

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“DIAGNOSTICO DEL TRANSITO Y ALTERNATIVAS

DE SOLUCION DE LAS PRINCIPALES VIAS

DEL CENTRO URBANO

DE TACNA”

TESIS

Presentada por:

Bach. Jorge Gustavo Torres Pilco

Bach. Luis Iván Escobar Palacios

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA-PERÚ  
2017

## PÁGINA DE JURADO



---

Ing. LUIS ALFARO RAVELLO  
Presidente



---

Ing. SAMUEL AMAR ANTEZANA  
Secretario



---

Ing. CÉSAR AVENDAÑO JIHUALLANGA  
Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por habernos guiado y ayudado a lo largo de este camino, siendo una fortaleza espiritual que nos mantuvo siempre en el camino correcto.

Damos gracias también a la Familia, por su apoyo constante en la formación como profesionales y que ha dado como fruto la realización de este proyecto, sus consejos y su aliento fue fundamental para poder lograr el objetivo.

Finalmente damos gracias a nuestros docentes universitarios que nos formaron y educaron para esta profesión, y en especial a nuestro asesor quien nos acompañó de inicio a fin compartiendo sus conocimientos teóricos y prácticos.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado al esfuerzo de nuestros padres y hermanos, los que contribuyeron desinteresadamente en motivarnos e incentivarnos durante el desarrollo de la tesis, haciendo posible finalmente la culminación de nuestra carrera.



## CONTENIDO

Pág.

### RESUMEN

### ABSTRACT

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I GENERALIDADES

1.1.	ANTECEDENTES.....	1
1.2.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3.	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
1.4.	HIPÓTESIS.....	3
1.5.	FUNDAMENTO Y JUSTIFICACIÓN.....	4
1.6.	OBJETIVOS.....	5
1.7.	METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN...6	
1.7.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	6
1.7.2.	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.7.3.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	7
1.8.	LOGÍSTICA.....	7

### CAPITULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1.	CIUDAD DE TACNA – DATOS ESTADÍSTICOS.....	9
2.1.1.	ASPECTO POBLACIONAL.....	11
2.1.2.	INFRAESTRUCTURA VIAL.....	20
2.1.3.	ESTRATEGIAS A TOMAR EN CUENTA PARA PROPONER UN SISTEMA VIAL.....	29
2.2.	PARQUE AUTOMOTOR.....	33
2.2.1.	EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE EN EL PERÚ.....	33
2.2.2.	CRECIMIENTO AUTOMOTOR.....	35
2.2.3.	TRANSPORTE URBANO.....	37
2.2.4.	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR.....	39
2.3.	EL TRANSPORTE Y MEDIO URBANO.....	45
2.4.	EN QUE CONSISTE EL PROBLEMA DEL TRANSITO.....	47
2.4.1.	FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA.....	49
2.4.2.	TIPOS DE SOLUCIÓN.....	51
2.4.3.	BASES PARA UNA SOLUCIÓN.....	57
2.5.	LA INGENIERÍA DE TRANSITO.....	60
2.5.1.	DEFINICIÓN.....	61
2.5.2.	ELEMENTOS DE LA INGENIERÍA DE TRANSITO.....	62
2.5.3.	PLANIFICACIÓN VIAL.....	63
2.5.4.	CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO.....	64

2.5.5.	REGLAMENTO DE TRANSITO.....	65
2.5.6.	ADMINISTRACIÓN.....	66
2.6.	TRAZO URBANO DE LA CIUDAD DE TACNA.....	66
2.7.	DEPENDENCIAS RELACIONADAS CON EL TRANSITO.....	69
2.7.1.	FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES.....	70
2.7.2.	JEFATURA DE LA POLICÍA DE TRANSITO DE TACNA.....	73
2.7.3.	GERENCIA DE TRANSPORTE Y SEGURIDAD CIUDADANA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA.....	75
2.8.	ACCIDENTES DE TRANSITO DE LA CIUDAD.....	77
2.8.1.	DEFINICIÓN.....	77
2.8.2.	DATOS OBTENIDOS.....	77
2.8.3.	ÍNDICE DE ACCIDENTES Y DE MORTALIDAD.....	78
2.8.4.	IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE CAUSAS DE ACCIDENTES.....	80
2.8.5.	ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES DE TRANSITO EN TACNA.....	83
2.8.6.	ANÁLISIS DE LAS ESTADÍSTICAS.....	88
2.9.	EDUCACIÓN VIAL.....	90

### **CAPITULO III ANÁLISIS DE LOS VOLÚMENES DE TRANSITO DE LAS PRINCIPALES VÍAS DE LA CIUDAD**

3.1.	DEFINICIÓN DE VOLUMEN DE TRANSITO.....	93
3.1.1.	MÉTODO MANUAL.....	95
3.1.2.	MÉTODOS AUTOMÁTICOS.....	96
3.1.3.	MÉTODO DEL AUTOMÓVIL EN MOVIMIENTO.....	104
3.2.	SELECCIÓN DEL MÉTODO.....	105
3.2.1.	VARIACIÓN HORARIA.....	108
3.2.2.	VARIACIÓN DIARIA.....	109
3.3.	CUADROS GRÁFICOS DE ILUSTRACIÓN.....	227
3.4.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	231

### **CAPITULO IV ESTUDIO DE VELOCIDADES EN LAS PRINCIPALES VÍAS DE LA CIUDAD DE TACNA**

4.1.	DEFINICIÓN DE VELOCIDAD.....	234
4.2.	VELOCIDAD DE PUNTO.....	235

4.3.	ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE PUNTO.....	236
4.4.	VELOCIDADES DE VALOR 85 PORCENTUAL.....	237
4.5.	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	237
4.5.1.	MÉTODO DEL CRONOMETRO.....	238
4.5.2.	MÉTODO DEL ENOSCOPIO.....	238
4.5.3.	MEDICIÓN CON RADARMETRO.....	239
4.5.4.	MEDIDORES DEL TUBO NEUMÁTICO.....	240
4.6.	SELECCIÓN DEL MÉTODO.....	240
4.7.	LA OBTENCIÓN DE LAS VELOCIDADES DE PUNTO EN LAS PRINCIPALES VÍAS.....	241
4.8.	CUADROS Y GRAFICA DE VELOCIDADES DE PUNTO...	244
4.9.	VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL.....	252
4.9.1.	ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE RECORRIDO.....	253
4.10.	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	256
4.10.1.	MÉTODO DE VEHÍCULO DE PRUEBA.....	256
4.10.2.	MÉTODO DE LA PLACA.....	258

4.11.	SELECCIÓN DE MÉTODO.....	258
4.12.	OBTENCIÓN DE LAS VELOCIDADES DE RECORRIDO TOTAL.....	259
4.13.	VARIACIÓN DEL CONSUMO CON LA VELOCIDAD PROMEDIO.....	264
4.13.1	COSTOS EN COMBUSTIBLE.....	270
4.14.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	279

## **CAPITULO V CONGESTIONAMIENTO Y PUNTOS CRÍTICOS EN LAS AVENIDAS EN ESTUDIO**

5.1.	ASPECTOS GENERALES.....	281
5.2.	DEFINICIÓN DE CONGESTIONAMIENTO.....	282
5.3.	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	283
5.4.	ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN A USAR.....	284
5.5.	DEMORAS.....	285
5.6.	CUADROS Y GRAFICAS DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y TIEMPOS DE RETARDO.....	287

5.7.	CUADROS DE PORCENTAJE DE AHORRO EN TIEMPO.....	292
5.8.	PERDIDA QUE SE TRADUCE EN HORAS - HOMBRE.....	297
5.9.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	298

## **CAPITULO VI CAPACIDAD VIAL EN LAS AVENIDAS EN ESTUDIO**

6.1.	DEFINICIÓN DE CAPACIDAD VIAL.....	301
6.2.	CAPACIDAD EN TRAMOS RECTOS.....	301
6.3.	CAPACIDAD EN CONDICIONES DE CIRCULACIÓN CONTINUA O INTERRUMPIDA.....	303
6.4.	CAPACIDAD EN CASO DE CIRCULACIÓN DISCONTINUA O INTERMITENTE.....	306
6.5.	CAPACIDAD DE INTERSECCIONES.....	326
6.6.	TRANSPORTE COLECTIVO DE OMNIBUSES.....	338
6.7.	CALCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LAS AVENIDAS DE ESTUDIO.....	346

6.8.	CICLOS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE TACNA.....	346
6.9.	CALCULO DEL INDICO DE CONGESTIÓN Y NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES.....	347
6.10.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	350

## **CAPITULO VII PLANTEO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

7.1.	ASPECTOS GENERALES.....	352
7.2.	CRITERIOS PARA DISEÑAR EL SISTEMA VIAL.....	354
7.3.	DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO.....	358
	CONCLUSIONES.....	364
	RECOMENDACIONES.....	367
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	369

## **ANEXOS**

ANEXO 01:	PLANO GENERAL DE LAS VÍAS EN ESTUDIO	
-----------	--------------------------------------	--



## índice cuadros

Cuadro N°1 Crecimiento poblacional de la ciudad de Tacna.....	11
Cuadro N°2 Población inmigrante y emigrante Tacna.....	13
Cuadro N°3 Población por distritos de Tacna.....	14
Cuadro N°4 Población por distritos de Tacna.....	15
Cuadro N°5 Población total estimada de Tacna por años calendario, según provincia y distrito, 2012-2016.....	16
Cuadro N°6 estado de conservación vías de Tacna.....	27
Cuadro N°7 estado de la red vial nacional, departamental y red vecinal de la provincia de Tacna.....	28
Cuadro N°8 Tacna, longitud de red vial por tipo de superficie de rodadura.....	28
Cuadro N°9 Unidades territoriales Tacna.....	32
Cuadro N°10 Registro de parque automotor en Tacna por tipo de vehículo.....	36
Cuadro N°11 Parque automotor en circulación a nivel nacional.....	36

Cuadro N°12 Parque automotor nacional por clase de vehículo 1988-2012.....	37
Cuadro N°13 Unidades vehiculares servicio de taxi – 2012.....	39
Cuadro N°14 Servicio de transporte publico .....	39
Cuadro N°15 Servicio de transporte publico combis – 2011.....	39
Cuadro N°16 Variación anual del número de vehículos.....	40
Cuadro N°17 Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas-2011.....	84
Cuadro N°18 Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas – 2012.....	84
Cuadro N°19 Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas – 2013.....	85
Cuadro N° 20 Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas- 2014.....	85
Cuadro N° 21 Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas- 2015.....	86
Cuadro N°22 Número de accidentes y víctimas (5 años).....	86

Cuadro N°23 Índice de accidentes con base en la población.....	87
Cuadro N°24 Índice de mortalidad con base en los vehículos.....	87
Cuadro N°25 Índice de mortalidad con base en la población.....	87
Cuadro N°26 Índice de mortalidad con base en los vehículos.....	88
Cuadro N°27 Cuadro resumen volumen promedio horario-i.....	227
Cuadro N°28 Cuadro resumen volumen promedio horario-ii.....	228
Cuadro N°29 Cuadro resumen volumen hora punta-i.....	228
Cuadro N°30 Cuadro resumen volumen hora punta-ii.....	229
Cuadro N°31 Cuadro resumen porcentajes al total de vehículos-i.....	230
Cuadro N°32 Cuadro resumen porcentajes al total de vehículos-ii.....	231
cuadro N°33 Cuadro resumen volumen promedio horario y volumen hora punta.....	232
Cuadro N°34 Resumen velocidad de punto-i.....	244
Cuadro N°35 Resumen velocidad de punto-ii.....	244
Cuadro N°36 Resumen velocidad de punto-iii.....	246
Cuadro N°37 Resumen velocidad de punto-iv.....	246

Cuadro N°38 Resumen velocidad de punto-v.....	248
Cuadro N°39 Resumen velocidad punto-vi.....	248
Cuadro N°40 Resumen velocidad de punto-vii.....	250
Cuadro N°41 Resumen velocidad de punto-viii.....	250
Cuadro N°42 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-i.....	260
Cuadro N°43 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-ii.....	260
Cuadro N°44 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-iii.....	261
Cuadro N°45 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-iv.....	261
Cuadro N°46 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-v.....	262
Cuadro N°47 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-vi.....	262
Cuadro N° 48 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-vii...	263
Cuadro N°49 Resumen velocidad de recorrido total omnibuses-viii...	263
Cuadro N°50 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	266
Cuadro N°51 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	267

Cuadro N°52 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	267
Cuadro N°53 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	269
Cuadro N°54 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	269
Cuadro N°55 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	269
Cuadro N°56 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	269
Cuadro N°57 Cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm3.....	270
Cuadro N°58 Distribuidora de combustible –i.....	271
Cuadro N°59 Distribuidora de combustible –ii.....	271
Cuadro N°60 Distribuidora de combustible –iii.....	272
Cuadro N°61 Precio promedio distribuidoras de combustible.....	272
Cuadro N°62 Gastos en combustible –i.....	275

Cuadro N°63 Gastos en combustible –ii.....	276
Cuadro N°64 Gastos en combustible –iii.....	277
Cuadro N°65 Gastos en combustible –iv.....	278
Cuadro N°66 Límites legales de velocidad de Perú.....	286
Cuadro N°67 Porcentajes de demora-i.....	287
Cuadro N°68 Porcentajes de demora-ii.....	288
Cuadro N°69 Resumen de congestionamiento-i.....	288
Cuadro N°70 Resumen de congestionamiento –ii.....	289
Cuadro N°71 Resumen de congestionamiento-iii.....	289
Cuadro N°72 Resumen de congestionamiento-iv.....	290
Cuadro N°73 Resumen de congestionamiento – v.....	290
Cuadro N°74 Resumen de congestionamiento-vi.....	291
Cuadro N°75 Resumen de congestionamiento-vii.....	291
Cuadro N°76 Resumen de congestionamiento-viii.....	292
Cuadro N°77 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/k-i.....	293

Cuadro N°78 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-ii.....	294
Cuadro N°79 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-iii.....	294
Cuadro N°80 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-iv.....	295
Cuadro N°81 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-v.....	295
Cuadro N°82 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-vi.....	296
Cuadro N°83 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-vii.....	296
Cuadro N°84 Porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40km/k-viii.....	297
Cuadro N°85 Resumen causas congestión principales vías.....	299
Cuadro N°86 % Promedio de ahorro en tiempo principales vías.....	300

Cuadro N° 87 Niveles de servicio para calles céntricas.....	313
Cuadro N° 88 Niveles de servicio en arterias urbanas y suburbanas..	314
Cuadro N°89 De la capacidad y niveles de servicio de la avenida Francisco Bolognesi.....	317
Cuadro N°90 De la capacidad y niveles de servicio de la avenida Augusto b. Leguía.....	319
Cuadro N°91 De la capacidad y niveles de servicio de la avenida Gustavo Pinto.....	321
Cuadro N°92 De la capacidad y niveles de servicio de la avenida Basadre y Forero.....	323
Cuadro N° 93 Niveles de servicio de los accesos a una intersección.....	331
Cuadro N°94 Ciclos existentes de semáforos.....	347
Cuadro N°95 Cálculo de índice de congestión y nivel de servicio en intersecciones.....	349
Cuadro N°96 Resumen de las características operacionales principales vías.....	352



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1 DISTRIBUCIÓN UNIDADES TERRITORIALES CIUDAD DE TACNA.....	32
FIGURA N°2 ORGANIGRAMA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES-TACNA.....	71
FIGURA N°3 SEPARADORES INSTALADOS EN AV. BOLOGNESI...	76
FIGURA N°4 CONTADOR ELECTRÓNICO.....	96
FIGURA N°5 LAZOS INDUCTIVOS.....	97
FIGURA N°6 TUBOS NEUMÁTICOS.....	98
FIGURA N°7 ANALIZADOR COMPACTO DE TRÁFICO.....	99
FIGURA N°8 SENSOR LASER INFRARROJO.....	99
FIGURA N°9 DETECTOR ULTRASÓNICO E INFRARROJO.....	103
FIGURA N°10 DETECTOR DE IMAGEN.....	103
FIGURA N°11 DETECTOR DE TRIPLE TECNOLOGÍA.....	104
FIGURA N°12 ENOSCOPIO.....	239
FIGURA N°13 ENOSCOPIO.....	240

FIGURA N°14 MODELO LÍNEA CONTINUA.....	355
FIGURA N°15 MODELO LÍNEA DISCONTINUA.....	356
FIGURA N°16 DISTRITOS DE LA CIUDAD DE TACNA.....	358

## ÍNDICE GRÁFICOS

GRAFICO N°1 TENDENCIA DE CRECIMIENTO TACNA, 1981- 2013.....	12
GRAFICO N°2 EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE LAS PERSONAS EN CONDICIONES DE POBREZA TACNA, 2010- 2015.....	18
GRAFICO N° 3 PARQUE AUTOMOTOR (PERÚ) CIRCULANTE 2004- 2013.....	35
GRAFICO N°4: VARIACIÓN % DEL NÚMERO DE VEHÍCULOS.....	47
GRAFICO N°5: GASTOS EN COMBUSTIBLE –I.....	275
GRAFICO N°6: GASTOS EN COMBUSTIBLE –II.....	276
GRAFICO N°7: GASTOS EN COMBUSTIBLE –III.....	277
GRAFICO N°8: GASTOS EN COMBUSTIBLE –IV.....	278

## **RESUMEN**

La presente investigación denominada “DIAGNOSTICO DEL TRANSITO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION DE LAS PRINCIPALES VIAS DEL CENTRO URBANO DE TACNA” se desarrolló en el ámbito de la ciudad de Tacna, y tuvo como objetivo elaborar Diagnóstico del Tránsito vehicular en la zona urbana para establecer alternativas de solución acorde a los resultados de la misma. El diagnostico hizo posible determinar el nivel de Congestionamiento y Capacidad vial que existe en las 4 avenidas (Av. Gustavo Pinto, Av. Basadre y Forero, Av. Augusto B. Leguía, Av. Coronel Bolognesi).

Entre los resultados obtenidos, se ve que las vías se encuentran en un estado inestable o próximo a la inestabilidad por los cuales se estableció 2 soluciones integrales las cuales consisten en re organizar el transporte público y descentralizar la ciudad de Tacna.

## **ABSTRACT**

The present investigation called "TRAFFIC DIAGNOSIS AND SOLUTION ALTERNATIVES OF THE MAIN ROADS OF THE TACNA URBAN CENTER" was developed in the city of Tacna, and had the objective of elaborating a Diagnosis of vehicular Traffic in the urban area to establish alternatives of Solution according to the results of the same. The diagnosis made it possible to determine the level of congestion and road capacity that exists in the 4 avenues (Av. Gustavo Pinto, Av. Basadre and Forero, Av. Augusto B. Leguía, Av. Coronel Bolognesi).

Among the results obtained, we can see that the roads are in an unstable state or near the instability by which 2 integral solutions were established which consist in reorganizing public transportation and decentralizing the city of Tacna.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, en general las ciudades de nuestro país están sufriendo un sinnúmero de problemas, uno de ellos muy visible y de gravedad es el tránsito vehicular, sumado a ello el hecho de que las autoridades competentes no resuelven dicho problema por no tener conocimientos sobre la materia, lo cual agrava aún más la situación.

Es así que las soluciones que plantean no resuelven o dan solución, debido a que carecen de un tratamiento técnico de la problemática. La ciudad de Tacna ha ido expandiéndose y creciendo en los conos, como consecuencia de la alta tasa de inmigrantes que vienen de otras ciudades, lo que ha repercutido y está generando una saturación de los servicios urbanos, ocasionando el déficit en los diferentes sectores dentro de ellos el transporte.

El estudio comprende siete capítulos. El primer capítulo comprende las generalidades del Estudio, como son los antecedentes, identificación del problema, delimitación del área de estudio, la hipótesis, fundamento y

justificación, objetivos y la metodología e instrumentos de investigación respectivamente.

El segundo capítulo comprende el Marco Teórico y Conceptual, se describen los datos estadísticos de la ciudad de Tacna, referidos a su ubicación, el Aspecto Poblacional y Red vial, el Transporte Urbano, una definición de la Ingeniería de Tránsito y su competencia. Además se realiza un análisis de los accidentes y la Educación Vial parte de la problemática actual del tránsito en la ciudad de Tacna.

El tercer capítulo, comprende definición de Volumen de Tránsito, Métodos de Aforo, Selección del Método en el estudio del volumen de tránsito, cuya muestra abarca 11 vías principales de la ciudad, seis en el sentido transversal y cinco en el sentido longitudinal. Se presentan cuadros resumen con los datos obtenidos de los aforos vehiculares en cada una de las 12 intersecciones analizadas, asimismo cuadros resumen y graficas de variación horaria y diaria de volumen; así como un compendio de cuadros que indican proyecciones y porcentajes de los volúmenes calculados.

