0	0	0	0	0	0	25
07:35	07:40	6	8	1	3	2	1	1	0	1	0	1	0	0	24
07:40	07:45	4	6	1	4	4	1	2	0	0	0	0	0	0	22
07:45	07:50	4	7	2	5	2	2	2	0	0	0	1	0	0	25
07:50	07:55	5	9	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	28
07:55	08:00	4	6	3	6	3	1	1	0	1	0	0	0	0	25
08:00	08:05	5	8	1	4	4	1	3	0	0	0	0	0	0	26
08:05	08:10	6	7	2	5	4	3	4	0	0	0	0	0	0	31
08:10	08:15	5	9	0	5	2	2	2	0	1	0	1	0	0	27
08:15	08:20	4	6	1	4	2	2	3	0	0	0	0	0	0	22
08:20	08:25	6	7	2	7	4	1	2	0	0	0	0	0	0	29
08:25	08:30	5	7	2	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	24
VEH. TOTAL		58	87	19	55	36	20	27	0	3	0	3	0	0	
TOTAL		308													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		VIERNES		11/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	4	6	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	19
13:35	13:40	3	7	3	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	20
13:40	13:45	4	6	1	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	21
13:45	13:50	2	8	2	5	3	0	1	0	1	0	0	0	0	22
13:50	13:55	3	7	2	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	23
13:55	14:00	5	7	1	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	23
14:00	14:05	4	6	3	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	24
14:05	14:10	6	8	3	8	3	0	1	0	0	0	1	0	0	30
14:10	14:15	4	5	1	7	3	0	2	0	0	0	0	0	0	22
14:15	14:20	3	7	1	5	4	1	1	0	1	0	1	0	0	24
14:20	14:25	2	6	2	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	19
14:25	14:30	4	8	4	4	3	1	3	0	0	0	0	0	0	27
VEH. TOTAL		44	81	25	64	35	8	12	0	2	0	3	0	0	
TOTAL		274													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		VIERNES		11/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.										2 E	>=3 E				
18:30	18:35	3	5	1	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	18
18:35	18:40	3	6	2	4	3	1	1	0	1	0	0	0	0	21
18:40	18:45	2	4	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
18:45	18:50	4	5	1	5	5	0	2	0	0	0	0	0	0	22
18:50	18:55	3	6	2	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	21
18:55	19:00	2	4	3	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	19
19:00	19:05	4	7	2	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	21
19:05	19:10	3	6	3	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	21
19:10	19:15	4	5	1	5	4	1	1	0	0	0	0	0	0	21
19:15	19:20	5	6	2	3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	21
19:20	19:25	4	8	1	5	2	0	2	0	0	0	0	0	0	22
19:25	19:30	3	7	1	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	20
VEH. TOTAL		40	69	20	47	43	8	12	0	1	0	0	0	0	
TOTAL		240													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		08:30 - 09:30						DIA:		SÁBADO		12/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
08:30	08:35	2	4	3	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	16
08:35	08:40	6	8	1	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	22
08:40	08:45	4	5	2	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	17
08:45	08:50	5	7	2	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	21
08:50	08:55	4	9	1	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	20
08:55	09:00	6	7	1	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	20
09:00	09:05	4	8	3	4	3	2	3	0	1	0	0	0	0	28
09:05	09:10	4	6	2	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	21
09:10	09:15	4	5	1	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	17
09:15	09:20	5	8	1	2	3	2	1	0	1	0	1	0	0	24
09:20	09:25	4	5	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	16
09:25	09:30	4	7	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	17
VEH. TOTAL		52	79	20	36	23	10	14	0	4	0	1	0	0	
TOTAL		239													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		15:00 - 16:00						DIA:		SÁBADO		12/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
15:00	15:05	2	4	1	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	13
15:05	15:10	4	6	3	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	22
15:10	15:15	5	7	2	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	23
15:15	15:20	4	5	2	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	20
15:20	15:25	3	6	1	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	16
15:25	15:30	2	6	1	2	3	1	1	0	1	0	0	0	0	17
15:30	15:35	2	5	1	4	4	2	1	0	0	0	0	0	0	19
15:35	15:40	4	7	0	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	20
15:40	15:45	2	8	2	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	21
15:45	15:50	3	8	3	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	23
15:50	15:55	2	6	2	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	18
15:55	16:00	2	7	1	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	18
VEH. TOTAL		35	75	19	43	32	11	14	0	1	0	0	0	0	
TOTAL		230													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		FRANCISCO BOLOGNESI						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:				
HORARIO:		09:00 - 10:00						DIA:		DOMINGO		13/10/2019				
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL	
DIAGRA. VEH.							PANEL					2 E	>=3 E			
09:00	09:05	2	4	2	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15
09:05	09:10	2	5	3	3	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18
09:10	09:15	1	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
09:15	09:20	2	6	2	4	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	18
09:20	09:25	3	5	1	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09:25	09:30	2	5	1	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	14
09:30	09:35	4	4	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14
09:35	09:40	2	6	1	2	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	17
09:40	09:45	1	5	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	12
09:45	09:50	3	5	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
09:50	09:55	2	4	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14
09:55	10:00	2	5	1	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15
VEH. TOTAL		26	58	14	31	32	4	6	0	3	0	2	0	0		
TOTAL		176														

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. EJERCITO	SENTIDO:	DIRECCIÓN AL OVALO	FECHA:
HORARIO:	07:30 - 08:30	DIA:	LUNES	07/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	5	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
07:35	07:40	6	8	0	6	0	0	3	0	0	0	1	0	0	24
07:40	07:45	6	9	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	22
07:45	07:50	13	9	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31
07:50	07:55	9	9	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	23
07:55	08:00	6	8	0	6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	22
08:00	08:05	7	7	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	19
08:05	08:10	3	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
08:10	08:15	4	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
08:15	08:20	6	10	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23
08:20	08:25	3	6	0	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	15
08:25	08:30	5	9	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	22
VEH. TOTAL		73	91	2	52	7	1	6	0	0	0	9	0	0	
TOTAL		241													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. EJERCITO	SENTIDO:	DIRECCIÓN AL OVALO	FECHA:
HORARIO:	13:30 - 14:30	DIA:	LUNES	07/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
13:30	13:35	2	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
13:35	13:40	3	23	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	30
13:40	13:45	1	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
13:45	13:50	3	3	2	1	3	1	0	0	0	0	1	0	0	14
13:50	13:55	4	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
13:55	14:00	2	4	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	10
14:00	14:05	3	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
14:05	14:10	2	5	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14:10	14:15	4	6	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15
14:15	14:20	3	4	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12
14:20	14:25	6	6	0	3	3	0	1	0	0	0	1	0	0	20
14:25	14:30	2	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
VEH. TOTAL		35	74	8	24	19	2	2	0	0	0	3	0	0	
TOTAL		167													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	AV. EJERCITO	SENTIDO:	DIRECCIÓN AL OVALO	FECHA:
HORARIO:	18:30 - 19:30	DIA:	LUNES	07/10/2019

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
18:30	18:35	2	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18:35	18:40	3	3	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	11
18:40	18:45	5	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18:45	18:50	1	3	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	10
18:50	18:55	4	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
18:55	19:00	3	3	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	13
19:00	19:05	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
19:05	19:10	6	5	0	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	18
19:10	19:15	4	3	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	17
19:15	19:20	5	5	0	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	18
19:20	19:25	2	6	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	14
19:25	19:30	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11
VEH. TOTAL		40	43	5	28	22	5	8	0	0	0	1	0	0	
TOTAL		152													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		MIERCOLES		09/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	3	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
07:35	07:40	4	6	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	16
07:40	07:45	2	7	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
07:45	07:50	3	8	0	7	0	0		0	0	0	0	0	0	18
07:50	07:55	7	9	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	23
07:55	08:00	9	10	1	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	26
08:00	08:05	10	6	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22
08:05	08:10	1	4	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	11
08:10	08:15	2	3	1	2	0	0		0	0	0	0	0	0	8
08:15	08:20	5	6	0	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	18
08:20	08:25	4	7	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15
08:25	08:30	6	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
VEH. TOTAL		56	81	3	46	7	1	4	0	0	0	4	0	0	
TOTAL		202													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:				
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		MIERCOLES		09/10/2019				
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL	
DIAGRA. VEH.							PANEL				2 E	>=3 E				
13:30	13:35	0	3	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
13:35	13:40	2	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
13:40	13:45	6	3	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15
13:45	13:50	4	5	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15
13:50	13:55	3	4	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
13:55	14:00	3	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	15
14:00	14:05	2	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
14:05	14:10	3	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
14:10	14:15	6	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
14:15	14:20	4	5	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	13
14:20	14:25	4	7	2	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	17
14:25	14:30	2	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
VEH. TOTAL		39	59	12	25	9	2	8	0	0	0	2	0	0		
TOTAL		156														