El cuarto capítulo, comprende el estudio de las Velocidades, definición de Velocidad, Velocidad de punto, Velocidad del valor 85 porcentual, Métodos de medición, Selección del Método y la obtención de las velocidades de Punto de las vías principales, así como la velocidad de recorrido total, cuyos resultados son representados en cuadros y se muestran algunas gráficas de su ubicación. También se realiza el cálculo respectivo para obtener los porcentajes de pérdidas de combustible.

El quinto capítulo, comprende Aspectos Generales del congestionamiento, definición de Congestionamiento, Métodos de Medición, Elección del Método, Demoras y las causas del congestionamiento. Se presentan cuadros y graficas de tiempos de recorrido y retardo, también se calculan y se muestran los cuadros de porcentaje de Ahorro en tiempo cuando se logran disminuir las demoras en las vías, finalmente se hace un pequeño cálculo de perdida que se traduce en horas-hombre.

El sexto capítulo, comprende el análisis de la capacidad vial de las avenidas en estudio. Se presenta la definición de capacidad vial, técnicas para medir en tramos rectos y en intersecciones en condiciones de circulación discontinua en vías urbanas; para ello también se calcularán



los niveles de servicio, mostrándose los cuadros y gráficas respectivas, asimismo se harán los cálculos de índice de congestión y niveles de servicio de las avenidas, para cual se identificaran los ciclos existentes en las Principales vías de la Ciudad de Tacna.

El séptimo capítulo, comprende el planteo de alternativas de solución, y se proponen criterios para el diseño de una red vial, la cual nos ayude a solucionar el problema de tránsito vehicular. Asimismo, proponemos algunas soluciones que han sido empleadas en otras latitudes y que pueden tomarse en cuenta para las intersecciones y tramos más conflictivos encontrados en los estudios realizados anteriormente, así como algunas otras alternativas que se están gestando y podrían ser aplicadas para dar solución al congestionamiento.

En la parte final del presente documento, se presentan las conclusiones obtenidas y las recomendaciones pertinentes, producto de los análisis de tránsito realizados.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

La ciudad de Tacna presenta un crecimiento poblacional acelerado y una de sus implicancias es el aumento de su parque automotor, siendo necesario efectuar estudios de las variables en el tránsito vehicular con la aplicación de las técnicas y procedimientos que nos da la Ingeniería de tránsito, siendo que a la fecha no existe estudios que involucren evaluaciones de la capacidad vial y el congestionamiento de la ciudad en los cuales se indiquen el estado actual en el que se encuentran las cuatro avenidas en estudio.

#### **1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

##### **PROBLEMA GENERAL**

- ¿Es excesivo el nivel de congestionamiento vehicular existente producido por el crecimiento del parque automotor que se concentra en el casco urbano de la ciudad de Tacna?

## **PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿El incremento poblacional así como el parque automotor han provocado problemas en el tránsito vehicular del casco urbano de la ciudad de Tacna?
- ¿La capacidad vial en las vías en estudio (Av. Gustavo Pinto, Av. Basadre y Forero, Av. Augusto B. Leguía, Av. Coronel Bolognesi) se encuentran en un estado de Circulación inestable?
- ¿Es necesario plantear alternativas de solución en las vías en estudio si, presentan problemas de tránsito vehicular en lo referente a congestionamiento y capacidad vial?

### **1.3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Para el presente estudio de tránsito se ha considerado el casco urbano de la ciudad de Tacna, el cual considera como vías principales en el estudio, las siguientes:

#### **a) VÍAS LONGITUDINALES**

- Av. Circunvalación Sur
- Av. Industrial

- Av. Augusto B. Leguía
- Av. Francisco Bolognesi
- Av. Coronel Mendoza

#### b) VÍAS TRANSVERSALES

- Av. Hipólito Unanue
- Av. Patricio Meléndez
- Av. Gustavo Pinto
- Av. Basadre y Forero
- Calle Junín
- Calle Pallardelli

### 1.4. HIPÓTESIS

#### **HIPÓTESIS GENERAL**

- Es excesivo el nivel de congestionamiento vehicular que existe en el casco urbano de la ciudad de Tacna debido al crecimiento del parque automotor que se concentra en el mismo.

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- El crecimiento Poblacional así como el parque automotor provocan problemas en el tránsito vehicular del casco urbano de Tacna.
- La capacidad vial en las vías en estudio (Av. Gustavo Pinto, Av. Basadre y Forero, Av. Augusto B. Leguía, Av. Coronel. Bolognesi) se encuentran en un estado de circulación de inestabilidad.
- Se plantearán alternativas de solución acorde al nivel de congestionamiento y capacidad vial existente en las vías de estudio.

### **1.5. FUNDAMENTO Y JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio tiene fundamento y justificación, en la necesidad de conocer técnicamente el comportamiento del tránsito vehicular en las vías en estudio en los parámetros que se refiere a congestionamiento y capacidad vial que aparentemente en la fecha actual existen problemas, debido a la lentitud de desplazamiento de los vehículos lo que determinaría congestionamiento con pérdida de horas hombre y consumo excesivo de combustible, ambos parámetros representan pérdidas económicas para la comunidad las que se determinarían técnicamente,

Este conocimiento permitirá plantear alternativas de solución frente a los problemas detectados, permitiendo una mejora en el sistema urbano de Tacna.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Elaborar un Diagnóstico actual del tránsito vehicular en la zona urbana de la ciudad de Tacna.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar si el crecimiento poblacional así como el parque automotor actual han generado congestión de las Vías en estudio.
- Determinar la capacidad vial de las Vías en estudio (Av. Gustavo Pinto, Av. Basadre y Forero, Av. Augusto B. Leguía, Av. Coronel Bolognesi).
- Proponer alternativas de solución para la situación actual de acuerdo al congestionamiento y capacidad vial en las vías de estudio.

## **1.7. METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. TIPO DE ESTUDIO**

El presente estudio exige una estrategia descriptiva, donde debe investigarse si existe congestión en las vías en estudio y evaluar la capacidad vial de las mismas. La metodología a emplear será la aplicación de estrategias descriptivas el que planteara estudios exploratorios cuyo objetivo es llegar a un tipo de conocimiento respecto al tránsito vehicular en las zonas de trabajo. Se tomarán muestras representativas del tránsito vehicular con aforos manuales in situ mediante técnicas de recolección de datos.

### **1.7.2. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

En la presente investigación el instrumento esencial es la aplicación de las herramientas que nos ofrece la ciencia de la ingeniería de tránsito, el trabajo de recopilación de información está fundamentado en sus métodos y técnicas.

- Elaboración de formatos de campo.
- Elaboración de encuestas.
- Técnicas de Muestreos estadísticos.

- Técnicas de mediciones con wincha métrica.
- Técnicas para elaboración de planos.
- Recopilación de información.
- Pruebas de campo en toma de velocidades.

### **1.7.3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS**

Será necesario establecer una organización administrativa para el desarrollo de la Tesis en mención, siendo que se tendrá información a ser tomada in situ, luego ser revisada y evaluada, posteriormente efectuar diagnósticos para emitir conclusiones y recomendaciones, por ello se llevarán archivos físicos y digitales de todo los datos obtenidos, tabulados y procesados, siendo responsabilidad directa de los tesisistas con el asesoramiento de un Ingeniero asesor de tesis.

## **1.8. LOGÍSTICA**

### **RECURSO HUMANO**

- Personal para aforos, 16 personas, conformando 04 cuadrillas de cuatro personas, durante 04 meses.
- Personal de gabinete, 02 Tesisistas.



## **EQUIPOS y MATERIALES**

- Cronómetros 08 unidades
- Cintas métricas de 50 m., 08 unidades
- Computadoras, 03 unidades
- Escritorios, 04 unidades
- Papel bond, 5 millares.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1. CIUDAD DE TACNA – DATOS ESTADÍSTICOS**

La región Tacna se ubica en el extremo sur del Perú, enmarcado por las coordenadas geográficas 16° 58' y los 18° 21' 34.8" Latitud sur y 69° 28' y 71° 10' Longitud oeste. Colinda con el océano Pacífico por el suroeste, con la región Puno por el norte, con la región Moquegua por el noroeste, con Bolivia por el este y con Chile por el sur. La región Tacna políticamente está constituida por 04 provincias (Tacna, Tarata, Candarave y Jorge Basadre G.) y 27 distritos.

Cuenta con una extensión de 16 033,77 mil kilómetros cuadrados y una población cercana a los 358 281 habitantes. La superficie de la región es irregular con pampas en las zonas de la costa, caracterizadas por clima seco y ausencia de lluvias, y altas montañas en la sierra al este de la región.

Los principales ríos que atraviesan la región son 03; el Locumba, Sama y Caplina. Asimismo cuenta con las lagunas de Suches, Aricota y Vilacota.

La provincia Tacna es una de las cuatro provincias que conforman la región el mismo nombre y posee un área de 8 204,10 km<sup>2</sup>. Ubicada al sur de la

misma. Limita al norte con las provincias Jorge Basadre y Tarata, al oeste con el océano Pacífico, al este y al sur con la república de Chile y también al este con la república de Bolivia.

La provincia de Tacna a su vez se subdivide en 10 distritos: Tacna, Alto de la Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Inclán, Pachía, Palca, Pocollay y Sama.

La ciudad de Tacna tiene una altura promedio de 562 msnm y por tanto se ubica dentro del ecosistema de la yunga costera (500-2300 msnm). Concentra a casi la totalidad de la población urbana que a su vez se ha visto incrementada debido al proceso migratorio de los departamentos vecinos que se sienten atraídos por el nivel de ingresos generados por el desarrollo de las actividades de comercio, así también la mayor cobertura de los servicios sociales, entre otros.

En los últimos 10 años, la actividad productiva de Tacna ha registrado un crecimiento promedio anual de 4,7%, menor que el observado a nivel nacional (6,3%). Este resultado responde, principalmente, a la evolución presentada por la minería. Las actividades de comercio y servicios tienen perspectivas favorables de crecimiento, al igual que la construcción y transportes y comunicaciones, sobre todo por el mayor intercambio comercial y de flujo de turistas procedentes de Chile. En el sector

agropecuario destacan los cultivos de aceituna y orégano, de larga tradición y liderazgo, que tienen a incorporar cada vez más un mayor valor agregado.

### 2.1.1. ASPECTO POBLACIONAL

El incremento de la población de la ciudad de Tacna en el periodo 1981 y 1993, se debe fundamentalmente al fenómeno migratorio de pobladores proveniente de la zona alto andina, atraídos por el impulso e intensificación de la actividad comercial y/o minera.

DISTRITOS	POBLACIÓN POR AÑOS		
	1981	1993	2007
TACNA	97 173	117 168	94 428
ALTO DE LA ALIANZA	(1)	26 872	35 439
CIUDAD NUEVA	(1)	26 178	34 231
POCOLLAY	1 359	10 445	17 113
CRNL. GREGORIO ALBARRACÍN	(1)	(1)	68 989
TOTAL	98 532	180 663	250 200

CUADRO N°1: Crecimiento poblacional de la ciudad de Tacna

Fuente: INEI, Censos Nacionales de población y vivienda 1993 y 2007.

(1)Distritos que no estaban aún constituidos.

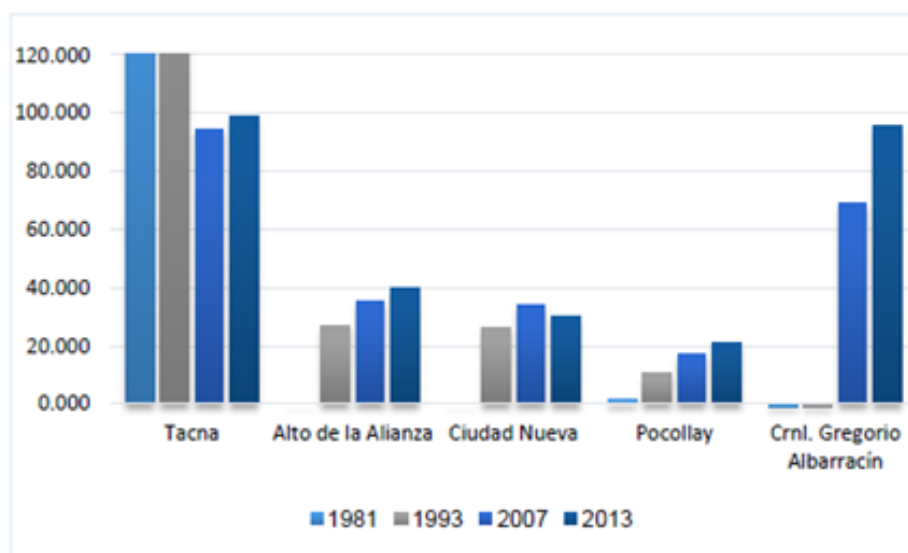


GRÁFICO N°1: Tendencia de crecimiento Tacna, 1981-2013

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007

El censo del año 2007 determina una población de 250 200 habitantes, donde el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa se convierte en el segundo distrito más poblado (a causa de la reubicación de los afectados del sismo del año 2001 y el efecto multiplicador a través de las redes sociales entre migrantes), después del Distrito de Tacna.

Según el censo de 1993, el 89.74 % de la población de la Región Tacna estaba ubicada en la zona urbana y el 10.26% restante en la zona rural; en 2007 estos porcentajes variaron, viéndose que la población urbana se incrementó, siendo esta del 91.29%, mientras que la población rural decrecía y solo alcanzaba en ese año a 8.71%.

Las causas principales del aumento de la población urbana, son la actividad comercial, acceso a la salud y educación.

AÑO	POBLACIÓN	
	INMIGRANTES	EMIGRANTES
1940	7 684	6 741
1961	24 059	10 861
1972	34 610	16 117
1981	58 160	23 231
1993	94 553	28 827
2007	106018	28908

CUADRO N° 2: Población inmigrante y emigrante Tacna

Fuente: INEI, Censos Nacionales de Población Y vivienda

De 1940, 1961, 1972, 1981,1993Y 2007

Según el censo de 1993, el 89.74 % de la población de la Región Tacna estaba ubicada en la zona urbana y el 10.26% restante en la zona rural; en 2007 estos porcentajes variaron, viéndose que la población urbana se incrementó, siendo esta del 91.29%, mientras que la población rural decrecía y solo alcanzaba en ese año a 8.71%. Las causas principales del aumento de la población urbana, son la actividad comercial, acceso a la salud y educación.

La distribución poblacional se da en forma heterogénea, ocupando el primer lugar el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa con 37.16%, esto por la concentración de migrantes en este distrito.

A continuación, presentamos el cuadro de crecimiento poblacional de los Distritos de Tacna.

DISTRITO	AÑO 2016	%
Tacna	80 070	24,92%
Alto de la Alianza	39 688	12,35%
Calana	3 246	1,01%
Ciudad Nueva	38 146	11,87%
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	119 402	37,16%
Inclán	7 860	2,45%
Pachía	1 956	0,61%
Palca	1 688	0,53%
Pocollay	21 675	6,74%
Sama	2 626	0,82%
La Yarada - Los Palos 1/	4 994	1,55%
TOTAL	321 351	100,00%

CUADRO N° 3: Población por distritos de Tacna

Fuente: INEI, Compendio Estadístico 2016 1/ Mediante Ley N° 30358 del 7 de Noviembre del 2015 se crea el Distrito de La Yarada Los Palos con su capital Los Palos en la Provincia Tacna

DISTRITOS	POBLACIÓN POR AÑOS			
	1981	1993	2007	2013(2)
Tacna	97 173	117 168	94 428	93 818
Alto de la Alianza	(1)	26 872	35 439	36 906
Ciudad nueva	(1)	26 178	34 231	38 400
Pocollay	1 359	10 445	17 113	19 836
Cml. Gregorio Albarracín	(1)	(1)	68 989	90 789
<b>TOTAL</b>	<b>98 532</b>	<b>180 663</b>	<b>250 200</b>	<b>293 784</b>

CUADRO N°4: Población por distritos de Tacna

Fuente: INEI, Censos Nacionales de Población y Vivienda 1993 y 2007.

1/ Mediante Ley N° 30358 del 7 de Noviembre del 2015 se crea el distrito de la Yarada Los Palos con su capital Los Palos en la Provincia Tacna



PROVINCIA Y DISTRITO	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Total</b>	328 915	333 276	337 583	341 838	346 013
<b>Tacna</b>	<b>302 852</b>	<b>307 608</b>	<b>312 311</b>	<b>316 964</b>	<b>321 351</b>
Tacna	91 847	89 707	87 496	80 224	80 070
Alto de la Alianza	38 900	39 030	39 123	39 180	39 688
Calana	3 055	3 102	3 146	3 189	3 246
Ciudad Nueva	37 471	37 573	37 639	37 671	38 146
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	98 914	104 699	110 567	116 497	119 402
Inclán	6 205	6 670	7 162	7 684	7 860
Pachía	2 032	2 010	1 987	1 964	1 956
Palca	1 653	1 659	1 664	1 669	1 688
Pocollay	20 189	20 566	20 929	21 278	21 675
Sama	2 586	2 592	2 598	2 604	2 626
La Yarada - Los Palos 1/	-	-	-	5 004	4 994
<b>Candarave</b>	<b>8 435</b>	<b>8 323</b>	<b>8 210</b>	<b>8 095</b>	<b>8 045</b>
Candarave	3 158	3 108	3 056	3 001	2 986
Cairani	1 359	1 340	1 320	1 301	1 292
Camilaca	1 640	1 597	1 555	1 514	1 483
Curibaya	194	189	185	180	177
Huanuara	895	896	897	898	899
Quilahuani	1 189	1 193	1 197	1 201	1 208
<b>Jorge Basadre</b>	<b>9 641</b>	<b>9 437</b>	<b>9 234</b>	<b>9 034</b>	<b>8 896</b>
Locumba	2 511	2 544	2 575	2 601	2 606
Ilabaya	3 627	3 412	3 206	3 008	2 891
Ite	3 503	3 481	3 453	3 425	3 399
<b>Tarata</b>	<b>7 987</b>	<b>7 908</b>	<b>7 828</b>	<b>7 745</b>	<b>7 721</b>
Tarata	3 506	3 423	3 338	3 252	3 221
Héroes Albarracín 2/	636	642	649	655	661
Estique	665	681	696	710	723
Estique Pampa	572	602	634	666	680
Sitajara	662	674	685	697	709
Susapaya	824	806	787	768	753
Tarucachi	433	426	418	410	409
Ticaco	689	654	621	587	565

CUADRO N°5: Población total estimada de Tacna por años calendario, según provincia y distrito, 2012-2016.

Fuente: INEI, Compendio Estadístico 2016 1/ Mediante Ley N° 30358 del 7 de Noviembre del 2015 se crea el Distrito De la Yarada Los Palos Con su capital Los Palos en la Provincia Tacna. 2/ El distrito Héroes Albarracín antes denominado Chucutamani

La ciudad de Tacna, cuenta con una alta tasa de migrantes que provienen en su mayoría del departamento de Puno, cuya residencia generalmente la ubican en los conos norte y sur de la ciudad, específicamente en los distritos de Ciudad Nueva, Alto de la Alianza y Gregorio Albarracín; este último como hemos podido ver, posee el mayor número de habitantes en comparación con los otros distritos. La crisis económica y el debilitamiento de la agricultura en el campo son también factores que determinan los movimientos migratorios, los que atraídos por una mejor calidad de vida, llegan a la ciudad y buscan acceder a una vivienda lo que básicamente se ha logrado a través de técnicas informales (invasiones).

Asimismo, Tacna se ha convertido en una zona atractiva debido al comercio que genera con Chile, el creciente flujo de turismo es atraído por la culinaria regional, servicios médicos, entre otros. La actividad productiva ha registrado un crecimiento promedio anual de 4,7%, menor que el observado a nivel nacional (6,3%). Este resultado responde, principalmente, a la evolución presentada por la minería y las actividades de comercio y servicios que tienen perspectivas favorables de crecimiento al igual que la construcción y transportes y comunicaciones, mientras que en el sector agropecuario destacan los cultivos de aceituna y orégano.

Es así pues, que a medida que la población local aumenta, también lo hacen los índices de pobreza, según el censo del año 2007, el 20.73% de la población, se consideraba en situación de pobreza; ya sea, en términos monetarios o en necesidades básicas, sin embargo este indicador no reflejaba con veracidad la verdadera dimensión de la pobreza en los distritos de la provincia, ya que la pobreza en la provincia de Tacna se encuentra focalizada en la zona rural, específicamente, en los distritos de Palca, Pachía, Sama e Inclán. Esta población, en su mayoría, se dedica a la agricultura de subsistencia, pastoreo de camélidos, artesanía y comercio de poca significación. En el último decenio, la pobreza en la provincia de Tacna ha disminuido la tasa de pobreza al 11,5%.



GRAFICO N°2: Evolución del porcentaje de las personas en condiciones de pobreza Tacna, 2010-2015

Fuente: PNUD Programa de las Naciones Unidas.

Por ello, es indispensable que el estado habilite mayor número de programas habitacionales, localizando áreas de expansión que sirvan como desarrollo a la ciudad, siguiendo la tendencia de crecimiento urbano, lo que frenaría las invasiones que provoca la migración. El crecimiento del área urbana debe ser orientado, de lo contrario, originaría problemas, como:

- Deficiente accesibilidad por congestionamiento en el transporte y la falta de espacios para estacionamiento de vehículos.
- Carencia en el acceso al sistema educativo en los niveles de inicial, primaria y Secundaria.
- Limitado acceso a una vivienda, lo que origina las invasiones.
- Carencia en el acceso a la salud, necesidad de más hospitales y centros de salud.
- Composición urbana desordenada, debido al mal uso y explotación del suelo en algunos predios y abandono de otros.
- Alto grado de contaminación ambiental, debido a la congestión de actividades.
- Insuficiencia de servicios públicos.
- Informalidad, actividades llevadas a cabo mediante medios ilícitos.

Podemos ver que dentro de los problemas que se presentarán, están el transporte urbano, la transitabilidad vehicular y el estacionamiento; lo que definitivamente requiere una planificación y la aplicación de técnicas de Ingeniería de Tránsito.

### **2.1.2. INFRAESTRUCTURA VIAL**

La ciudad de Tacna está conformada por un conglomerado urbano de 5 distritos: Coronel Gregorio Albarracín, Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Pocollay y el distrito capital. Asimismo, también integra una franja del distrito de Calana, en donde se ubica el Hospital Daniel Alcides Carrión ESSALUD.

La estructura urbana de la ciudad obedece a un proceso de evolución longitudinal en sentido suroeste – noreste, sobre las márgenes del río Caplina y posteriormente, sobre el cauce del río y sus márgenes se terminó de consolidar la av. Bolognesi.

La Av. Bolognesi es la vía de mayor relevancia en la ciudad, convirtiéndose en el extremo sur en la carretera Panamericana y en la carretera Costanera, mientras que en el extremo norte en la carretera Tacna – Collpa – La Paz (Tacna – Calana – Pachia).

Sobre la Av. Bolognesi (Siendo parte la Av. Grau) se intersecta la línea férrea, elemento que se convirtió en principal eje organizador del desarrollo urbano del distrito Gregorio Albarracín. Paralelamente a la vía férrea se emplaza la vía principal av. Cuzco. Otro elemento canal principal de la ciudad es la Av. Pinto, que permite que distritos como Ciudad Nueva y Alto de la Alianza se articulen a la zona comercial de Tacna.

La vía circunvalación, actual av. Jorge Basadre, permite articular los distritos de fundación más reciente de la ciudad: Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, y Gregorio Albarracín, también integrando dentro de su recorrido a los CPM Bolognesi y Leguía.

La Av. Jorge Basadre articula diversos equipamientos de alcance zonal y también el ingreso norte de la ciudad, a través del ovalo de la rotonda que conecta la carretera Panamericana con la estructura urbana de Tacna.

Estas avenidas y vías obedecen a un sistema vial urbano, el cual está estructurado de acuerdo a su función en base a su clasificación que consiste en una red vial Primaria y una red Secundaria, los que se detallan a continuación:

a) Red vial Primaria: Conformada por las vías de articulación internacional, interregional, interprovincial y arterial. La función de la red vial primaria es permitir la interconexión de la ciudad hacia el sistema nacional de carreteras, y permitir la interconexión de los diferentes sectores de la ciudad entre sí.

- Vías Internacionales: Carretera Panamericana Sur Y Norte, Vía nuevo ingreso a Tacna y Av. Celestino Vargas.
- Vías Interregionales: Carretera Costanera Sur.
- Vías Interprovinciales: Av. Tarata, Carretera Tacna-Tarata, etc.
- Vías Arteriales: Av. Bolognesi, Av. Augusto B. Leguía, Av. Basadre y Forero, Av. Industrial, Av. Gustavo Pinto, Av. Litoral, Av. Ejército, Av. Tarapaca, Av. Caplina, Av. Manuel A. Odría, Av. Panamericana Sur, Av. Bohemia Tacneña, Av. Jorge Basadre (Sur, Norte, Este, Oeste), etc.

b) Red vial Secundaria: Conformada por las vías urbanas, llamadas Colectoras y Locales. Las vías colectoras tiene como función principal llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales. Las vías locales tiene como función principal la de proveer acceso a

los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio tanto de ingreso como de salida.

- Vías Colectoras: Ca. Tacna, Ca. Blondell, Ca. Las Amapolas, Av. Los Próceres, Ca. Arias y Aragüéz, Ca. Miller, Av. Miraflores, Av. 2 de mayo, Av. Billinghamurst, Ca. Olga Grohmann, etc.

### **Vías de Integración Nacional**

Son aquellas que permiten la articulación de la ciudad de Tacna con el resto del Perú y sus regiones, y a su vez también posibilita su conexión con el Norte de Chile. Dentro del área urbana la única vía de este tipo es la Carretera Panamericana, cuya conexión norte ingresa por el Ovalo de la rotonda y al sur por la Av. Manuel A. Odría.

### **Vías de Integración Regional**

Son las vías que permiten la integración de diversos centros poblados, provincias, distritos dentro de la región Tacna. Las vías en esta categoría son: Carretera Costanera, carretera a Calana, carretera Tacna – Tarata.



### **Vías Principales**

Son aquellas que articulan las actividades principales del centro urbano, ya sea centro político administrativo, grandes equipamientos, áreas de acopio y comercialización, entre otros. Entre las principales tenemos a la av. Bolognesi, Jorge Basadre, Pinto, Basadre y Forero, etc.

### **Vías Secundarias**

Las vías urbanas secundarias son aquellas que integran sectores y barrios residenciales al sistema principal, mediante un sistema secundario de estructuración vial. En los distritos periféricos tienen una función básica de articular las diversas habilitaciones y asociaciones de vivienda entre ellas y articularlas a las vías principales. En el distrito capital son aquellas que se encuentran entre las vías principales. Algunas que podemos nombrar entre estas avenidas son: Bohemia Tacneña, Von Humboldt, La cultura, Billinghamurst, Cajamarca, Coronel Bustíos, etc.

### **Vías Secundarias – Zona Monumental**

Son aquellas que debido a su ubicación dentro del centro de actividades de la ciudad, y a su vez al estar inmersas dentro la zona monumental, ejercen un rol importante en la articulación de la ciudad con su centro funcional.

Estas vías tienen características comunes: poseen secciones no mayores a los 7m, son de una antigüedad mayor a los 150 años, en su mayoría se emplazan en sentido perpendicular al desarrollo longitudinal de la ciudad y definen el trazo histórico de Tacna. Entre estas tenemos a las calles Coronel Inclán, Francisco Lazo, Hipólito Unanue, Arias y Aragüéz, Bolívar, Zela, Modesto Basadre, etc.

### **Vías Secundarias Proyectadas**

Son aquellas vías que en planes anteriores fueron proyectadas para ser vías principales o secundarias, pero que por diversas razones no han llegado a consolidarse y por tanto, si bien poseen una sección mayor a los 16 m no se encuentran sin obra alguna.

La gran mayoría de las vías que corresponden a esta categoría se encuentran en la zona de Viñani.

### **Estado Situacional**

La red vial regional suma 1991,39 km de caminos y carreteras, de los cuales el 18.4% están asfaltados, el 20,9% afirmados, el 25,2% sin afirmar y el 35,4% es trocha carrozable.

### **La Panamericana Sur**

Es la principal ruta, se extiende por 125,80km desde el límite vial con Moquegua en el lugar denominado Quebrada Honda (Km 1203,30 de la Panamericana) hasta la Línea de la Concordia que es el límite internacional con Chile (Km 1329,10), se encuentra con mantenimiento adecuado.

### **Tacna-Ticaco-Candarave**

Esta importante vía que une las provincias de Tacna, Tarata y Candarave. La ruta Tacna-Ticaco (vía asfaltada) se extiende 99 km, mientras que la ruta Ticaco-Candarave cuya extensión es aproximadamente de 73 km, se encuentra en la ejecución de su último Tramo (Anexo Buena Vista – Villa de Candarave), cuya extensión es de 18,68 km; este último tramo se encuentra ejecutado a nivel de Tratamiento Superficial Bicapa en un 25%, quedando

pendiente ejecutar el mejoramiento de la Subrasante, conformación de Sub Base y Base.

### **Tacna-Collpa-La Paz**

La vía Tacna-Collpa-La Paz, que integra al Perú con el País vecino de Bolivia movilizando así el flujo comercial y turístico; esta importante Ruta se encuentra en desarrollo, el asfaltado de 143 kilómetros de vía que inician en Palca (distrito de Tacna) y concluyen en La Paz, su ejecución será realizada en 3 tramos, habiéndose iniciado la ejecución del tramo III que acumula 41,22 km (Tacna-Collpa).

A continuación se muestran algunos cuadros que muestran el estado de conservación de las vías de la ciudad, y las distancias de la red vial local de acuerdo al tipo de superficie de rodadura.

<b>Estado de Conservación</b>	<b>N° Tramos</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>%</b>
<b>Bueno</b>	68	98,37	73,49%
<b>Regular</b>	74	35,38	26,43%
<b>Malo</b>	1	0,1	0,07%
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>133,85</b>	<b>100,00%</b>

CUADRO N° 6: Estado de conservación vías de Tacna

Fuente: PDU Tacna, 2014-2023

RED VIAL	TOTAL LONGITUD (Km)	ASFALTADO (Km)	AFIRMADO (Km)	SIN AFIRMAR (Km)	TROCHA (Km)
Provincia Tacna	1.030,0	388,7	241,6	36,8	362,9
Nacional	380,5	286,9	51,6	0,0	42,0
Departamental	58,3	8,3	44,8	0,0	5,1
Vecinal	591,3	93,5	145,1	36,8	315,9

CUADRO N°7: Estado de la red vial nacional, departamental y red vecinal de la provincia de Tacna

Fuente: Dirección Regional de Turismo MTC – OGPP – Oficina de Estadística

SISTEM DE RED VIAL	TOTAL (km)	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	
		PAVIMENTO	NO PAVIMENTO 1/
Tacna	<b>2 520,1</b>	<b>707,5</b>	<b>1 812,6</b>
Red vial Nacional	636,6	470,9	165,7
Red vial Departamental	502,9	85,0	417,9
Red vial Vecinal	1 380,6	151,6	1 229,0

CUADRO N° 8: Tacna, longitud de red vial por tipo de superficie de rodadura

Fuente: INEI, Compendio Estadístico 2016 1/ No pavimento incluye superficie afirmada, sin afirmar y trocha.

Por tanto la ciudad de Tacna cuenta con un total de 133,85 km de vías urbanas entre principales y secundarias, de los cuales el 73,49% se encuentran en buen estado de conservación, el 26,43% en estado Regular, y el 0,07% en mal estado.

### **2.1.3. ESTRATEGIAS A TOMAR EN CUENTA PARA PROPONER UN SISTEMA VIAL**

Para la elaboración de la propuesta del sistema vial urbano de la ciudad de Tacna al año 2023, se ha considerado como antecedentes el Sistema vial existente; así como también la propuesta vial del Plan Director de la Ciudad de Tacna 2001-2010, aprobado por Ordenanza N° 0039-02-MPT del 19.12.2002 por la Municipalidad Provincial de Tacna.

El objetivo de la propuesta del sistema vial urbano es establecer un sistema de Redes Viales, que satisfaga la demanda de tránsito y transporte actual y futura, que garantice la interrelación entre los diferentes sectores del área urbana, así como la vinculación de ésta con el resto de la región y del país.

Asimismo, El sistema vial propuesto en la actualización del plan Direccional del año 2014-2023, cuyo horizonte de planeamiento es de 10 años, tiene por objetivo establecer las directrices básicas del crecimiento y desarrollo de la ciudad de Tacna del año 2014 al año 2023, siendo una problemática el déficit de infraestructura vial de interconexión norte – sur que existe en el casco urbano de Tacna en la actualidad.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto “planificar y gestionar la integración de una movilidad sostenible al desarrollo urbano”, se desarrollan las siguientes estrategias:

- Implementar la propuesta del sistema vial urbano.
- Formular y aplicar planes y normativas para la movilidad urbana sostenible.
- Mejorar los sistemas de conectividad terrestre, aéreo y ferroviario de la ciudad.
- Diversificar los sistemas modales mediante la peatonalización, ciclo vías en la búsqueda de una ciudad accesible, inclusiva y segura.

Se plantea el reforzamiento de ejes ya establecidos sobre todo en el sentido del eje Este-Oeste, mediante la concepción de una red vial que permita las diferentes actividades urbanas y los ejes de desarrollo, es decir a la ciudad en toda su extensión. Se consolidara el sistema vial a través de las proyecciones de la Av. Humboldt y la Av. De la cultura, logrando articular así al distrito de Gregorio Albarracín con el distrito capital.

Los principales ejes de desarrollo del modelo son los siguientes:

- a. Vías longitudinales, eje Norte – Sur:

Son los que articulan la unidad territorial 2 con la unidad territorial 3, logrando consolidar el conjunto de actividades de servicio y comerciales sobre las mismas.

- Av. Celestino Vargas – Bolognesi – Grau – Odría – Panamericana
- Av. Ejercito – Litoral
- Av. Magollo
- Av. Industrial

b. Vías transversales, eje Este – Oeste:

Son aquellas que articulan las unidades territoriales 3 y 4. La propuesta recoge la consolidación de los ejes de desarrollo a través de la propuesta vial y de zonificación permitiendo que las actividades comerciales que existen en la actualidad hacia el norte de la av. Bolognesi se expandan hacia el sur.

- Av. Pinto
- Av. Patricio Meléndez
- Av. Cusco – Municipal

c. Vía Circunvalación:



Se convierte en el único anillo vial que permite articular la totalidad de las unidades territoriales de la ciudad logrando desconcentrar las actividades mixtas que se desarrollan en la unidad territorial 1.

A continuación se muestran cuadro y grafica de la distribución de Unidades Territoriales de la Ciudad de Tacna:

UNIDAD TERRITORIAL	DESCRIPCIÓN
1	Zona urbana Distrito de Tacna (Uso Mixto)
2	Valle Norte (Servicios / Agrícola Paisajístico)
3	Valle Sur (Servicios Industriales / Agrícola Paisajístico)
4	Cono sur - Viñani (Residencia)
5	Ciudad Nueva - Alto de la Alianza (Residencia)

CUADRO N°9: Unidades territoriales Tacna

Fuente: PDU TACNA 2014-2023

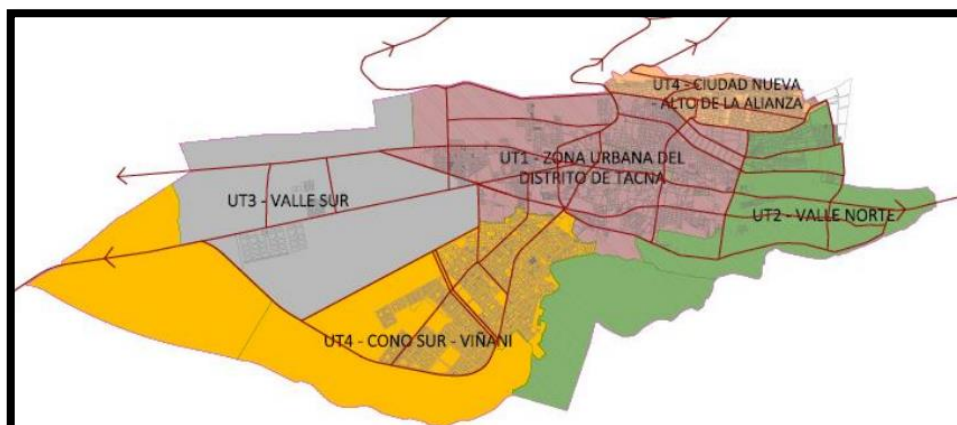


FIGURA N°1: Distribución unidades territoriales ciudad de Tacna

Fuente: PDU TACNA 2014-2023

## **2.2. PARQUE AUTOMOTOR**

### **2.2.1. EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE EN EL PERÚ**

El transporte ha evolucionado desde los primeros tiempos, con la invención de la rueda y la utilización de coches tirados por animales de carga.

En el Siglo XIX y desde el 5 de Junio de 1874, la ciudad cuenta con el Reglamento Municipal de Carruajes, que entre otras cosas establece, que los vehículos deben llevar pintados los números señalados por el municipio, en el caso de los particulares, se establece una plancha de metal (primeras placas) que los cocheros deben poseer una libreta de registro (primeros brevets) y que los vehículos para ser autorizados deberían pasar por una inspección, la misma que se repetiría anualmente (primeras revisiones técnicas).

Durante el gobierno de Ramón Castilla, el 17 de mayo de 1851, se inauguró el primer ferrocarril del Perú que cubría la ruta Lima-Callao, el cual contribuyó a mejorar la comunicación con el puerto del Callao, tanto en la rapidez como por la seguridad que ofrecía.

Los coches iniciaron su retirada de Lima con la llegada de los automóviles en la primera década del Siglo XX, y con la novedosa implementación del transporte en ómnibus en el año de 1921. El primer auto en llegar al país, fue importado desde Europa y llegó a la ciudad de Huaraz en 1899. Por otro lado, el primer auto a gasolina llegó en 1904. Los automóviles al comienzo fueron usados para los paseos por la ciudad, sin embargo, con la llegada de los primeros autos, también comenzaron los primeros accidentes de tránsito. Los ciudadanos comenzaron a exigir la seguridad y también a quejarse por el ruido causado por estos vehículos, por tal razón, exigían que se implementara un reglamento de tránsito.

En la actualidad existen una gran cantidad de vehículos en el Perú, están pues las rutas de transporte urbano, las cuales son brindadas por buses, microbuses y combis. Otra de las alternativas de transporte actuales es el Metropolitano en la ciudad de Lima, el cual es un sistema de transporte urbano que contempla la implementación de corredores Segregados de Buses de Alta Capacidad, en los principales ejes de la Ciudad de Lima. Este sistema es similar al Transmilenio de Bogotá, Colombia o el Transantiago de Santiago de Chile.

## 2.2.2. CRECIMIENTO AUTOMOTOR

La actividad del transporte de pasajeros y carga por vía terrestre en los últimos años ha logrado un gran auge en su desarrollo debido al crecimiento sostenido de la economía nacional, siendo este un factor preponderante para el aumento del parque automotor; así tenemos que para el periodo 2004-2013, creció en más de setenta y tres por ciento (63,3%).

A continuación, mostramos en los cuadros 8 y 9 correspondientes al crecimiento del parque automotor en el Perú y en Tacna respectivamente, en los últimos años.

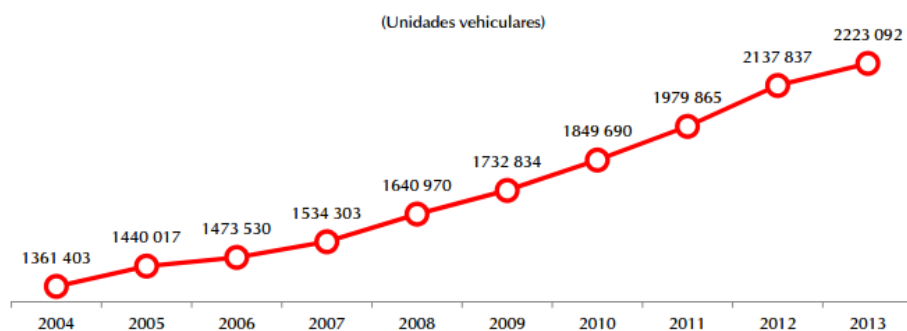


GRAFICO N°3: Parque automotor (Perú) circulante 2004-2013

Fuente: MTC –Dirección General de Transporte Terrestre

CLASE	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Total</b>	<b>4 429</b>	<b>5 007</b>	<b>5 914</b>	<b>3 710</b>	<b>3 447</b>
Vehículo menor	1 685	2 012	2 521	2309	1 673
Automóviles 1/	1 048	1 218	1 561	651	1 093
Station wagon	393	468	337	-	-
Camioneta pickup 2/	290	273	296	279	207
Camioneta rural	647	592	484	-	-
Camioneta panel	66	53	70	-	-
Ómnibus	37	91	104	94	176
Camión 3/	193	243	392	305	234

CUADRO N°10: Registro del parque automotor en Tacna por tipo de vehículo

Fuente: INEI, Compendio Estadístico 2016 1/A partir de enero 2014 considera también las categorías de Camioneta Rural y Station Wagon 2/A partir de enero 2014 considera también la categoría camioneta panel. 3/A partir de enero 2014 considera también la categoría remolcador.