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		MIERCOLES		09/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.															
18:30	18:35	3	4	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	12
18:35	18:40	2	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
18:40	18:45	3	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
18:45	18:50	1	3	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	11
18:50	18:55	4	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	11
18:55	19:00	2	5	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14
19:00	19:05	3	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
19:05	19:10	5	5	0	2	5	0	0	0	0	0	1	0	0	18
19:10	19:15	1	3	1	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	13
19:15	19:20	2	4	1	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	15
19:20	19:25	1	2	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19:25	19:30	2	3	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	11
VEH. TOTAL		29	42	8	32	29	3	6	0	0	0	1	0	0	
TOTAL		150													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		07:30 - 08:30						DIA:		VIERNES		11/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
07:30	07:35	2	2	0	2	3	1	0	0	0	0	1	0	0	11
07:35	07:40	3	6	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	17
07:40	07:45	3	7	1	5	3	2	0	0	0	0	1	0	0	22
07:45	07:50	2	5	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
07:50	07:55	4	8	1	2	3	0	1	0	0	0	1	0	0	20
07:55	08:00	2	4	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	14
08:00	08:05	4	6	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	14
08:05	08:10	3	5	1	3	4	3	0	0	0	0	1	0	0	20
08:10	08:15	2	6	0	4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	16
08:15	08:20	4	7	1	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	19
08:20	08:25	2	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
08:25	08:30	3	4	2	3	2	1	3	0	0	0	0	0	0	18
VEH. TOTAL		34	65	7	35	30	9	7	0	0	0	5	0	0	
TOTAL		192													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:				
HORARIO:		13:30 - 14:30						DIA:		VIERNES		11/10/2019				
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL	
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E		
DIAGRA. VEH.																
13:30	13:35	2	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
13:35	13:40	3	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
13:40	13:45	2	3	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11
13:45	13:50	3	4	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	15
13:50	13:55	3	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
13:55	14:00	4	5	1	3	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	21
14:00	14:05	3	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14:05	14:10	3	6	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
14:10	14:15	2	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
14:15	14:20	1	4	2	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	13
14:20	14:25	2	4	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14:25	14:30	3	3	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
VEH. TOTAL		31	51	10	29	19	4	6	0	0	0	4	0	0		
TOTAL		154														

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		18:30 - 19:30						DIA:		VIERNES		11/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
DIAGRA. VEH.							PANEL								
18:30	18:35	2	3	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	10
18:35	18:40	1	4	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
18:40	18:45	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
18:45	18:50	2	3	0	2	1	1	1	0	0	0	1	0	0	11
18:50	18:55	3	5	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
18:55	19:00	2	3	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	12
19:00	19:05	1	6	2	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	17
19:05	19:10	2	6	0	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	14
19:10	19:15	2	5	1	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	15
19:15	19:20	3	4	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19:20	19:25	4	2	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
19:25	19:30	2	3	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	10
VEH. TOTAL		26	47	11	24	18	5	9	0	0	0	2	0	0	
TOTAL		142													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		08:30 - 09:30						DIA:		SÁBADO		12/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
08:30	08:35	2	2	0	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	10
08:35	08:40	1	3	0	4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	12
08:40	08:45	2	3	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10
08:45	08:50	3	2	1	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	13
08:50	08:55	1	3	0	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	12
08:55	09:00	2	4	0	5	3	0	2	0	0	0	1	0	0	17
09:00	09:05	1	3	0	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9
09:05	09:10	2	2	2	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	14
09:10	09:15	3	3	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	12
09:15	09:20	4	5	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16
09:20	09:25	2	3	0	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	14
09:25	09:30	1	2	0	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	10
VEH. TOTAL		24	35	4	43	25	5	10	0	0	0	3	0	0	
TOTAL		149													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:			
HORARIO:		15:00 - 16:00						DIA:		SÁBADO		12/10/2019			
HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
15:00	15:05	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
15:05	15:10	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:10	15:15	2	2	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9
15:15	15:20	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15:20	15:25	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5
15:25	15:30	3	2	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	12
15:30	15:35	2	3	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9
15:35	15:40	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15:40	15:45	1	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	7
15:45	15:50	2	2	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	10
15:50	15:55	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15:55	16:00	1	4	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	10
VEH. TOTAL		19	26	10	13	12	5	6	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		91													

FORMATO DE CONTEO VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:		AV. EJERCITO						SENTIDO:		DIRECCIÓN AL OVALO		FECHA:		
HORARIO:		09:00 - 10:00						DIA:		DOMINGO		13/10/2019		