AÑO	TACNA	TOTAL NACIONAL
2006	32 011	1 473 530
2007	33 944	1 534 303
2008	35 911	1 640 970
2009	38 457	1 732 834
2010	40 465	1 849 690
2011	42 318	1 979 865
2012	44 430	2 137 837
2013	45 247	2 223 092
2014	47 180	2 423 696
2015	48 201	2 544 133

CUADRO N° 11: Parque automotor en circulación a nivel nacional.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Oficina General De Planeamiento y Presupuesto

Año	Total	Auto-móvil	Station wagon	Camioneta Pick up	Camioneta rural	Camioneta panel	Ómnibus	Camión	Remolcador	Remolque y semi-remolque
1988	616 578	332 158	44 643	100 002	30 947	8 895	20 613	68 280	4 993	6 047
1989	612 249	328 638	44 152	100 388	30 964	8 728	20 612	67 566	5 036	6 165
1990	605 550	324 440	43 715	99 733	30 702	8 564	20 605	66 567	5 036	6 188
1991	623 947	333 730	45 331	102 823	33 524	8 751	21 239	66 612	5 472	6 465
1992	672 957	352 912	49 439	106 672	47 111	9 183	27 270	67 648	5 902	6 820
1993	707 437	367 461	51 187	111 001	55 595	9 516	30 625	68 357	6 414	7 281
1994	760 810	389 439	54 732	117 515	67 060	10 178	35 124	71 312	7 359	8 091
1995	862 589	441 005	64 761	126 102	81 844	10 876	41 003	79 046	8 950	9 002
1996	936 501	483 413	73 629	133 704	88 283	11 179	43 154	83 084	9 936	10 119
1997	985 746	512 869	82 956	137 165	89 940	12 147	43 506	85 869	10 452	10 842
1998	1 055 745	544 421	101 513	140 917	95 804	15 094	43 366	91 380	11 423	11 827
1999	1 114 191	565 821	118 712	142 819	101 342	18 040	44 192	97 259	12 630	13 376
2000	1 162 859	580 710	136 221	143 871	108 184	19 498	44 820	100 845	13 790	14 920
2001	1 209 006	597 306	153 304	144 353	115 002	20 408	44 752	102 901	14 565	16 415
2002	1 342 173	650 775	183 441	155 731	127 958	24 996	49 011	112 454	18 181	19 626
2003	1 461 878	695 362	211 205	170 106	138 330	27 321	51 939	122 133	20 371	25 111
2004	1 507 263	709 065	227 001	174 398	143 989	29 309	52 647	123 801	20 945	26 108
2005	1 613 694	747 731	248 318	188 142	156 030	31 847	55 685	133 021	21 669	31 251
2006	1 675 694	767 275	262 602	194 912	167 895	33 822	56 874	136 614	22 810	32 890
2007	1 766 178	794 550	280 308	206 323	184 972	36 012	58 662	143 569	25 844	35 938
2008	1 904 719	845 538	295 240	222 481	213 718	39 573	61 149	155 182	30 434	41 404
2009	2 030 320	890 075	313 060	235 908	241 228	42 034	64 018	166 461	32 611	44 925
2010	2 183 278	947 146	328 675	254 923	275 486	44 877	68 096	179 740	35 492	48 843
2011	2 616 637	1 111 911	383 811	306 991	354 743	51 861	82 747	220 517	44 325	59 731
2012	2 999 223	1 268 049	423 230	349 732	432 978	57 606	93 860	252 493	52 338	68 937

CUADRO N°12: Parque automotor nacional por clase de vehículo 1988-2012

Fuente: INEI-MTC-Superintendencia Nacional de Registros Públicos. a/ La serie hasta el año 2001 corresponde al MTC y considera el número de bajas b/ A partir del año 2002 la serie corresponde al registro de placas asignadas, efectuado por la Superintendencia Nacional de Registros Públicos.

### 2.2.3. TRANSPORTE URBANO

El transporte urbano se refiere al traslado de pasajeros y bienes dentro de la ciudad; el mismo que se puede subdividir en transporte público y privado. El servicio público de transporte urbano posee diferentes modalidades que interconectan centros poblados con el

cercado dentro de la ciudad, participando así en el desarrollo socio-económico de la región. Dentro de las modalidades de servicio podemos mencionar:

- Servicio de taxi
- Servicio de colectivo
- Servicio rápido (combi)
- Servicio de microbuses

En la ciudad de Tacna el transporte público está organizado en 33 rutas de transporte, en las que opera 949 vehículos (combis y minibuses), a esto se suma las unidades que realizan el servicio de Taxi generando una gran congestión de las vías principales de la ciudad; sobre todo en las horas pico. Dichas rutas cuentan con itinerario y datos operacionales obtenidos de manera empírica sin metodología que justifique el diseño de la ruta, número de vehículos así como otros datos operacionales (velocidad, frecuencia, etc.). Asimismo encontramos que en parque automotor de servicio público en Tacna cuenta con:

CLASE	Año 2012
Total	6 542
Radio Taxi	48
Comité de Taxis	19
Asociación de Taxis	21

CUADRO N°13: Unidades vehiculares servicio de taxi-2012

Fuente: Subgerencia de Transporte Público - MPT

CLASE	Año 2011
Total	699

CUADRO N°14: Servicio de transporte Público

Fuente: Subgerencia de Transporte Público – MPT

CLASE	Año 2011
Total	418

CUADRO N°15: Servicio de transporte público combis - 2011

Fuente: Subgerencia de Transporte Público – MPT

#### **2.2.4. TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL PARQUE AUTOMOTOR**

Para calcular el incremento en porcentaje (Tasa de Crecimiento) de vehículos del parque automotor de Tacna, haremos uso del método del Interés Compuesto que es uno de los más empleados por el INEI



(Instituto Nacional de Estadística). El porcentaje de incremento relativo para el año 2012 por ejemplo resulta ser 1,0013 veces lo que fue en el año 2011. A continuación mostramos el cuadro de variación anual del número de vehículos en el Parque Automotor de Tacna de los últimos años:

<b>AÑO</b>	<b>TOTAL DE VEH.</b>	<b>% DE INCREMENTO</b>	<b>% DE INCREMENTO RELATIVO</b>
2006	32 011	-	-
2007	33 944	6,04	1,0604
2008	35 911	5,79	1,0579
2009	38 457	7,09	1,0709
2010	40 465	5,22	1,0522
2011	42 318	4,58	1,0458
2012	44 430	4,99	1,0499
2013	45 247	1,84	1,0184
2014	47 180	4,27	1,0427
2015	48 201	2,16	1,0216

CUADRO N°16: Variación anual del número de vehículos

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Oficina General De Planeamiento y Presupuesto

Del cuadro precedente podemos observar que inicialmente se mantuvo un incremento pero en los últimos años hubo una disminución del porcentaje de incremento, para lo cual procederemos a calcular el promedio anual de % de incremento

vehicular de los últimos años, para ello, haremos uso de la media geométrica.

M.G=

$$\sqrt[9]{1,0604 \times 1,0579 \times 1,0709 \times 1,0522 \times 1,0458 \times 1,0499 \times 1,0184 \times 1,0427 \times 1,0216}$$

$$M.G = 1,046$$

Lo que equivale al 4,6% de incremento promedio por año.

#### - PROYECCIONES DE CRECIMIENTO AL AÑO 2025

Usamos las formula del interés compuesto, tenemos:

$$VTV_F = VTV_I(1 + T_C)^n$$

$$VTV_{2025} = VTV_{2015}(1 + T_C)^n$$

$$VTV_{2025} = 48201(1 + 0,046)^{10}$$

$$VTV_{2025} = 75574 \text{ veh.}$$

Dónde:  $VTV_F$  = Volumen Total Vehicular Final

$VTV_I$  = Volumen Total Vehicular Inicial

$T_C$  = Tasa de Crecimiento (4,6%)

n = 10 (Años Transcurridos para nuestro cálculo)

Asimismo podemos considerar las siguientes fórmulas:

a) Volumen Promedio Horario al año 2025 ( $VPH_{2025}$ )

$$VPH_{2025} = (1 + T_c)^n \times VPH$$

b) Volumen Promedio diario al año 2025 ( $VPD_{2025}$ )

$$VPD_{2025} = (1 + T_c)^n \times VPD$$

c) Volumen Horario Punta al año 2025 ( $VHP_{2025}$ )

$$VHP_{2025} = (1 + T_c)^n \times VHP$$

Dónde:  $VPH$  = Volumen Promedio Horario

$VPD$  = Volumen Promedio Diario

$VHP$  = Volumen Hora Punta

$T_c$  = Tasa de Crecimiento

$n$  = 10 (Años Transcurridos para nuestro cálculo)

### **2.2.5. IMPORTACIÓN DE VEHÍCULOS DE SEGUNDO USO**

El Ejecutivo aprueba el Decreto Supremo N° 058-2003-MTC “Reglamento Nacional de Vehículos”, que consta de ciento cuarenta y tres artículos y veintinueve disposiciones complementarias. Donde, de acuerdo al artículo 94 “Nacionalización de vehículos

usados importados”, se establecen las directrices para la importación de vehículos de segundo uso para Tacna.

La libre importación de vehículos de segundo uso, con timón cambiado quedó prohibida en diciembre del 2010 por la Zona Franca de Tacna (Zofratacna) y en diciembre de 2012 para los Centros de Exportación, Transformación, Industria, Comercialización y Servicios (CETICOS) de Ilo, Matarani y Paita.

Dicha importación fue restablecida y se Amplió su vigencia hasta el 31 de diciembre del 2014, ello debido a que la Comisión de Transportes del Congreso aprobó el proyecto de Ley N° 1165/2011-CR “Ley de Creación del Sistema Nacional de Homologación Vehicular”. Este proyecto, según la Asociación Automotriz del Perú (AAP), permitió que los vehículos con timón original a la derecha pasen por el proceso de conversión en los CETICOS y Zofra Tacna.

Además la iniciativa elimina el control del kilometraje mínimo exigido a los vehículos usados, y liberaliza el ingreso de vehículos usados de la categoría M1 (sedán y station wagon) sin fijar antigüedad ni aplicar control alguno. De igual forma, se amplía la antigüedad máxima de los vehículos de las categorías M2, M3, N1, N2 y N3 de

5 a 6 años, al establecer que la obligación de “homologar individualmente” vehículos usados alcanza dicha antigüedad, por lo que ingresarían camionetas usadas 4x4, 4x2 y pick up. Asimismo, se amplían las actividades que pueden realizar los talleres de CETICOS y ZOFRATACNA a ensamblaje y cambio del sistema de combustión de los vehículos usados a Gas Natural Vehicular (GNV) y Gas Licuado de Petróleo (GLP).

En los últimos años, terminada la vigencia de la importación de vehículos de segundo uso en la Ciudad de Tacna, el parque automotor ha disminuido considerablemente, según la data estadística que nos ofrece el MTC en el año 2009 en el que la importación de autos se encontraba en su máximo apogeo, se tiene que se llegaron a importar aproximadamente 25 mil unidades mensuales, lo cual fue disminuyendo, al año 2010 tan solo se alcanzó 6 mil unidades mensuales aproximadamente con la tendencia a disminuir.

Por ello consideramos que el parque automotor se ve afectado e influye mayoritariamente en el volumen vehicular existente (como se ve en el gráfico 4).

### **2.3. EL TRANSPORTE Y EL MEDIO URBANO**

De los conceptos descritos anteriormente, podemos definir al transporte como un conjunto de acciones que se repite constantemente, que tiene por objeto el cambio de posición con respecto al espacio de personas y/o cosas, cuya utilidad es mayor en otro lugar. Además, por esto último, se encuentra íntimamente ligado a eventos económicos y sociales, por lo que reviste gran importancia al condicionar la realización de tales eventos a las características de cantidad, calidad y de forma que puedan otorgar las acciones de traslado. Por ello es un fenómeno complejo, con características especiales, que incluso dependen del enfoque con que se analicen.

De hecho, el transporte es un fenómeno con causas y efectos vinculados y traslapados en los contextos sociales, económicos y tecnológicos, relacionados tanto con personas como con cosas, y con determinados objetivos a cumplir, y por esto, con características definidas. Es decir, para poder llevar a cabo la transportación de bienes o personas, es necesario pasar, esto es, transitar por algún medio físico, lugar, calle, etc.

Se habla de transporte público para hacer referencia a los autobuses, trenes y otras unidades móviles que sirven para la movilización de los ciudadanos de una comunidad o lugar a otro. Los autobuses son prácticos y eficientes en rutas de corta y media distancia, siendo frecuentemente el

medio de transporte más usado a nivel de transportes públicos, por constituir una opción económica. Las empresas de transporte buscan establecer una ruta basada en un número aproximado de pasajeros en el área a ser tomada. Una vez establecida la ruta, se construyen los paraderos. El transporte privado, en cambio, es el que pertenece a individuos o empresas particulares, que serán quienes respondan en caso de accidentes.

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías de construcción y modernización de autobuses, así como la urbanización, aparecen características específicas en el transporte urbano a partir de diferentes condiciones de operación en comparación con el uso de otros medios de transporte privado o público. Por ende en otros países se va mejorando cada día el servicio de transporte, bajo las premisas de seguridad y calidad el servicio.

En nuestro país, y en especial en nuestra Ciudad, podemos identificar que el transporte aún está en vías de desarrollo, no contamos con el sistema del metropolitano o tren eléctrico, ni mucho menos con ciclo vías que son otra alternativa de transporte vehicular no motorizada, cuyo uso ya es un realidad en Lima en algunos distritos y en especial en otros países como España y Colombia.

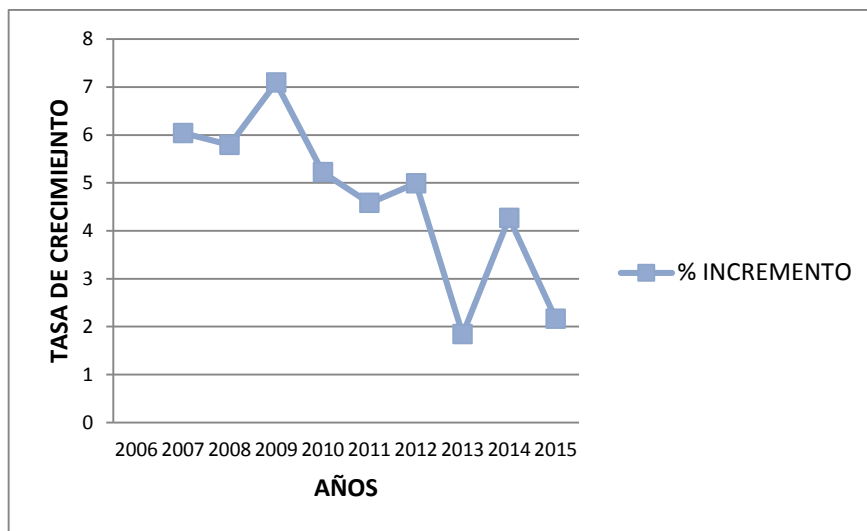


GRAFICO N°4: Variación % del número de vehículos

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

## 2.4. EN QUE CONSISTE EL PROBLEMA DEL TRANSITO

En nuestro país existe un encarecimiento de cultura en las personas, teniendo la costumbre de evadir las reglas viales, lo que suele originar entre otras cosas accidentes de tránsito por doquier. En los últimos años, el Perú ha tenido una época de bonanza económica lo que trajo consigo un crecimiento económico exponencial y ocasiono que las familias tengan mayor capacidad de compra; las cuales decidieron gastar su excedente en vehículos para así tener una mejor calidad de vida y posicionarse en un mejor estado socioeconómico. Según ARAPER (Asociación de Representantes Automotrices del Perú) durante el 2012 se vendieron más de 190 mil vehículos en el país. La mayoría de estos vehículos se quedan



en Lima; el problema del excesivo volumen del parque automotor ha sido ocasionado por la poca capacidad profesional de las autoridades en su mayoría.

Podemos separar el problema del tránsito en 3 grandes categorías: la cultura del conductor al manejar en la ciudad, la excesiva cantidad de automóviles y la falta de una adecuada distribución e infraestructura en el país. Ambos radican en un desorden descomunal y en el excesivo tiempo que tomar llegar de un destino al otro.

Al hacer un sondeo rápido, nos topamos con la sorpresa de que los ciudadanos afirman que el exceso de vehículos en el parque automotor, y por consiguiente el gran tránsito vehicular, es el segundo problema más urgente de Lima aún por solucionar. La ciudad no está preparada para el exceso del parque automotor, cosa que trajo como consecuencia que los conductores antiguos y nuevos manejen utilizando la ley de la jungla en donde gana el más vivo y el más fuerte. En la praxis puede ser observado en el momento que los autos se quedan obstruyendo las transversales y ocasionando así un atoramiento del tráfico; cosa que traerá consigo pérdida de tiempo, que podría ser utilizado en horas de trabajo o de estudio; al mismo tiempo que se pierde dinero en combustible, etc.

### **2.4.1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA**

Analizando el problema, vemos que intervienen algunos factores que deben ser tomados en cuenta como bases para una solución, que son:

1) Diferentes tipos de vehículos en el mismo camino, con diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.

- Automóviles.
- Camiones y autobuses de alta velocidad.
- Camiones pesados de baja velocidad.
- Motocicletas, bicicletas, triciclos, etc.

2) Superposición del tránsito motorizado en caminos inadecuados.

- Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.
- Calles angostas, torcidas y fuertes pendientes.
- Aceras o banquetas, insuficientes.
- Caminos que no han evolucionado.

3) Inadecuada planificación del transporte

- Calles, caminos y puentes que se siguen construyendo con especificaciones anticuadas.
- Previsión casi nula para estacionamiento.
- Intersecciones proyectadas sin base técnica.
- Localización inapropiada de zonas residenciales, con relación a zonas industriales o comerciales.
- Falta de obras complementarias del camino.

#### 4) Excesivo parque automotor.

- Deficiente control de las autoridades sobre el otorgamiento de las licencias de conducir.
- Falta de aplicación de normativas que orienten el uso de vehículos modernos y funcionales que cumplan estándares de calidad en el servicio.

#### 5) Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.

- Legislación y reglamento de tránsito anacrónicos no acordes con la evolución del transporte.
- Falta de educación vial del conductor y del peatón.

Al ver este panorama, podemos identificar que existen varios agentes asociados a los factores que originan el problema:

- El peatón cruza la pista a pesar de que el semáforo está en rojo, lo que algunas veces origina accidentes.
- Los conductores no respetan las señales de tránsito, se estacionan en zonas restringidas y adelantan vehículos haciendo maniobras temerarias.
- La policía de tránsito no realiza una constante fiscalización y cumplimiento de las normas y del reglamento de tránsito, se pasan por alto las papeletas.
- No existe un adecuado control de calidad en el servicio de transporte público, se somete al pasajero a un maltrato, lo que favorece al transporte privado generando congestionamiento.

#### **2.4.2. TIPOS DE SOLUCIÓN**

Se presentan soluciones que buscan mejorar en gran medida el problema de tránsito. Una de ellas es mejorar la infraestructura vial del entorno de la ciudad, la cual no tiene la capacidad para el crecimiento desmedido, en esa búsqueda se plantean soluciones integrales como la ampliación de pistas, mejoramiento de la

señalización vial, mayor control por parte de los efectivos policiales de tránsito y no menos importante considerar reforzar la educación vial en las personas. A continuación planteamos algunas posibles soluciones:

#### **A. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO:**

- **Ordenamiento territorial integral.**

Lo primero cuando uno planifica, es ver qué lugar va a ocupar cada cosa. Lo primero es ordenar la ciudad, poner las reglas claras sobre cómo construir, hasta donde construir, cuando construir, para que el crecimiento de la ciudad pueda ser orgánico.

- **Asfaltado completo de todas las calles.**

Cada calle es una pequeña vena que puede descongestionar las arterias principales. Si existen calles secundarias en buenas condiciones, la gente por inercia empezara a utilizarlas para descongestionar el tráfico, con esto también se reduce el tiempo y combustible.

- **Cambio completo del sistema semafórico.**

Cambiar el 30% de los semáforos es inútil si el restante 70% no funciona. Cada pieza es fundamental en un sistema, y un sistema semafórico eficiente debe contar con un centro de computación desde donde se pueda controlar el correcto funcionamiento de todo el sistema.

- **Refundación de las fuerzas policiales municipales.**

La policía municipal necesita una refundación urgente. Su trabajo es importante y fundamental para la solución de este problema. Si se cumpliera el 100% del reglamento de tránsito, una buena parte del problema estaría solucionado.

## **B. SOLUCIÓN A MEDIANO PLAZO:**

- **Transporte público masivo.**

El tren, el tranvía, el metrobus, entre otros. Su puesta en marcha y funcionamiento de cualquiera de estos medios de transporte público, que garanticen un transporte eficiente, barato y seguro, lograría que mucha parte de la población opte por no moverse en su vehículo.

- **Eliminación del negociado del transporte público.**

Desde hace un tiempo y en general se puede apreciar que en las ciudades, aun circulan vehículos de transporte público viejos, que generan contaminación y que muchas veces son inseguros. En estos últimos años las municipalidades han tomado medidas y acabado con el negociado de algunas empresas de transporte, imponiendo sanciones y multas de acuerdo a los reglamentos vigentes. Lo que se busca es incentivar el uso de buses nuevos y empresas competitivas que busquen el mejor servicio para los usuarios.

- **Peaje en los límites de la ciudad.**

Los vehículos que no pagan impuestos, deberían de pagar por utilizar los recursos de la ciudad. El mantenimiento del asfaltado tiene un costo, el cual lo cubren los que pagan los impuestos.

- **Habilitación para conducir por números de placas.**

Es un sistema utilizado en las metrópolis más grandes del mundo. Es una opción viable, mientras se realicen las mejoras necesarias para mejorar el tráfico.

- **Inspección técnica vehicular.**

Regular y garantizar que los vehículos que circulen por la ciudad tengan su inspección técnica vehicular, y esta sea confiable. Aquí también existen negociados, mejorando el control, podrían disminuir la cantidad de vehículos.

### **C. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO:**

- **Centralización.**

El municipio debe fomentar y estimular la reactivación del centro y sus zonas residenciales. Con reformas y precios acordes, se puede reducir la congestión, con menos gente viviendo en la zona metropolitana y más gente viviendo cerca del trabajo.

- **Descentralización.**

Es otra opción muy viable si es bien proyectada. El municipio en conjunto con el gobierno central, puede estimular que ciertos edificios gubernamentales tengan sedes en las afueras de la ciudad, para reducir el flujo del tráfico burocrático.

- **Planificación de otros accesos.**



Todas las metrópolis del mundo tienen un sistema de autopistas que circunvala a la ciudad. De esta manera se puede viajar de un extremo a otro, sin pasar por el medio de la zona urbana.

Todas estas opciones requieren de inversión de recursos monetarios y recursos humanos, pero sobre todo requieren de planificación. A continuación mostraremos algunos ejemplos de países que han logrado superar o mejorar el problema del tránsito vehicular:

1. En la ciudad de Múnich, Alemania, la idea era simple, permitir la libre circulación del transporte público y que este sea utilizado más frecuentemente. Para lograrlo la ciudad invirtió un aproximado de 43 millones de euros para modernizar sus sistemas de tránsito.
2. La ciudad de Londres, donde se buscó implementar una zona de peaje para reducir el tráfico en el centro de la ciudad. Ahora la congestión se ha reducido en un 30% en el centro de la ciudad y además se ha podido recaudar 100 millones de euros anualmente, permitiendo así recobrar la inversión.
3. En Curitiba, Brasil, priorizaron el transporte público y lo hicieron más atractivo para que los ciudadanos elija el

autobús en lugar de los autos particulares. Esto lo lograron proporcionando una vía exclusiva al bus y evitando que las personas esperen más de 2 minutos por uno de estos.

4. Bogotá, Colombia, se implementó el transmilenio, el cual mejoro el transporte público, reduciendo al contaminación y el consumo de combustible

### **2.4.3. BASES PARA UNA SOLUCIÓN**

Es indispensable, como ya lo dijimos dar el primer paso que es planificar. Existen hechos y modelos en otras latitudes que son importantes en la medida que han surtido efecto en la solución al problema del tránsito. Sin embargo y de cualquier manera, la experiencia nos demuestra que en cualquier tipo de solución sea a corto, mediano o largo plazo que se quiera implementar, deberán primero existir tres bases en que se apoye dicha solución. Son estos tres elementos lo que trabajando simultáneamente, nos van a dar lo que deseamos: un tráfico seguro, fluido y eficiente. Estos tres elementos son:

- a) Ingeniería de Tránsito
- b) Educación Vial
- c) Legislación y vigencia policiaca.

Aquel medio en que falte alguno de estos tres elementos, no tendrá un tránsito exento de accidentes y de congestionamientos, por lo que es necesario, cualquiera sea el tipo de solución que se adopte, se tome en cuenta estos tres elementos indispensables.

Para atacar este problema debemos seguir una metodología que corresponde a cuatro pasos sucesivos, que permitan el planteamiento del mismo, de tal manera que la solución sea lógica y práctica, estos son:

- a) Recopilación de datos
- b) Análisis de datos
- c) Proposición concreta y detallada
- d) Estudio de los resultados obtenidos

El Ingeniero de Transporte y/o tránsito resolverá los problemas del proyecto físico de carretera o calle con todos sus detalles. El ente gubernamental implementará la educación vial en instituciones educativas y a su vez deberá prepara al individuo para la era motorizada en que vive; y las autoridades sepan crear leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito moderno y que las hagan cumplir por medio de los policías de tránsito y fiscalizadores de transporte.

Un punto importante es la metodología, los ingenieros de transportes siguen 6 pasos necesarios para solucionar problemas de esta índole:

1. Observación de la problemática.

Visitas hechas al lugar, los ingenieros de transporte dicen: visitas en campo.

2. Formulación de Hipótesis de la problemática y su solución.

Con el paso anterior se efectúa un inventario de los problemas para su formulación de solución (situación actual).

3. Recopilación de datos.

Acá se necesita información de accidentes, planimetría, datos estadísticos ligados al área de estudio (Encuestas, topografía, aforos).

4. Análisis de datos.

Acá se entra a un profundo análisis e interpretación con respecto a la información obtenida.

5. Proposición concreta y detallada.

Seguidamente es amar el proyecto que contenga los 3 pilares bases de una solución de tránsito. Además de aspectos físicos y uso de suelo, con adaptación a las características del vehículo y comportamiento del usuario y sobretodo la parte legal y fiscalizadora que coadyuven a implementar la solución.

## 6. Estudio de los resultados obtenidos.

Es el síntesis el monitoreo de la solución, darle seguimiento a un proyecto implementado es esencial para hacer corrección sea el caso.

## **2.5. LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO**

Es la ciencia que trata de dar respuestas a los diferentes problemas que enfrenta el hombre en su rutina diaria. En caso específico se encarga de la movilidad ya sea construyendo vías donde antes no existían, levantando puentes para salvar obstáculos, drenando lechos de ríos para hacerlos navegables o diseñando sistemas de control vehicular en las intersecciones de una o más vías de una ciudad, para atender el paso simultáneo de corrientes de tráfico frecuentemente conflictivos.

La ingeniería de tránsito, aparece en el segundo tercio del siglo XX como rama dependiente de la Ingeniería Civil. Surgió cuando los problemas creados por la concentración de vehículos rebasaron las medidas dictadas por una práctica elemental y aplicada por la Policía, la que se orientó en un principio hacia el campo de la ordenación de la circulación y de la seguridad vial, tratando de buscar principios técnicos que permitiesen un mejor y mayor rendimiento de las calles existentes.

A raíz de los problemas de tránsito, se han ido desarrollando técnicas que permiten abordar los problemas de ordenación de forma cuantitativa, asimismo se ha desarrollado también hacia el campo del planeamiento del transporte, en su más amplio sentido.

Es función del gobierno, monitorear continuamente el proceso de la oferta y demanda de transporte con la finalidad de cubrir los servicios demandados y con ello propiciar el desarrollo económico. La manera de efectuar el monitoreo es llevando a cabo trabajos continuos de Ingeniería de Tránsito, que consisten en medir el volumen de tránsito y su clasificación vehicular, así como de origen y destino de los viajes de los usuarios en las carreteras del país.

### **2.5.1. DEFINICIÓN**

Es aquella parte de la Ingeniería de Transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte. El objetivo de la ingeniería de tránsito es lograr la circulación segura y eficiente de peatones y vehículos por vía terrestre, sin que interese directamente, en el caso de los vehículos, lo que llevan y porque circulan.

## **2.5.2. ELEMENTOS DE LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO**

### **a) El usuario**

El hombre por ser sujeto de la acción, puede considerarse como el principal elemento ya sea como conductor de un vehículo, pasajero en el mismo o peatón haciendo uso de la vía pública.

Se puede clasificar como: El conductor, el peatón, el motociclista y el ciclista.

### **b) El vehículo**

Es la tecnología de cada sistema de transporte a través de la cual se ejecuta la acción de dislocarse de un sitio a otro.

Los tipos de vehículos son en su mayoría: Automóviles, camiones, autobuses.

### **c) Las vías**

La vía es el medio ambiente físico donde se realiza la acción de transportarse, dependiendo de sus características geométricas y físicas.

Las vías puede ser: Vías rurales, vías urbanas.

### **2.5.3. PLANIFICACIÓN VIAL**

El sistema de carreteras que conforma un determinado territorio permanece en constante evolución, por lo que se hace imprescindible introducir un elemento regulador que se encargue de que este se produzca adecuada y ordenadamente.

Surge así el concepto de planificación vial, que puede definirse como el conjunto de estudios necesarios para definir la función que debe cumplir una red vial determinada, ordenando el conjunto de actuaciones a lo largo de un tiempo fijado, determinando características de las vías que la componen, estableciendo la oportuna jerarquía determinando los medios que deben dedicarse a cada una de las fases para su correcta realización, fijando asimismo las prioridades convenientes.

Una adecuada planificación vial se limitará a facilitar a facilitar y dosificar los medios para satisfacer la demanda existente y produciendo un mínimo impacto, tanto económico como social, territorial o medioambiental. Aparte de este objetivo primordial,



existen otras metas de carácter secundario que puede cumplir, tales como:

- Promover el desarrollo de determinados sectores, como turismo o industria.
- Contribuir al equilibrio regional y social en determinadas zonas marginales o deprimidas.
- Servir a fines de defensa nacional.
- Constituir itinerarios especiales.

#### **2.5.4. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO**

##### **a) Volumen**

Se denomina al número de vehículos que pasa por un tramo dado durante un período de tiempo. El tránsito medio diario anual es una medida fundamental del tránsito y se define como el volumen de tránsito total anual dividido por el número de días del año. Generalmente se abrevia T.M.D.A

##### **b) Composición**

El tránsito puede ser dividido en tres grupos principales; vehículos livianos: automóviles, camionetas y todo otro

vehículo cuyas características de operación se asemeje a las de los automóviles; ómnibus: incluye los vehículos destinados al transporte público de pasajeros, ómnibus de larga distancia, corta distancia; camiones: incluye a los camiones con y sin acoplado, semi-remolques, semi-remolques con acoplado y todo otro vehículo cuyas características de operación sean similares a las de los camiones.

### **c) Velocidad**

Se define el percentil 85 de una distribución de velocidades, es aquella que solo es superada por el 15% de los vehículos circulando libremente. Ese indicador se puede considerar como el valor estadístico más relevante desde el punto de vista de la seguridad vial.

### **2.5.5. REGLAMENTACIÓN DEL TRANSITO**

Se deben de establecer las bases para los reglamentos de tránsito, los cuales en general deben señalar sus objeciones, legitimidad y eficiencia, así como sanciones y procedimientos para modificarlos y mejorarlos. Alrededor del 70% de los

accidentes de tránsito ocurridos en los últimos años en Perú han sido causados por distintas fallas humanas del conductor asociadas al exceso de velocidad, conducción en estado de ebriedad, ejecución de maniobras peligrosas, entre otros, hecho que pone de relieve la importancia de la regulación del factor humano en la conducción. Por lo que el reglamento de tránsito debe ser estudiado en cuanto a las reglas en materia de licencias de conducir.

#### **2.5.6. ADMINISTRACIÓN**

Es necesario examinar las relaciones entre las distintas dependencias públicas que tienen competencia en material vial y su actividad administrativa. Debe hacerse énfasis que el ingeniero especializado en el tránsito debe estar capacitado para encontrar la mejor solución al menor costo posible.

### **2.6. TRAZO URBANO DE LA CIUDAD DE TACNA**

No se tiene noticias que haya habido una fundación española de la ciudad de Tacna y todo parece indicar que la ciudad inició una nueva vida sin el acto solemne de posición y distribución de lotes que constituye la partida

de nacimiento de las ciudades españolas. Pero siguiendo las normas de construcción y urbanismo de aquellos tiempos se iniciaban las primeras edificaciones.

La manzana en Tacna se supone medida a 400 pies castellanos (111.44 mts) por un lado y en cuadro; cada uno de estos lados, o sea una cuadra, estaba separado por una calzada de 37 pies de ancho y la ciudad toda dividida por calles que se cruzan en ángulo recto semejante a un tablero de ajedrez.

El casco urbano es el que quedó definido por las siguientes calles: por el norte la Av. Leguía, por el oeste la Av. Hipólito Unanue, por el este la Av. Basadre y Forero, por el sur la Av. Bolognesi.

El trazo hecho por los españoles seguía el diseño geométrico establecido por los griegos y copiado después por los romanos, esto quiere decir que las características geométricas de las vías en el núcleo urbano de la ciudad de Tacna son en su mayor parte anacrónicas. La base del trazo geométrico actual es una cuadrícula rectangular con intersecciones en ángulo recto, a nivel; sus características de curvatura pendiente, sección transversal y capacidad de carga corresponden más bien a un tránsito de vehículos lentos, pequeños y ligeros, como lo eran los vehículos

tirados por animales y los primeros automóviles, además no hubo previsión para estacionamientos, terminales y paraderos. Desde luego, no es posible que un vehículo actual pueda moverse eficientemente en un camino concebido hace siglos.

Todos los problemas del tránsito, principalmente el de accidentes, no ocurrirían si el trazo de las ciudades fuese más acorde con las características del vehículo actual. Cuando se han creado nuevas ampliaciones urbanas, no se ha dudado mucho para proyectarlas sobre la misma base de la cuadrícula rectangular, es necesario, entonces, empezar a hacer una reforma urbanística en la ciudad de Tacna.

Para el presente estudio de tránsito se ha considerado el casco urbano de la ciudad de Tacna, el cual considera como vías principales en el estudio, las siguientes:

#### VÍAS LONGITUDINALES

- Av. Circunvalación Sur
- Av. Industrial
- Av. Augusto B. Leguía
- Av. Francisco. Bolognesi
- Av. Coronel Mendoza

## VÍAS TRANSVERSALES

- Av. Hipólito Unanue
- Av. Patricio Meléndez
- Av. Gustavo Pinto
- Av. Basadre y Forero
- Calle Junín
- Calle Pallardelli

### **2.7. DEPENDENCIAS RELACIONADAS CON EL TRÁNSITO**

En la ciudad de Tacna las dependencias que tienen competencia en la administración del tránsito son las siguientes:

- Gerencia de Transporte y Seguridad Ciudadana/Sub. Gerencia de Transporte Público y Tránsito de la Municipalidad Provincial de Tacna.
- Jefatura departamental de la Policía de Tránsito de Tacna.
- Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Tacna.

De acuerdo al Código de Tránsito y Seguridad Vial cada una de estas dependencias tienen las siguientes finalidades:

- A. La Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Tacna, tiene como finalidad, planificar, dirigir, ejecutar y evaluar las

actividades relacionadas a la infraestructura vial, servicio de transporte público y de comunicaciones, de acuerdo con los lineamientos de política y planes de desarrollo sectorial y regional en el ámbito de su competencia.

- B. La Gerencia de Transporte y Seguridad Ciudadana a través de la Sub- Gerencia de Transporte Público y Tránsito de la Municipalidad Provincial de Tacna, tiene como finalidad, la de fiscalizar el transporte público a través de campañas y operativos de acuerdo al reglamento de administración del transporte público urbano y sus modificatorias.
- C. La policía de tránsito, es la encargada de hacer cumplir el reglamento nacional de tránsito en las vías públicas de todo el territorio nacional, la que según el reglamento ejerce las funciones de control dirigiendo y vigilando el desarrollo del tránsito en las vías públicas.

Se evalúa el funcionamiento administrativo para ver si las finalidades se cumplen y en que magnitud.

### **2.7.1. FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

Como paso previo es necesario conocer su actualización, que lo ilustramos en el organigrama mostrado en la figura2.

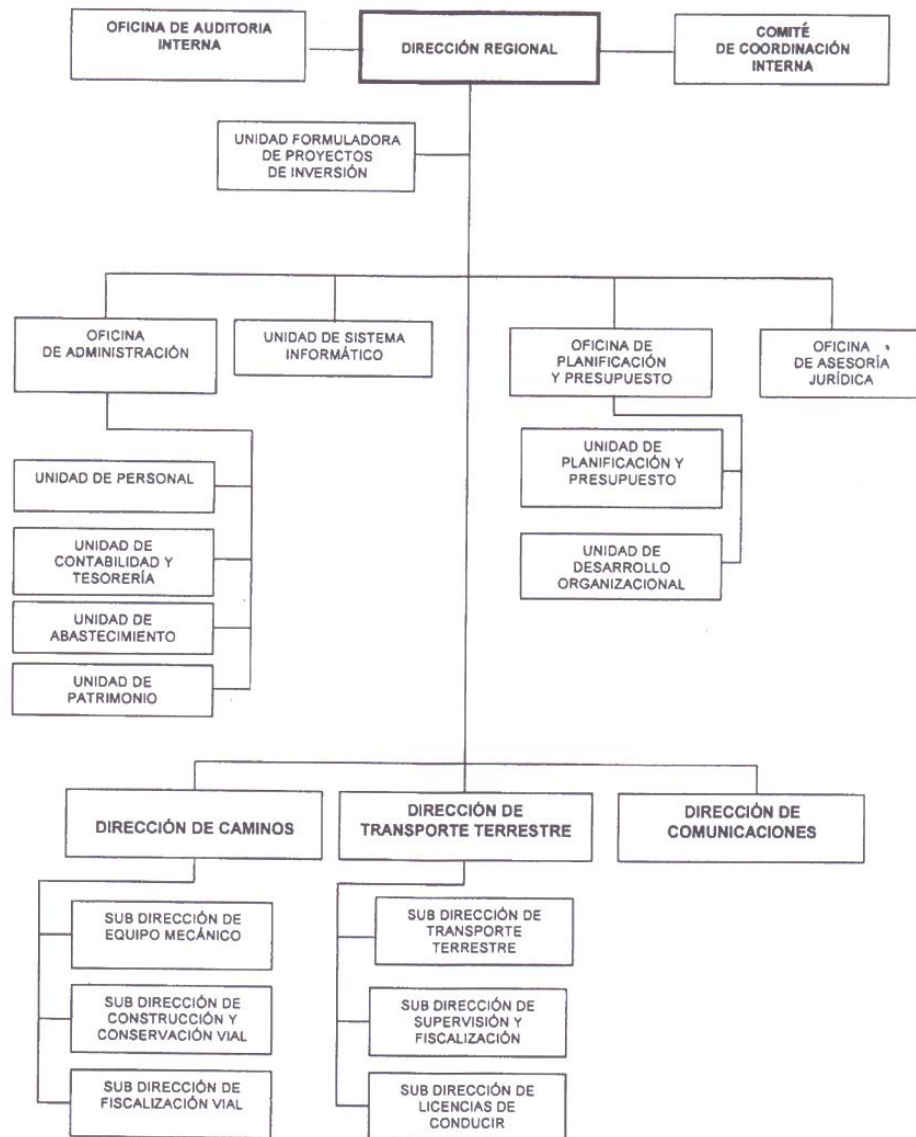


FIGURA N°2: Organigrama dirección regional de transportes y comunicaciones-Tacna

Fuente: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones-Tacna

Como se observa en el organigrama la, Dirección de Transporte Regional trabaja sobre la base de 3 direcciones, la dirección de caminos, la dirección de Transporte terrestre y la dirección de



comunicaciones, las que son conformadas por diferentes sub direcciones, notándose que no existe especialmente alguna sub dirección de Ingeniería que se encargue de las funciones de estudio y proyectos viales, pero si una sub dirección de construcción y conservación vial.

La evaluación se basa en determinar si en esta dirección se emplea o no la Ingeniería de Tránsito, por lo que a continuación describiremos sus funciones:

- a) Formular, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los planes y políticas en materia de transportes y materia de telecomunicaciones de la región, en concordancia con los planes de desarrollo de los gobiernos locales, regionales e internacionales y de conformidad con las políticas nacionales e internacionales y los planes sectoriales.
- b) Planificar, administrar y ejecutar el desarrollo de la infraestructura vial regional, no comprendida en la Red Vial Nacional o Rural, debidamente priorizada dentro de los planes de desarrollo regional. Asimismo promover la inversión privada, nacional y extranjera en proyectos de infraestructura de transporte.