HORA		AUTO		MOTO	CAMIONETAS			COUSTER	MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
					CERRADAS	PICK UP	PANEL			2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
DIAGRA. VEH.															
09:00	09:05	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
09:05	09:10	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
09:10	09:15	2	1	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	9
09:15	09:20	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
09:20	09:25	2	2	0	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	11
09:25	09:30	1	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7
09:30	09:35	2	4	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	13
09:35	09:40	3	4	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
09:40	09:45	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
09:45	09:50	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7
09:50	09:55	2	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
09:55	10:00	0	2	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	6
VEH. TOTAL		17	30	3	18	17	4	7	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		96													

FORMATO CONTROL DE TRANSPORTE PÚBLICO

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	MAÑANA	DIA:	MIÉRCOLES	25/09/2019

N°	Empresa / Ruta	Tiempo de Espera (s)	N° Pasajeros Baján	N° Pasajeros Suben	Dirección
1	Los Canarios	9	1	3	V
2	CIMA S.A	16	0	2	PG
3	Cayma	27	1	3	PG
4	Los Ángeles de Dios	19	0	4	PG
5	Alto Libertad	21	3	3	PG
6	Cayma Enase	30	0	5	PG
7	Gráficos / Alto Selva Alegre	17	2	3	V
8	CIMA S.A	16	0	4	PG
9	Cayma B.A.	24	1	5	PG
10	Ciudad de Dios	30	0	4	PG
11	Alto de la Luna	26	1	2	PG
12	Ciudad Municipal	15	0	1	PG
13	Cayma Enase	19	0	0	PG
14	Los Canarios	21	1	4	V
15	Los Ángeles de Dios	19	0	5	PG
16	Alto de la Luna	20	1	4	PG
17	Cayma Enase	24	0	6	PG
18	Gráficos / Alto Selva Alegre	26	0	5	V
19	Cayma Enase	17	1	1	PG
20	Los Ángeles de Dios	21	0	3	PG
21	Grafico / Alto Selva Alegre	19	2	4	V
22	Cayma Enase	26	2	5	PG
23	CIMA S.A	16	0	6	PG
24	Cayma B.A.	15	1	2	PG
25	Cayma Enase	17	0	4	PG
26	Gráficos / Alto Selva Alegre	13	2	2	V
27	Alto de la Luna	4	1	1	PG
28	Ciudad Municipal	8	0	0	PG
29	Los Ángeles de Dios	14	1	3	PG
30	CANARIOS	17	1	4	V
PROMEDIO		18.867	22	98	23
PORCENTAJE			18.3%	81.7%	7

Dirección Puente Grau	PG	76.7%
Dirección Calle Villalba	V	23.3%

FORMATO CONTROL DE TRANSPORTE PÚBLICO

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	NOCHE	DIA:	MIÉRCOLES	25/09/2019

N°	Empresa / Ruta	Tiempo de Espera (s)	N° Pasajeros Baján	N° Pasajeros Suben	Dirección
1	Cayma Enase	21	0	0	PG
2	Cayma Enase	20	0	3	PG
3	CIMA / Ciudad Municipal	40	0	0	PG
4	Saga Falabella	25	0	0	PG
5	Celtar	30	0	3	PG
6	Alto la Luna	22	0	2	PG
7	Grafico / Alto Selva Alegre	18	1	4	V
8	Los Ángeles de Dios	28	0	2	PG
9	Cayma Enase	28	0	2	PG
10	A1 Independencia	33	0	2	V
11	Cayma Enase	5	0	2	PG
12	Los Ángeles de Dios	11	0	2	PG
13	Alto Libertad	12	1	0	PG
14	Los Ángeles de Dios	10	0	2	PG
15	Grafico / Alto Selva Alegre	11	2	0	V
16	Cayma Enase	13	0	1	PG
17	Alto Libertad	25	0	3	PG
18	Los Canarios	30	1	5	V
19	CIMA S.A	23	1	3	PG
20	Los Ángeles de Dios	21	0	0	PG
21	Grafico / Alto Selva Alegre	24	0	1	V
22	Cayma Enase	30	5	6	PG
23	Cayma B.A.	15	0	0	PG
24	Cayma B.A.	10	3	0	PG
25	Cayma	42	0	9	PG
26	CIMA S.A	40	1	3	PG
27	Metro - Cerro Colorado	18	0	9	PG
28	Cayma Enase	26	0	3	PG
29	Los Ángeles de Dios	14	0	2	PG
30	Alto Libertad	10	0	1	PG
PROMEDIO		21.833	15	70	25
PORCENTAJE			17.6%	82.4%	5