- c) Supervisar y fiscalizar la gestión de actividades de infraestructura de transporte vial de alcance regional.
- d) Autorizar, supervisar, fiscalizar y controlar la prestación de servicios de transporte interprovincial dentro del ámbito regional.
- e) Regular, supervisar y controlar el proceso de emisión de licencias de conducir, de acuerdo a la normatividad vigente.
- f) Promover y ejecutar las inversiones públicas en el ámbito regional, en proyectos de infraestructura vial y en mantenimiento de vías, con estrategias de sostenibilidad y competitividad.

Todo lo visto anteriormente, nos da una idea de la aplicación de técnicas de ingeniería de tránsito a nivel global; donde evidentemente es necesario saber que para fiscalizar, supervisar, controlar, ejecutar, dirigir, formular y entre otras cosas, es necesario tener los conocimientos técnicos necesarios para ello.

### **2.7.2. JEFATURA DE LA POLICÍA DE TRÁNSITO DE TACNA**

La policía nacional del Perú asignada al tránsito, es la institución encargada de hacer cumplir el reglamento nacional de tránsito en

las vías públicas de todo el territorio nacional. Entre sus principales funciones esta:

- a) Fiscalizar el cumplimiento de leyes del reglamento nacional de tránsito.
- b) Garantizar y regular la libre circulación vehicular y peatonal en la vía pública.
- c) Controla y vigila el tránsito vehicular y dar seguridad entre las vías urbanas y férreas.
- d) Prevenir e investigar los accidentes de tránsito.
- e) Mantener buenas relaciones con las autoridades del sector público y privado para lograr la colaboración en el ejercicio de sus funciones.

En conclusión, podemos ver que no se aplican técnicas de ingeniería de tránsito, tan solo se ve el cumplimiento de la normativa, pero no resuelve el problema del tránsito, lo que sumado a los problemas de falta de personal y de recursos, ocasiona que esta dependencia no puede cumplir a cabalidad su misión.

### **2.7.3. GERENCIA DE TRANSPORTE Y SEGURIDAD CIUDADANA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA**

Esta dependencia a través del área correspondiente como lo es la Sub Gerencia de Transporte Público y Tránsito de la misma entidad, tiene la responsabilidad de efectuar las autorizaciones respectivas para la prestación del servicio público de transporte regular de personas en el ámbito de la provincia de Tacna, así como la de fiscalizar el cumplimiento del reglamento que suscribe.

Como se mencionó anteriormente tiene la función de fiscalizar el servicio de transporte, que en su medida podrá ser apoyada por la policía nacional en las acciones de fiscalización de transporte terrestre de personas en cualquier ámbito, a su solo requerimiento. Para ello designara a inspectores de transporte, que realizaran las acciones de control, supervisión y detección de incumplimiento o infracciones al reglamento.

Una de las medidas para mejorar el tránsito automovilístico, fue la tomada por esta dependencia, que consistió en instalar separadores de carriles en algunas avenidas transitadas del

casco urbano de la ciudad, como lo son la Av. Bolognesi (Carril de subida y bajada), Av. Patricio Meléndez, entre otras; cuya finalidad obedece a las medidas aprobadas por la municipalidad provincial de Tacna, reordenando así el tránsito vehicular, siendo el carril derecho de uso para el transporte público (minibuses, combis) y el carril izquierdo para los taxis y vehículos particulares.



FIGURA N°3: Separadores instalados en av. Bolognesi

Fuente: Diario Correo

En resumen, este departamento cuenta con el apoyo y las medidas necesarias, que servirían para que puedan cumplir con su misión. Sin embargo esto no es suficiente para dar solución al problema, por lo que se debe considerar brindar una buena educación vial, para lo cual, se deberá coordinar adecuadamente entre todas las entidades

a las que les compete, para así lograr los mismos objetivos: Evitar accidentes.

## **2.8. ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD**

Un accidente de tránsito es el resultado de un proceso en el que intervienen múltiples factores que resultan de una compleja interacción entre el vehículo, la vía y su entorno y el hombre.

### **2.8.1. DEFINICIÓN**

Es el perjuicio ocasionado a una persona o bien material, en un determinado trayecto de movilización o transporte, debido a la acción riesgosa, negligente o irresponsable, de un conductor, pasajero o peatón; como también a fallos mecánicos repentinos, errores de transporte de carga, condiciones ambientales desfavorables y cruce de animales durante el tráfico. Un porcentaje menor de ellos se debe a fallas de fabricación de vehículos, lo cual no excluye atribuirles un error humano consciente.

### **2.8.2. DATOS OBTENIDOS**

De la investigación y análisis de los accidentes, se pueden obtener:

- Causa aparente de los accidentes: es necesario relacionarlos con las causas reales, la frecuencia y ubicación.
- Causa real del accidente: Del análisis anterior, debemos determinar si la falta se debió a la vía, al vehículo o al usuario. Al determinar la causa real, será más fácil buscar la solución al problema.
- Magnitud de los accidentes e índices: al relacionar los saldos en muertos, dispondremos de índices que nos permitan hacer comparaciones entre ciudades o tramos de caminos.

### **2.8.3. ÍNDICE DE ACCIDENTES Y DE MORTALIDAD**

Al relacionar los accidentes y los saldos en muertos, proporcionalmente con la población y con el número de vehículos, dispondremos de cifras o índices que nos permitirán hacer comparaciones. Estos nos darán la escala para juzgar la magnitud del problema.

Para estas relaciones, puede obtenerse el índice de accidentes como el índice de mortalidad.

### A. ÍNDICE DE ACCIDENTES CON BASE EN LA POBLACIÓN

$$I \frac{A}{P} = \frac{\text{No. de accidentes en el año} \times 100,000}{\text{No. de habitantes}}$$

(Accidentes por cada 100,000 habitantes)

Útil para comparar ciudades semejantes en base socio-económica.

### B. ÍNDICE DE ACCIDENTES CON BASE EN LOS VEHÍCULOS

$$I \frac{A}{V} = \frac{\text{No. de accidentes en el año} \times 10,000}{\text{No. de vehículos}}$$

(Accidentes por cada 10,000 vehículos)

Útil para comparar ciudades o países aunque exista diferente base socio-económica.

### C. ÍNDICE DE MORTALIDAD CON BASE EN LA POBLACIÓN

$$I \frac{M}{P} = \frac{\text{No. de muertos en el año} \times 100,000}{\text{No. de habitantes}}$$

(Muertos por cada 100,000 habitantes)



Útil para comparar ciudades semejantes en base socio-económica.

#### **D. ÍNDICE DE MORTALIDAD CON BASE EN LOS VEHÍCULOS**

$$I \frac{M}{V} = \frac{\text{No. de muertos en el año} \times 10,000}{\text{No. de vehículos}}$$

(Muertos por cada 10,000 vehículos)

#### **2.8.4. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE CAUSAS DE ACCIDENTES**

Debido a su naturaleza existen factores de riesgo, que resultan ser las causas de accidentes, así tenemos:

- Índice de motorización
- Tipo de parque automotor
- Del ambiente: mantenimiento de vías, mal tiempo y señalización.
- Del conductor: ingesta de alcohol, uso de dispositivos de seguridad, excesiva velocidad, imprudencia.
- Del vehículo: falla mecánica
- Del peatón: imprudencia

- Otros: densidad poblacional (población/km<sup>2</sup>), densidad vehicular (vehículo/km), etc.

Los principales factores que intervienen en los accidentes de tránsito son:

a) Factor Humano: Los factores humanos son la causa del mayor porcentaje de accidentes de tránsito. Pueden convertirse en agravantes a la culpabilidad del conductor causante, dependiendo de la legislación de tránsito.

- Conducir bajo los efectos del alcohol (mayor causalidad de accidentes), medicinas o estupefacientes.
- Realizar maniobras imprudentes y de omisión del conductor.
- Efectuar adelantamientos en lugares prohibidos (choque frontal muy grave)
- Atravesar un semáforo en rojo, desobedecer las señales de tránsito.
- Circular por el carril contrario ( en una curva o en cambio de rasante)
- Conducir a exceso de velocidad (produciendo vuelcos, salida del automóvil de la carretera, derrapes).

- Usar inadecuadamente las luces del vehículo, especialmente de noche.
- Salud física y mental del conductor o peatón no aptas (Ceguera, daltonismo, sordera, etc.).
- Peatones que cruzan por lugares inadecuados, juegan en carreteras, lanzan objetos resbaladizos al carril de circulación (aceites, piedras)
- Inexperiencia del conductor al volante.
- Fatiga del conductor producto de la apnea o falta de sueño.

b) Factor Mecánico:

- Vehículo en condiciones no adecuadas para su operación (sistemas averiados de frenos, dirección o suspensión)
- Mantenimiento inadecuado del vehículo.

c) Factor Climatológico y otros:

- Niebla, humedad, derrumbes, zonas inestables, hundimientos.
- Semáforo que funciona incorrectamente.

Así también tenemos los principales indicadores de accidentes de tránsito:

- Número de accidentes
- Número de lesionados
- Número de defunciones
- Tasa de mortalidad por 10 000 vehículos
- Tasa de mortalidad por 10 000 habitantes
- Índice de mortalidad por accidente de tránsito como causa de mortalidad general.

#### **2.8.5. ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN TACNA.**

A continuación mostramos las estadísticas correspondientes a cinco años que van de 2011 a 2015, datos obtenidos del compendio estadístico 2016 del INEI.

CAUSAS	TOTAL	2011											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Total	1135	99	9	103	105	102	88	106	109	103	105	93	113
Exceso de velocidad	278	24	4	25	24	21	25	35	26	21	18	22	33
Ebriedad del conductor	108	7	1	10	9	8	7	10	10	16	9	10	11
Imprudencia temeraria del conductor	503	37	4	56	55	52	38	44	52	41	53	34	37
Imprudencia del peatón	74	14	-	3	4	3	5	5	9	6	7	6	12
Exceso de carga	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Desacato señal de tránsito	27	-	-	-	-	2	-	5	4	5	4	7	-
Falla mecánica	24	2	-	2	2	5	-	1	1	3	2	2	4
Falta de luces	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pista en mal estado	37	6	-	3	7	3	7	-	2	3	3	1	2
Señalización defectuosa	3	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-
Otros	77	7	-	4	3	7	6	6	5	5	9	11	14

CUADRO N°17: Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú,  
según causas – 2011.

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

CAUSAS	TOTAL	2012											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Total	1401	117	112	113	122	138	125	135	112	117	89	106	115
Exceso de velocidad	430	39	37	34	45	52	46	46	30	28	17	28	28
Ebriedad del conductor	206	12	9	9	11	12	24	19	17	33	23	17	20
Imprudencia temeraria del conductor	490	53	31	44	40	44	24	48	39	37	36	41	53
Imprudencia del peatón	103	7	16	6	11	9	11	7	7	5	7	11	6
Exceso de carga	6	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	3
Desacato señal de tránsito	7	1	-	-	-	2	-	3	-	-	1	-	-
Falla mecánica	32	2	6	4	-	3	-	7	3	-	3	4	-
Falta de luces	6	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	1
Pista en mal estado	25	1	1	3	4	3	7	1	1	3	-	1	-
Señalización defectuosa	5	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Otros	91	2	10	11	10	13	10	4	15	9	1	4	2

CUADRO N°18: Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del  
Perú, según causas - 2012

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

CAUSAS	TOTAL	2013											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Total	1571	109	116	109	155	129	151	128	102	147	120	168	137
Exceso de velocidad	495	33	25	28	38	38	41	41	38	50	44	62	57
Ebriedad del conductor	204	15	12	9	25	13	18	20	18	21	13	21	19
Imprudencia temeraria del conductor	500	26	51	38	55	48	52	43	26	43	38	50	30
Imprudencia del peatón	126	10	11	13	13	9	11	12	7	11	6	11	12
Exceso de carga	18	2	2	4	4	2	1	2	-	1	-	-	-
Desacato señal de tránsito	72	5	4	8	12	7	-	-	4	-	6	14	12
Falla mecánica	66	8	6	4	4	4	11	3	2	9	5	5	5
Falta de luces	19	-	-	1	-	1	4	3	-	10	-	-	-
Pista en mal estado	18	6	-	-	1	4	2	-	2	-	2	1	-
Señalización defectuosa	8	1	-	-	1	-	4	1	-	1	-	-	-
Otros	45	3	5	4	2	3	7	3	5	1	6	4	2

CUADRO N°19: Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas - 2013

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú - Tacna

CAUSAS	TOTAL	2014											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Total	1310	128	145	119	86	81	123	106	98	113	93	116	102
Exceso de velocidad	440	45	50	40	29	29	44	36	31	38	26	41	31
Ebriedad del conductor	132	15	12	7	17	6	13	11	10	7	6	12	16
Imprudencia temeraria del conductor	399	33	40	44	21	33	33	29	28	34	39	34	31
Imprudencia del peatón	161	12	18	15	12	9	14	15	13	15	11	15	12
Exceso de carga	4	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1
Desacato señal de tránsito	69	15	13	7	4	2	5	4	3	5	3	4	4
Falla mecánica	23	6	4	2	1	1	1	-	1	-	3	2	2
Falta de luces	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Pista en mal estado	21	1	-	3	1	1	3	1	3	1	-	3	4
Señalización defectuosa	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-
Otros	56	1	7	1	-	-	10	10	9	10	3	4	1

CUADRO N°20: Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas - 2014

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

CAUSAS	TOTAL	2015											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Total	1099	88	100	107	90	72	112	53	109	99	94	87	88
Exceso de velocidad	443	33	44	49	39	31	27	28	40	42	37	30	43
Ebriedad del conductor	64	11	9	5	8	-	10	6	1	5	3	5	1
Imprudencia temeraria del conductor	341	19	23	27	18	31	66	6	40	32	28	25	26
Imprudencia del peatón	118	13	10	11	10	5	5	6	16	8	14	11	9
Exceso de carga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desacato señal de tránsito	35	4	5	5	5	-	2	2	7	3	-	-	2
Falla mecánica	22	1	1	1	3	5	1	2	-	1	1	3	3
Falta de luces	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Pista en mal estado	19	3	3	-	2	-	-	1	2	6	-	2	-
Señalización defectuosa	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Otros	54	4	5	9	5	-	1	1	2	2	11	10	4

CUADRO N°21: Accidentes de tránsito registrados por la policía nacional del Perú, según causas - 2015

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú - Tacna

AÑO	TOTAL DE ACCIDENTES	VÍCTIMAS		
		HERIDOS	MUERTOS	TOTAL
2011	1 135	97	62	159
2012	1 401	47	56	103
2013	1 571	1 210	38	1 248
2014	1 310	63	55	118
2015	1 099	20	37	57

CUADRO N°22: número de accidentes y víctimas (5 años)

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

AÑO	No. DE ACCIDENTES	POBLACIÓN	ÍNDICE A/P
2011	1 135	324 498	350
2012	1 401	328 915	426
2013	1 571	333 276	471
2014	1 310	337 583	388
2015	1 099	341 838	321

CUADRO N° 23: Índice de accidentes con base en la población

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

AÑO	No. DE ACCIDENTES	No. de Veh.	ÍNDICE A/V
2011	1 135	4429	2563
2012	1 401	5 007	2 798
2013	1 571	5 914	2 656
2014	1 310	3 710	3 531
2015	1 099	3 447	3 188

CUADRO N°24: Índice de mortalidad con base en los vehículos

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

AÑO	No. DE MUERTOS	POBLACIÓN	ÍNDICE M/P
2011	62	324 498	19
2012	56	328 915	17
2013	38	333 276	11
2014	55	337 583	16
2015	37	341 838	11

CUADRO N°25: índice de mortalidad con base en la población

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna



AÑO	No. DE MUERTOS	No. de Veh.	ÍNDICE M/V
2011	62	4 429	140
2012	56	5 007	112
2013	38	5 914	64
2014	55	3 710	148
2015	37	3 447	107

CUADRO N°26: Índice de mortalidad con base en los vehículos

Fuente: INEI, Sub Región Policía Nacional del Perú – Tacna

### 2.8.6. ANÁLISIS DE LAS ESTADÍSTICAS

- Las causas consideradas que pueden ocasionar un accidente de tránsito son tres tipos, así tenemos:

a) Personales

- Exceso de velocidad
- Estado de ebriedad del conductor
- Imprudencia del peatón
- Imprudencia temeraria del conductor
- Exceso de carga
- Desacato de señal de tránsito

b) Vehículos

- Falla mecánica
- Falla de luces
- Otros

c) De la Vía

- Pista en mal estado
  - Señalización defectuosa
  - Otros
- 
- En el año 2013, se registraron la mayor cantidad de accidentes en comparación a los otros años, siendo un total de 1571 accidentes.
  - Una de las causas mayores de accidentes ocurren por la imprudencia temeraria del conductor, sin embargo en los últimos años, la mayor causa de accidentes viene por el exceso de velocidad, y representa de un 30% a 40% del total de accidentes registrados.
  - Desde el año 2013 han ido disminuyendo la cantidad de accidentes en 16.36% de promedio.
  - El número de víctimas mortales disminuye notablemente en el año 2015 con relación al año 2014, siendo 32.72% menos.
  - Al mostrar los cuadros, podemos pensar que la magnitud del problema de accidentes de tránsito en Tacna pareciera no mostrar mucha gravedad, pero podemos deducir que en el año

2015 ocurren 1099 accidentes, lo que equivale a 6 accidentes por cada 2 días.

- Debemos acotar que en relación a otras ciudades de nuestro país, Tacna no tiene índice de accidentes muy altos, siendo la ciudad de Lima, la que registra mayor cantidad de accidentes.
- De todo esto, llegamos a la conclusión de que la Educación Vial dada a los usuarios es vital y esta será la que de alguna forma u otra ayude en la reducción de accidentes y con ello se reduzca las pérdidas de vidas humanas y las pérdidas materiales.

## **2.9. EDUCACIÓN VIAL**

Como hemos visto anteriormente, se debe poner mayor énfasis en el tema de la educación vial, ya que resulta necesario que la población sea conocedora del rol que esta desempeña en la causa de accidentes. En el marco del plan Nacional de Seguridad Vial 2007-2011, la educación vial se integra como un componente estratégico que busca impulsar una política nacional que contribuya a la formación de una cultura de prevención y promoción de la seguridad vial, y ayude a disminuir los accidentes de tránsito en todas las vías del territorio nacional.

La educación vial promueve el aprendizaje y cumplimiento de normas y reglamentos. Esta se vincula al desarrollo de la autoestima, al respeto por los otros y a los principios de convivencia social y democrática; así como al desarrollo y consolidación de una cultura ciudadana, que involucra el reconocimiento de derechos y deberes, y el respeto por las instituciones y autoridades.

En este marco se asume la educación vial como el conocimiento por parte de los ciudadanos y ciudadanas de las normas y señales que regulan la circulación de vehículos y personas, por las calzadas (pistas) y aceras (veredas), así como la adquisición de valores, hábitos y actitudes que nos permitan dar una respuesta segura en las distintas situaciones de tránsito en las que nos vemos inmersos, sea como peatones, pasajeros o conductores.

La educación vial se concibe como parte fundamental de la formación y educación ciudadana, en la promoción de una cultura de valoración y respeto por la propia vida y la de los demás. La educación vial cobra mayor relevancia cuando se observa la alta tasa de accidentes de tránsito que se producen diariamente.

Debemos considerar que en la actualidad todo lo referente a educación vial no funciona adecuadamente. En nuestro país, los datos estadísticos

proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Policía Nacional del Perú muestran un escenario preocupante, en los últimos 10 años, se reportan cifras de más de 32,044 fallecidos y más de 349,244 heridos, de un total de 763,892 accidentes de tránsito.

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO DE LAS PRINCIPALES VÍAS DE LA CIUDAD**

#### **3.1. DEFINICIÓN DE VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Este se mide en vehículos por días, vehículos por hora.

Al proyectar una carretera o calle es de suma importancia que se conozcan y estudien las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito al interior de la arteria vial constituyente de la infraestructura física o componente estático de los sistemas de tránsito, para así garantizar el adecuado funcionamiento de calles o carreteras. Para las vías ya existentes los resultados obtenidos de este estudio realizado, servirán para estimar y plantear soluciones a problemas de tránsito.

Los estudios de volúmenes de tránsito se determinan mediante los aforos, pudiendo ser estos manuales o automáticos. Las razones para efectuar estos aforos son:

- Para determinar la composición y número de vehículos que circulan por determinada zona.
- Para servir de base en a las clasificaciones de caminos.
- Para controlar y evaluar accidentes de tránsito.
- Para conformación de programas de conservación
- Para proyectar sistemas de control de tránsito.
- Para obtener datos útiles en la planeación de rutas y determinación de proyectos.
- Para determinar el transito futuro.
- Para determinar prioridades de construcción.

Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de transito dentro de las horas de máxima demanda, horas del día, días de la semana y hasta meses del año.