Dirección Puente Grau	PG	83.3%
Dirección Calle Villalba	V	16.7%

FORMATO CONTROL DE TRANSPORTE PÚBLICO ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	MAÑANA	DIA:	VIERNES	27/09/2019

N°	Empresa / Ruta	Tiempo Acumulado	Tiempo de Demora (SEGUNDOS)	DIRECCIÓN
1	Alto Libertad	0	0	PG
2	CIMA S.A	00:15	00:15	PG
3	Cayma Enase	00:36	00:21	PG
4	Ciudad Municipal	00:58	00:22	PG
5	Los Canaios	01:21	00:23	V
6	A1 Independencia	01:56	00:35	V
7	Gráficos / Alto Selva Alegre	02:30	00:34	V
8	Bolivar	02:36	00:06	PG
9	Cayma Enase	02:59	00:23	PG
10	Alto Libertad	03:15	00:16	PG
11	Cerro Colorado	03:32	00:17	PG
12	Cayma B.A.	03:46	00:14	PG
13	A1 Independencia	04:00	00:14	V
14	Ciudad Municipal	04:21	00:21	PG
15	Los Canarios	04:29	00:08	V
16	Alto de la Luna	04:58	00:29	PG
17	Cayma BA	05:14	00:16	PG
18	CIMA S.A	05:23	00:09	PG
19	Gráficos / Alto Selva Alegre	05:47	00:24	V
20	Cayma	05:55	00:08	PG
21	Los Canarios	06:19	00:24	V
22	CIMA S.A	06:58	00:39	PG
23	Cayma	07:22	00:24	PG
24	Saga Falabella	07:59	00:37	PG
25	Alto de la Luna	08:22	00:23	PG
26	Gráficos / Alto Selva Alegre	08:46	00:24	V
27	Cayma	09:16	00:30	PG
28	Ciudad Municipal	09:23	00:07	PG
29	Bolivar	09:59	00:36	V
30	Cayma Enase	10:10	00:11	PG
PROMEDIO			00:21	

Dirección Puente Grau	PG	21	70%
Dirección Calle Villalba	V	9	30%

FORMATO CONTROL DE TRANSPORTE PÚBLICO

ESTUDIO DE TRAFICO

VIA:	CALLE GRAU	SENTIDO:	ÚNICO	FECHA:
HORARIO:	NOCHE	DIA:	VIERNES	27/09/2019

N°	Empresa / Ruta	Tiempo Acumulado	Tiempo de Demora (SEGUNDOS)	DIRECCIÓN
1	Los Canarios	0	0	V
2	Cayma Enase	00:20	00:20	PG
3	Alto de la Luna	00:56	00:36	PG
4	Cayma Enase	01:04	00:08	PG
5	Gráficos / Alto Selva Alegre	02:11	01:07	V
6	CIMA S.A	02:20	00:09	PG
7	Cayma Enase	02:45	00:25	PG
8	Alto Libertad	02:51	00:06	PG
9	Ciudad Municipal	03:02	00:11	PG
10	Los Ángeles de Dios	03:08	00:06	PG
11	Cayma Enase	03:38	00:30	PG
12	Cayma B.A.	03:46	00:08	PG
13	Bolivar	04:25	00:39	V
14	Cayma	04:38	00:13	PG
15	Alto de la Luna	04:51	00:13	PG
16	Cayma	05:00	00:09	PG
17	Gráficos / Alto Selva Alegre	05:22	00:22	V
18	Cayma	05:34	00:12	PG
19	CIMA S.A	05:59	00:25	PG
20	Los Ángeles de Dios	06:16	00:17	PG
21	Alto Libertad	06:52	00:36	PG
22	Alto de la Luna	07:07	00:15	PG
23	A1 Independencia	07:25	00:18	V
24	Cayma	07:43	00:18	PG
25	Ciudad Municipal	08:12	00:29	PG
26	CIMA S.A	08:35	00:23	PG
27	Los Canarios	08:59	00:24	PG
28	Gráficos / Alto Selva Alegre	09:30	00:31	V
29	Cayma Enase	09:57	00:27	PG
30	Cayma B.A.	10:17	00:20	PG
PROMEDIO			00:21	0

Dirección Puente Grau	PG	24	80%
Dirección Calle Villalba	V	6	20%