## **MÉTODOS DE AFORO**

Una vez definidas las magnitudes y los fundamentos teóricos del tráfico, se hace indispensable recabar información acerca de las características de la circulación de vehículos en las carreteras existentes. Para ello se emplean

métodos de aforo que serán más o menos precisos dependiendo del grado de exactitud que pretenda obtenerse.

Las características que son objeto de un estudio de aforo son:

- Intensidades de circulación.
- Velocidades y tiempos de recorridos de los vehículos.
- Origen, destino y objeto de los viajes realizados.
- Accidentes de circulación.

Para realizar estas mediciones se dispone de diversos métodos, entre los cuales destacan los siguientes:

### **3.1.1. MÉTODO MANUAL**

El método manual permite una óptima obtención del volumen de tránsito, mediante personal de campo llamamos aforadores o registradores de tránsito. Este método es muy eficaz, ya que permite conocer diversos factores que intervienen en tránsito, como son: clasificación de vehículos por tamaño, número de viajeros, origen y destino, número de vehículos, etc. Los aforadores anotan los datos en “hojas de campo”, diseñadas para la medición, ya sean éstas



consideradas para tramos rectos, así también para intersecciones. Los recuentos manuales pueden variar desde 5 minutos a veinticuatro horas de duración, dependiendo de los objetivos del estudio.

### **MÉTODO MANUAL ELECTRÓNICO:**

El conteo manual implica a una o más personas que registran los vehículos observados utilizando un contador



FIGURA N°4: Contador electrónico.

### **3.1.2. MÉTODOS AUTOMÁTICOS**

Los métodos automáticos constan de dispositivos mecánicos para recuentos de vehículos. La potencia útil enviada a través del detector es usualmente un impulso eléctrico. Este impulso es, a su vez, amplificado o enviado directamente a un registrador acumulativo o a un diagrama, para su registro. Generalmente un dispositivo mecánico cumple dos funciones. Primero, detectar o percibir el tránsito; segundo, realizar un acopio de datos de tránsito.

**LAZOS INDUCTIVOS:** El lazo inductivo se utiliza para detectar la presencia o el paso de vehículos en diversas aplicaciones, y se puede instalar en forma temporal o permanente.



FIGURA N°5: Lazos inductivos

**TUBOS NEUMÁTICOS:** Recogen los datos en bruto, es decir eje por eje, y posteriormente en oficina se efectúa el correspondiente análisis.



FIGURA N°6: Tubos neumáticos

**FOTOELÉCTRICO:** El registro de objetos por medio de equipo fotoeléctrico se efectúa cuando un vehículo pasa a través de una fuente de luz y una fotocelda (dispositivo capaz de distinguir entre una luz o falta de la misma). Varios tipos de contadores eléctricos de tránsito pueden ser conectados a la fotocelda y activados por sus circuitos. La detección fotoeléctrica no es conveniente para recuento de dos o más carriles, cuando se sabe de antemano que los volúmenes serán mayores a mil vehículos por hora. Es un sistema simple y digno de confianza, pero está limitado a caminos de volúmenes ligeros debido a limitaciones en su exactitud y no permite distinguir los volúmenes por carril.

**ANALIZADOR COMPACTO DE TRÁFICO: CAPITOLE** es un analizador de tráfico que no requiere de ningún otro sensor adicional, es el equipo más adecuado para la recogida de todos los datos necesarios en operaciones de análisis de tráfico.

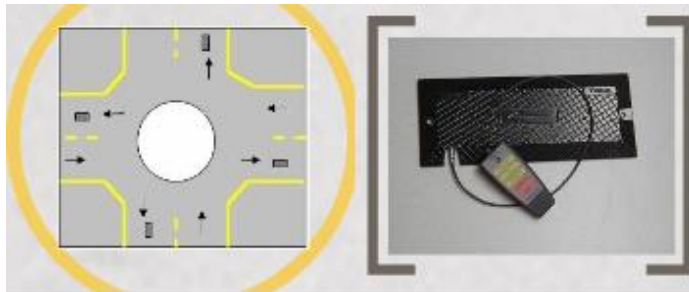


FIGURA N°7: Analizador compacto de tránsito

**SENSOR LÁSER INFRARROJO:** El sensor obtiene la imagen del vehículo y a partir de ella efectúa la clasificación y determina sus dimensiones.

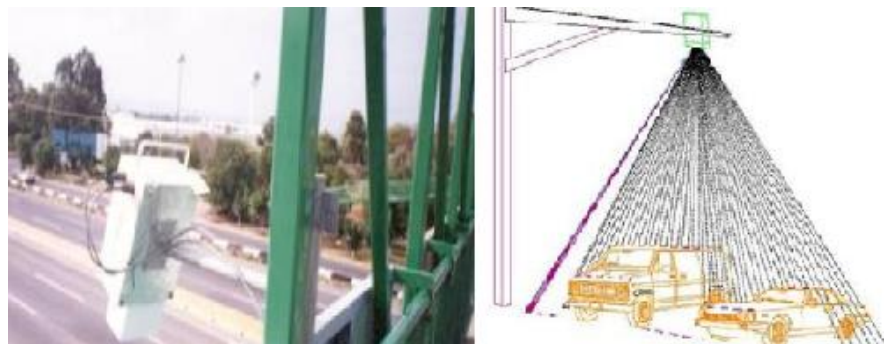


FIGURA N°8: Sensor láser infrarrojo

**RADAR:** Un fenómeno natural ocasiona que una señal de radio al ser reflejada por un objeto en movimiento cambie su frecuencia con relación a la señal de radio incidente, es lo que hace posible la detección de vehículos por medio de radar. Este fenómeno es conocido como el “Efecto de Doppler”. El equipo electrónico que utiliza el radar compara continuamente la frecuencia de la señal transmitida, con la frecuencia de la señal recibida. Siempre que exista una diferencia de frecuencias será detectando un vehículo. Los dispositivos de radar no están sujetos a deterioro por acción del tránsito. Los datos obtenidos son preciosos y dignos de confianza, sin embargo, su costo inicial es más alto que otros dispositivos para aforos.

Por ejemplo el Radar de alta tecnología SPOT, utiliza el principio de Doppler Fizeau.

**MAGNÉTICO:** Una señal o impulso originado por un vehículo en movimiento, a través de un campo magnético, es la base para la detección magnética. Los detectores magnéticos son de dos tipos:

**a) AUTOGENERADOR**

Los detectores autogeneradores constan de un embobinado de 5cm. de diámetro y 38,1 cm. de longitud, colocado en un tubo de fibra inmediatamente debajo de la superficie del pavimento. El uso del tubo permite el ajuste de la unidad, de tal forma que se ajuste la colocación del embobinado, con el objeto de obtener mayor precisión en los recuentos. El impulso o señal es causado por la distorsión en las líneas de fuerza normales al campo magnético terrestre en el área del vehículo en movimiento. Cuando esta distorsión tiene lugar, las líneas de fuerza en movimiento cortan las espirales en el solenoide y se genera un voltaje.

#### **b) MAGNÉTICO QUE NECESITA EXCITACIÓN**

Usualmente se necesita dos embobinados, pero con el rendimiento ajustado para anular uno u otro bajo condiciones normales. Cuando un vehículo pasa sobre los embobinados, un desequilibrio en los rendimientos provoca una señal que es enviada al equipo de amplificación dando por resultado la detección de un vehículo en movimiento. La unidad no está sujeta a deterioro por la acción de la circulación y no es vulnerable a los riesgos de la nieve o hielo. Sin embargo, la falla de las instalaciones eléctricas importantes,

tanques de almacenamiento subterráneos, cables, etc. Pueden dificultar o imposibilitar que los detectores magnéticos trabajen.

**ULTRASÓNICO:** Una onda ultrasónica es generada por un diagrama de vibración. Esta onda es enfocada hacia la calzada y recogida por una celda. Al ser interrumpida la onda, se produce el cierre de un relevador. Este tipo de detector no sólo detecta vehículos en movimiento, sino que puede detectar vehículos detenidos. En otras palabras, puede detectar la presencia de un vehículo. El detector no está sujeto a la acción del tránsito o riesgos como la nieve y el hielo; es muy preciso, pero no tiene un alto costo inicial.

**DETECTOR DE ULTRASÓNICO E INFRARROJO:** La utilización de las dos tecnologías permite una detección precisa de toda clase de objetos y personas.



FIGURA N°9: Detector ultrasónico e infrarrojo

### **DETECTOR DE IMAGEN:**

Conjuntando una detección óptima y una solución económica, el detector universal en tecnología “Image Sensor” representa un concepto revolucionario.



FIGURA N°10: Detector de imagen



### **DETECTOR DE TRIPLE TECNOLOGÍA:**

Cuentan, clasifican, determinan longitud y velocidad de los vehículos que circulan por un carril. Calculan el intervalo en tiempo y distancia entre vehículos.

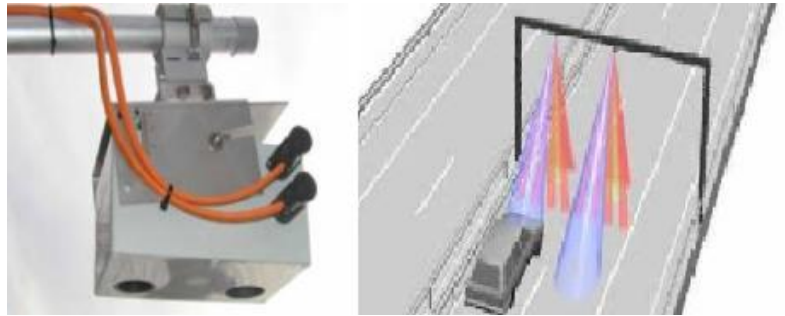


FIGURA N°11: Detector de triple tecnología

#### **3.1.3. MÉTODO DEL AUTOMÓVIL EN MOVIMIENTO**

Este método consiste en conducir un automóvil dentro de la corriente de tránsito, registrando los vehículos, tanto en el sentido opuesto como en el sentido en que viaja dicho vehículo. En este último caso se debe anotar a los vehículos que lo rebasan y a los que son rebasados. El tramo en estudio debe ser recorrido varias veces, recomendándose que la duración del estudio sea de 20 minutos por cada Km. en las calles principales y de 6 minutos por cada Km. en las calles secundarias.

El vehículo debe circular a una velocidad media con respecto a los demás vehículos en la corriente de tránsito.

El volumen horario de tránsito se determina con la siguiente fórmula:

$$V_H = \frac{60 (Me + (R - A) ms)}{Tc - Tms}$$

Dónde:

$V_H$  = Volumen horario y en un mismo sentido.

$Me$  = Número de vehículos encontrados mientras se circula en sentido contrario al flujo en estudio.

$(R-A) ms$  = Número de vehículos que lo rebasan menos el número de vehículos alcanzados en el sentido de flujo de estudio.

$Tc$  = Tiempo de viajes (en minutos) circulando en sentido contrario al flujo en estudio.

$Tms$  = Tiempo del viaje (en minutos) circulando en el sentido del flujo en estudio.

60 Constante en (minutos/hora)

### 3.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO

De los métodos anteriormente detallados, no podrían haberse utilizado los automáticos dado que en su mayoría en la ciudad no existen, además que son sumamente caros el poder adquirirlos, por lo que se optó por escoger el método manual por ser el más adecuado para este estudio.

### **OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Para ello, primeramente, se tendrán en cuenta las vías del casco urbano de Tacna, en ese sentido, se hará una inspección previa, determinado los diferentes puntos de medición de acuerdo al flujo vehicular.

Teniendo éstas vías longitudinales y transversales se determinó analizar lo siguiente:

#### a) Vías Longitudinales

- Av. Circunvalación Sur (tramo entre Av. Pinto y Av. Basadre y Forero).
- Av. Industrial
- Av. Augusto B. Leguía (Tramo entre Av. H. Unanue y Av. Basadre y Forero).
- Av. Fco. Bolognesi (tramo entre Calle Arica y Av. Basadre y Forero)
- Av. Coronel Mendoza.

b) Vías Transversales

- Av. Hipólito Unanue
- Av. Patricio Meléndez.
- Av. Gustavo Pinto.
- Av. Basadre y Forero.
- Calle Junín
- Calle Pallardelli

De las cuales se obtuvo el volumen horario que nos permitió conocer la hora de máxima demanda (hora punta), volumen diario durante la semana (Días de máximo flujo vehicular), todo esto en un punto determinado de la vía (Punto de aforo). Se han considerado las siguientes intersecciones:

- Basadre y Forero – Coronel Mendoza
- Basadre y Forero – Augusto B. Leguía
- Basadre y Forero – Bolognesi
- Basadre y Forero – Circunvalación Sur
- Gustavo Pinto - Bolognesi
- Gustavo Pinto - Industrial
- Gustavo Pinto – Circunvalación Sur
- Augusto B. Leguía – Patricio Meléndez

- Augusto B. Leguía – Hipólito Unanue
- Augusto B. Leguía – Gustavo Pinto
- Bolognesi – Arica
- Bolognesi – Junín/Pallardelli

### **3.2.1. VARIACIÓN HORARIA**

Es el promedio aritmético de los diferentes tipos de vehículos que circulan por un determinado tramo de una avenida durante 13 horas continuas comprendidas desde las 07 horas hasta las 20 horas por día.

La variación horaria debe considerarse durante los siete días de la semana para determinar el día más crítico, sin embargo se tomaron los días que de acuerdo a la inspección, son los de mayor flujo vehicular (Lunes, Martes, Viernes y Sábado). Asimismo para la toma de datos se consideró los siguientes aspectos:

- a) En el grupo de autos se consideró todo tipo de camionetas y autos de servicio rápido (Taxis y Particulares)
- b) Las bicicletas y triciclos no fueron considerados en el aforo.
- c) En el grupo de Omnibuses se consideró a los microbuses, durante todo el estudio.

d) Se consideró de acuerdo a la variación horaria el día más cargado de la semana: el lunes.

Para las gráficas de variación horaria de volumen se escogieron los tramos con mayor flujo vehicular, y de ellos el día más cargado de vehículos.

### **3.2.2. VARIACIÓN DIARIA**

Es la suma total de vehículos que circulan por un determinado tramo, durante una hora determinada, siendo éstas anotadas a través de toda la semana.

Para las gráficas de variación diaria de volumen se escogieron los tramos con mayor flujo vehicular, asimismo como se mencionó anteriormente, se tomaron los datos de los días con mayor flujo vehicular (lunes, martes, viernes y sábado). Asimismo se escogió las horas máximas de volumen de 7.00 – 8.00 am. , 12.00 – 13,00 pm. , 18.00 – 19.00 pm respectivamente.

A continuación presentamos:

- Modelo de hoja de aforo.
- Resumen de resultados.

- Gráficos correspondientes a las series cronológicas de volumen horario y diario.

### MODELO DE HOJA DE AFORO

**ESTUDIO DE AFORO VEHICULAR**

INTERSECCIÓN : Av. Pinto con Av. Vigil

FECHA : \_\_\_\_\_

ESTACIÓN : E-2

AFORADOR : \_\_\_\_\_



CUADRO DE AFORO VEHICULAR									
HORA	AUTOS			ÓMNIBUS			CAMIONES		
	↖	→	↗	↖	→	↗	↖	→	↗
01:00-01:15 p.m.									
01:15-01:30 p.m.									
01:30-01:45 p.m.									
01:45-02:00 p.m.									
02:00-02:15 p.m.									
02:15-02:30 p.m.									
02:30-02:45 p.m.									
02:45-03:00 p.m.									
03:00-03:15 p.m.									
03:15-03:30 p.m.									
03:30-03:45 p.m.									
03:45-04:00 p.m.									
04:00-04:15 p.m.									
04:15-04:30 p.m.									
04:30-04:45 p.m.									
04:45-05:00 p.m.									
05:00-05:15 p.m.									
05:15-05:30 p.m.									
05:30-05:45 p.m.									
05:45-06:00 p.m.									
06:00-06:15 p.m.									
06:15-06:30 p.m.									
06:30-06:45 p.m.									
06:45-07:00 p.m.									
<b>TOTAL</b>									

**RESUMEN DE RESULTADOS (CUADROS RESUMEN DE  
VOLÚMENES)**

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo A-A.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	267	292	107	159	8	8	841
<b>08-09</b>	241	272	98	163	2	4	780
09-10	233	230	75	145	1	2	686
10-11	254	241	84	150	2	4	735
<b>11-12</b>	323	246	108	152	16	6	851
<b>12-13</b>	341	273	115	162	15	5	911
13-14	308	250	100	134	10	3	805
14-15	245	200	77	118	5	6	651
15-16	212	195	82	126	3	3	621
16-17	200	203	90	139	6	2	640
17-18	210	216	92	146	2	1	667
<b>18-19</b>	214	237	99	172	6	4	732
<b>19-20</b>	238	240	103	192	6	7	786
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 706</b>



Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo B-B.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	290	217	33	42	11	3	596
<b>08-09</b>	292	226	26	37	2	4	587
09-10	250	210	21	19	1	2	503
10-11	244	222	22	24	3	5	520
<b>11-12</b>	257	303	35	43	7	16	661
<b>12-13</b>	246	326	43	50	7	7	679
13-14	215	301	29	31	5	6	587
14-15	194	267	31	29	3	5	529
15-16	177	259	24	27	3	4	494
16-17	189	255	22	32	2	7	507
17-18	200	266	35	35	4	2	542
<b>18-19</b>	214	276	45	45	4	8	592
<b>19-20</b>	266	249	58	43	5	7	628
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>7 425</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo C-C.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	249	399	155	107	3	8	921
<b>08-09</b>	239	336	164	98	5	2	844
09-10	233	321	129	93	1	0	777
10-11	240	345	141	95	2	1	824
<b>11-12</b>	241	485	150	108	6	16	1 006
<b>12-13</b>	279	561	159	115	2	15	1 131
13-14	234	412	131	99	0	4	880
14-15	216	376	124	91	3	6	816
15-16	186	325	126	88	1	7	733
16-17	202	336	137	87	1	3	766
17-18	218	340	136	90	2	5	791
<b>18-19</b>	241	355	158	99	3	6	862
<b>19-20</b>	230	391	165	103	4	6	899
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 250</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo D-D.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	321	219	16	3	3	6	568
<b>08-09</b>	293	231	13	3	3	2	545
09-10	234	200	11	2	1	5	453
10-11	267	197	10	4	4	3	485
<b>11-12</b>	431	218	14	4	16	7	690
<b>12-13</b>	500	206	18	8	6	3	741
13-14	338	176	9	5	5	3	536
14-15	341	164	7	3	3	2	520
15-16	268	155	8	4	5	0	440
16-17	300	146	11	3	3	1	464
17-18	333	175	14	2	4	2	530
<b>18-19</b>	378	199	18	4	8	3	610
<b>19-20</b>	369	223	15	3	7	2	619
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>7 201</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo A-A.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	267	219	107	156	8	12	769
<b>08-09</b>	241	280	98	166	2	5	792
09-10	226	200	83	137	1	4	651
10-11	241	198	97	142	4	2	684
<b>11-12</b>	276	212	111	144	15	7	765
<b>12-13</b>	274	219	106	153	11	4	767
13-14	265	193	88	131	6	2	685
14-15	247	187	85	125	3	6	653
15-16	216	156	84	111	4	3	574
16-17	187	199	90	139	2	4	621
17-18	200	210	91	142	2	3	648
<b>18-19</b>	209	229	93	159	6	4	700
<b>19-20</b>	188	216	90	161	3	2	660
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 969</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo B-B.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	215	176	29	40	3	0	463
<b>08-09</b>	215	222	25	39	5	0	506
09-10	202	199	22	31	2	1	457
10-11	211	176	23	38	0	0	448
<b>11-12</b>	222	189	33	47	1	15	507
<b>12-13</b>	242	198	41	47	2	8	538
13-14	236	185	29	44	2	3	499
14-15	223	171	30	40	2	2	468
15-16	218	169	25	38	1	1	452
16-17	220	193	31	37	3	3	487
17-18	245	215	32	40	4	1	537
<b>18-19</b>	299	222	41	38	6	2	608
<b>19-20</b>	314	142	55	40	7	3	561
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 531</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo C-C.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	198	399	153	107	12	8	877
<b>08-09</b>	267	336	168	98	5	2	876
09-10	201	313	138	93	3	1	749
10-11	208	317	141	95	5	3	769
<b>11-12</b>	209	464	144	111	10	15	953
<b>12-13</b>	119	431	150	106	5	11	822
13-14	152	400	129	99	4	6	790
14-15	139	345	126	94	4	4	712
15-16	140	310	127	90	5	4	676
16-17	169	253	122	85	3	3	635
17-18	214	284	134	91	3	4	730
<b>18-19</b>	249	299	145	93	6	6	798
<b>19-20</b>	199	324	132	90	4	3	752
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 139</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo D-D.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	321	171	16	2	0	3	513
<b>08-09</b>	293	178	13	3	0	4	491
09-10	236	173	11	1	1	3	425
10-11	252	184	9	3	1	2	451
<b>11-12</b>	398	221	18	4	12	1	654
<b>12-13</b>	256	253	16	7	7	1	540
13-14	222	208	12	3	4	2	451
14-15	219	198	11	4	1	0	433
15-16	245	200	10	3	3	1	462
16-17	243	205	11	3	3	2	467
17-18	255	221	12	1	1	1	491
<b>18-19</b>	268	275	13	2	0	3	561
<b>19-20</b>	204	271	15	1	1	4	496
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 435</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo A-A.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	270	264	101	155	6	3	799
<b>08-09</b>	249	235	96	151	5	8	744
09-10	222	212	91	124	3	2	654
10-11	243	214	92	143	4	1	697
<b>11-12</b>	253	215	96	146	8	3	721
<b>12-13</b>	236	237	102	164	5	3	747
13-14	208	216	99	144	4	3	674
14-15	192	214	91	140	3	2	642
15-16	136	210	92	136	1	4	579
16-17	123	221	95	147	4	2	592
17-18	129	240	93	151	5	2	620
<b>18-19</b>	130	255	111	163	8	8	675
<b>19-20</b>	236	229	92	155	4	5	721
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 865</b>



Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo B-B.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	196	146	31	41	5	2	421
<b>08-09</b>	220	154	26	45	4	2	451
09-10	215	151	22	40	3	1	432
10-11	219	164	23	39	2	3	450
<b>11-12</b>	244	188	31	41	3	10	517
<b>12-13</b>	248	155	41	45	3	7	499
13-14	241	150	25	42	2	3	463
14-15	222	144	21	29	3	2	421
15-16	221	156	31	32	4	2	446
16-17	233	177	33	33	3	3	482
17-18	256	189	37	38	3	3	526
<b>18-19</b>	292	299	42	42	8	4	687
<b>19-20</b>	240	255	46	31	5	1	578
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 373</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo C-C.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	251	411	158	101	3	6	930
<b>08-09</b>	214	358	151	96	8	5	832
09-10	204	339	133	84	5	5	770
10-11	210	356	128	88	4	3	789
<b>11-12</b>	217	452	146	96	3	8	922
<b>12-13</b>	238	388	162	102	3	5	898
13-14	222	355	141	89	2	3	812
14-15	221	312	140	87	1	4	765
15-16	222	247	142	86	4	3	704
16-17	233	244	142	89	2	3	713
17-18	245	250	144	93	3	4	739
<b>18-19</b>	271	264	150	111	5	8	809
<b>19-20</b>	227	349	128	92	3	4	803

SUB-TOTAL

10 486

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Coronel Mendoza tramo D-D.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	261	157	10	3	0	3	434
<b>08-09</b>	240	176	21	2	0	2	441
09-10	254	184	11	1	1	1	452
10-11	265	199	12	1	1	3	481
<b>11-12</b>	377	236	13	3	8	1	638
<b>12-13</b>	295	237	12	6	6	2	558
13-14	288	210	10	3	1	2	514
14-15	286	201	8	3	3	4	505
15-16	288	200	9	1	2	2	502
16-17	295	215	9	2	2	1	524
17-18	312	228	12	1	3	1	557
<b>18-19</b>	386	261	15	2	3	4	671
<b>19-20</b>	342	212	14	2	0	2	572
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 849</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo A-A.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	365	307	75	115	0	0	862
<b>08-09</b>	351	323	79	121	0	6	880
09-10	342	337	60	114	2	2	857
10-11	340	341	62	117	3	3	866
<b>11-12</b>	363	379	67	124	6	8	947
<b>12-13</b>	336	376	66	139	3	7	927
13-14	331	358	60	128	1	3	881
14-15	318	321	54	123	0	2	818
15-16	317	318	55	118	3	1	812
16-17	329	337	53	127	2	3	851
17-18	344	342	60	138	2	5	891
<b>18-19</b>	366	373	75	133	2	8	957
<b>19-20</b>	320	338	68	142	6	7	881
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 430</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo B-B.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	290	252	55	35	11	6	649
<b>08-09</b>	292	181	77	38	2	6	596
09-10	265	150	71	29	1	3	519
10-11	275	147	70	27	2	0	521
<b>11-12</b>	279	120	85	34	8	2	528
<b>12-13</b>	321	105	78	35	4	7	550
13-14	290	90	69	30	3	4	486
14-15	218	92	65	28	1	3	407
15-16	195	97	60	29	5	2	388
16-17	199	100	67	31	2	2	401
17-18	205	101	68	39	2	1	416
<b>18-19</b>	209	122	73	52	7	3	466
<b>19-20</b>	251	109	69	50	4	5	488
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 415</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo C-C.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	210	369	70	77	8	3	737
<b>08-09</b>	237	338	92	72	8	0	747
09-10	224	318	82	63	5	1	693
10-11	227	314	80	60	6	1	688
<b>11-12</b>	256	326	85	69	10	6	752
<b>12-13</b>	263	290	99	65	9	2	728
13-14	255	258	91	57	3	1	665
14-15	243	251	81	49	1	0	625
15-16	239	255	83	51	4	3	635
16-17	237	263	88	55	2	1	646
17-18	254	274	87	61	4	2	682
<b>18-19</b>	308	325	114	67	6	2	822
<b>19-20</b>	255	309	125	67	8	5	769
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 189</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo D-D.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	378	315	88	80	3	7	871
<b>08-09</b>	295	333	80	97	4	2	811
09-10	211	287	77	87	0	1	663
10-11	208	294	73	82	1	2	660
<b>11-12</b>	226	299	88	98	0	8	719
<b>12-13</b>	216	365	91	95	3	3	773
13-14	210	338	84	90	0	1	723
14-15	193	281	79	75	0	0	628
15-16	175	247	71	71	2	3	569
16-17	177	249	74	77	0	1	578
17-18	184	253	78	82	1	2	600
<b>18-19</b>	202	265	84	94	1	3	649
<b>19-20</b>	205	275	81	84	1	2	648
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 892</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo A-A.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	358	299	80	119	9	7	872
<b>08-09</b>	345	282	79	129	2	6	843
09-10	318	310	60	118	1	3	810
10-11	320	315	61	120	3	5	824
<b>11-12</b>	350	340	64	125	7	9	895
<b>12-13</b>	321	378	69	132	3	7	910
13-14	313	336	65	117	1	3	835
14-15	317	321	57	123	0	2	820
15-16	321	327	55	127	3	4	837
16-17	328	341	59	125	2	3	858
17-18	330	344	63	139	2	5	883
<b>18-19</b>	346	365	72	147	3	9	942
<b>19-20</b>	446	393	72	145	5	6	1 067
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 396</b>



Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo B-B.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	278	240	64	39	6	8	635
<b>08-09</b>	285	168	76	41	6	6	582
09-10	247	172	67	37	3	3	529
10-11	238	177	66	41	4	1	527
<b>11-12</b>	258	192	70	56	0	2	578
<b>12-13</b>	265	211	73	63	4	8	624
13-14	251	157	68	60	1	5	542
14-15	238	134	59	42	2	3	478
15-16	237	107	53	36	2	2	437
16-17	248	99	63	33	3	3	449
17-18	250	103	65	27	1	2	448
<b>18-19</b>	259	108	73	39	8	8	495
<b>19-20</b>	310	105	67	28	3	2	515
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 839</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo C-C.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	172	355	82	82	8	9	708
<b>08-09</b>	171	340	100	71	7	1	690
09-10	189	289	89	62	4	0	633
10-11	186	194	93	65	5	1	544
<b>11-12</b>	228	306	110	66	11	6	727
<b>12-13</b>	288	308	127	69	7	2	801
13-14	276	297	108	60	3	0	744
14-15	245	285	83	52	2	0	667
15-16	229	276	87	57	2	1	652
16-17	234	279	94	55	5	1	668
17-18	233	283	99	61	6	2	684
<b>18-19</b>	255	319	106	67	10	2	759
<b>19-20</b>	288	306	104	71	7	5	781
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 058</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía, tramo D-D.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	396	310	94	80	5	4	889
<b>08-09</b>	310	321	83	97	4	6	821
09-10	273	277	77	80	1	3	711
10-11	275	279	70	79	2	2	707
<b>11-12</b>	287	285	86	83	0	1	742
<b>12-13</b>	317	294	84	89	6	3	793
13-14	298	247	78	83	3	2	711
14-15	245	251	73	77	2	1	649
15-16	217	255	75	80	1	2	630
16-17	195	260	80	83	0	3	621
17-18	199	310	79	85	3	3	679
<b>18-19</b>	224	292	93	91	4	6	710
<b>19-20</b>	207	447	83	82	0	2	821
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 484</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Bolognesi, tramo A-A.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	149	238	30	35	1	2	455
<b>08-09</b>	158	241	37	28	2	3	469
09-10	134	220	21	21	0	1	397
10-11	147	234	27	24	1	1	434
<b>11-12</b>	171	262	29	31	1	4	498
<b>12-13</b>	178	252	35	25	2	3	495
13-14	166	244	30	19	0	2	461
14-15	154	221	26	13	1	2	417
15-16	139	200	22	17	1	1	380
16-17	141	235	28	21	2	1	428
17-18	172	269	33	28	1	3	506
<b>18-19</b>	196	303	43	32	2	4	580
<b>19-20</b>	196	301	45	33	3	5	583
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 103</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Bolognesi, tramo B-B.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	217	326	87	82	2	7	721
<b>08-09</b>	193	340	68	94	1	5	701
09-10	179	320	65	86	0	3	653
10-11	181	327	69	87	1	2	667
<b>11-12</b>	195	363	84	88	2	5	737
<b>12-13</b>	212	367	71	96	4	3	753
13-14	194	348	64	88	2	2	698
14-15	190	335	60	83	2	2	672
15-16	176	332	57	80	1	1	647
16-17	186	356	63	89	1	1	696
17-18	199	388	68	90	1	0	746
<b>18-19</b>	227	407	72	99	6	4	815
<b>19-20</b>	227	401	81	105	5	4	823
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 329</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Bolognesi, tramo C-C.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	269	138	38	38	3	1	487
<b>08-09</b>	301	126	41	34	2	1	505
09-10	278	120	35	23	1	2	459
10-11	284	123	37	28	0	0	472
<b>11-12</b>	348	131	44	41	1	1	566
<b>12-13</b>	347	130	42	35	2	2	558
13-14	298	122	38	29	0	0	487
14-15	290	120	33	28	1	0	472
15-16	279	117	30	30	0	1	457
16-17	277	126	39	31	1	0	474
17-18	300	129	40	34	2	0	505
<b>18-19</b>	376	135	45	43	2	2	603
<b>19-20</b>	389	142	43	36	0	5	615
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 660</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Bolognesi, tramo D-D.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	240	173	49	49	6	2	519
<b>08-09</b>	221	166	55	46	6	2	496
09-10	190	150	40	34	3	0	417
10-11	200	156	43	39	2	2	442
<b>11-12</b>	208	166	50	47	8	2	481
<b>12-13</b>	205	193	50	42	2	4	496
13-14	187	190	44	29	0	3	453
14-15	179	179	44	27	1	1	431
15-16	180	170	40	30	1	1	422
16-17	195	186	45	29	1	0	456
17-18	225	199	49	36	3	3	515
<b>18-19</b>	263	218	52	38	3	3	577
<b>19-20</b>	242	210	57	51	8	2	570
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 275</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo A-A.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	164	142	30	34	10	0	380
<b>08-09</b>	181	327	36	33	5	0	582
09-10	95	125	25	20	2	1	268
10-11	100	64	26	17	4	0	211
<b>11-12</b>	106	101	28	27	8	0	270
<b>12-13</b>	113	73	30	26	4	0	246
13-14	78	58	22	18	2	1	179
14-15	57	46	18	15	0	0	136
15-16	46	66	13	17	0	0	142
16-17	66	76	17	23	1	3	186
17-18	89	102	21	32	1	1	246
<b>18-19</b>	126	161	34	37	2	6	366
<b>19-20</b>	164	171	32	40	2	4	413
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>3 625</b>



Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo B-B.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	705	466	27	50	12	19	1 279
<b>08-09</b>	804	273	14	34	15	10	1 150
09-10	412	186	9	6	9	15	637
10-11	268	193	6	8	8	12	495
<b>11-12</b>	358	215	14	9	13	30	639
<b>12-13</b>	299	308	10	9	15	21	662
13-14	243	267	9	7	10	16	552
14-15	210	242	8	6	9	13	488
15-16	195	211	7	6	10	11	440
16-17	211	264	11	10	9	10	515
17-18	245	295	14	14	11	11	590
<b>18-19</b>	296	388	17	34	15	16	766
<b>19-20</b>	309	396	9	31	13	14	772
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 985</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo C-C.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	141	480	55	28	0	5	709
<b>08-09</b>	136	320	57	35	0	2	550
09-10	46	237	28	22	0	1	334
10-11	57	241	25	19	0	0	342
<b>11-12</b>	69	262	26	29	0	5	391
<b>12-13</b>	69	345	26	28	0	3	471
13-14	58	323	22	18	0	2	423
14-15	56	310	16	17	0	1	400
15-16	50	267	15	17	0	1	350
16-17	62	284	16	14	0	1	377
17-18	85	316	45	24	0	0	470
<b>18-19</b>	124	429	62	32	0	0	647
<b>19-20</b>	114	467	60	31	0	0	672
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 136</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo D-D.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	448	718	19	29	10	17	1 241
<b>08-09</b>	262	460	16	21	30	18	807
09-10	127	344	12	15	15	14	527
10-11	184	363	10	14	17	9	597
<b>11-12</b>	213	373	11	15	21	16	649
<b>12-13</b>	300	332	9	12	17	16	686
13-14	264	321	8	11	12	11	627
14-15	257	316	10	10	10	8	611
15-16	243	264	6	7	13	9	542
16-17	262	277	7	9	13	9	577
17-18	317	280	7	9	12	10	635
<b>18-19</b>	364	300	9	19	14	11	717
<b>19-20</b>	388	323	11	10	19	11	762
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 978</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo A-A.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	147	139	27	39	8	0	360
<b>08-09</b>	162	122	41	41	4	0	370
09-10	99	84	22	17	2	1	225
10-11	84	77	37	20	1	0	219
<b>11-12</b>	121	105	32	27	5	0	290
<b>12-13</b>	112	89	22	30	3	1	257
13-14	89	82	20	18	1	0	210
14-15	77	57	17	15	1	0	167
15-16	55	44	15	17	2	1	134
16-17	70	69	18	20	0	0	177
17-18	11	70	20	22	1	0	124
<b>18-19</b>	124	135	38	29	2	0	328
<b>19-20</b>	132	146	36	42	1	0	357
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>3 218</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo B-B.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	610	440	41	28	10	21	1 150
<b>08-09</b>	630	423	26	20	7	18	1 124
09-10	285	380	10	15	5	10	705
10-11	299	395	13	13	4	7	731
<b>11-12</b>	375	464	18	31	11	23	922
<b>12-13</b>	440	460	22	32	9	18	981
13-14	360	408	15	19	6	12	820
14-15	355	366	10	15	5	8	759
15-16	289	337	5	11	5	7	654
16-17	277	271	3	18	3	1	573
17-18	310	310	6	20	2	4	652
<b>18-19</b>	320	322	10	25	9	2	688
<b>19-20</b>	315	345	8	29	7	3	707
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 466</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo C-C.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	121	77	60	22	1	3	284
<b>08-09</b>	99	92	62	35	0	1	289
09-10	55	45	45	27	0	0	172
10-11	67	49	39	31	1	3	190
<b>11-12</b>	68	80	55	38	1	3	245
<b>12-13</b>	70	88	61	32	2	2	255
13-14	55	76	39	25	0	0	195
14-15	47	50	28	21	0	1	147
15-16	34	44	24	18	2	0	122
16-17	45	34	30	16	0	3	128
17-18	89	58	34	29	2	1	213
<b>18-19</b>	102	79	38	34	3	0	256
<b>19-20</b>	129	82	42	31	2	1	287
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>2 783</b>

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur, tramo D-D.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	430	660	4	44	22	10	1170
<b>08-09</b>	418	664	6	40	13	5	1146
09-10	400	410	2	33	7	7	859
10-11	412	324	4	19	11	9	779
<b>11-12</b>	500	365	11	21	25	5	927
<b>12-13</b>	484	427	7	24	16	8	966
13-14	401	340	6	18	10	3	778
14-15	310	306	3	16	6	4	645
15-16	325	276	5	15	7	6	634
16-17	285	256	11	13	5	8	578
17-18	311	284	7	15	5	5	627
<b>18-19</b>	363	356	10	10	3	7	749
<b>19-20</b>	385	328	9	12	1	8	743
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 601</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo A-A.

Fecha: 14/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	227	208	64	44	8	2	553
<b>08-09</b>	274	265	69	48	3	8	667
09-10	298	244	63	45	1	3	654
10-11	310	233	60	51	0	2	656
<b>11-12</b>	339	237	80	62	4	2	724
<b>12-13</b>	421	278	72	45	1	4	821
13-14	389	218	55	33	0	1	696
14-15	345	213	56	35	1	0	650
15-16	378	233	55	41	2	2	711
16-17	367	251	61	44	1	3	727
17-18	389	288	67	46	3	2	795
<b>18-19</b>	502	305	85	57	2	7	958
<b>19-20</b>	539	299	94	53	3	1	989
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 601</b>



Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo B-B.

Fecha: 14/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	336	200	35	23	15	8	617
<b>08-09</b>	387	315	36	25	13	10	786
09-10	322	322	24	20	9	4	701
10-11	318	318	24	18	19	5	702
<b>11-12</b>	280	341	49	24	22	9	725
<b>12-13</b>	350	323	28	25	22	10	758
13-14	333	310	22	21	14	5	705
14-15	301	289	21	16	10	3	640
15-16	289	292	20	17	14	5	637
16-17	293	310	22	12	18	3	658
17-18	310	341	29	14	17	4	715
<b>18-19</b>	387	393	31	11	20	6	848
<b>19-20</b>	415	402	39	13	59	5	933
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 425</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo C-C.

Fecha: 14/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	134	205	18	37	1	3	398
<b>08-09</b>	164	280	17	40	3	2	506
09-10	133	230	13	27	0	1	404
10-11	140	242	14	31	1	0	428
<b>11-12</b>	181	298	19	52	0	8	558
<b>12-13</b>	195	353	11	42	0	11	612
13-14	150	312	9	38	0	4	513
14-15	147	292	6	33	2	2	482
15-16	144	299	9	31	1	0	484
16-17	178	328	10	37	1	4	558
17-18	188	367	9	41	1	2	608
<b>18-19</b>	230	425	11	46	1	14	727
<b>19-20</b>	220	415	10	42	0	11	698
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 976</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo D-D.

Fecha: 14/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	218	302	21	34	7	18	600
<b>08-09</b>	353	348	37	36	10	9	793
09-10	318	254	22	30	8	8	640
10-11	314	245	21	28	10	4	622
<b>11-12</b>	348	272	28	37	11	18	714
<b>12-13</b>	315	322	28	29	12	10	716
13-14	283	307	20	27	7	8	652
14-15	277	299	14	23	4	4	621
15-16	289	310	17	24	0	7	647
16-17	310	303	15	28	6	4	666
17-18	341	343	21	31	5	4	745
<b>18-19</b>	362	361	26	39	6	9	803
<b>19-20</b>	362	385	15	48	14	20	844
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 063</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo A-A.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	221	189	65	36	6	0	517
<b>08-09</b>	297	237	70	47	0	2	653
09-10	243	221	63	40	1	1	569
10-11	251	218	65	44	1	2	581
<b>11-12</b>	358	227	81	51	4	3	724
<b>12-13</b>	434	232	75	62	1	2	806
13-14	412	219	67	39	0	0	737
14-15	411	217	61	38	2	1	730
15-16	442	234	77	41	1	2	797
16-17	433	241	82	58	3	1	818
17-18	438	285	88	37	1	1	850
<b>18-19</b>	492	302	100	38	1	2	935
<b>19-20</b>	525	319	109	63	2	1	1 019
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 736</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo B-B.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	305	192	23	22	6	9	557
<b>08-09</b>	310	277	26	20	5	9	647
09-10	237	244	18	18	3	0	520
10-11	242	271	17	17	4	3	554
<b>11-12</b>	289	301	20	22	4	4	640
<b>12-13</b>	258	325	23	21	2	1	630
13-14	214	294	19	17	1	0	545
14-15	200	288	13	16	0	1	518
15-16	224	289	12	17	0	0	542
16-17	252	323	11	15	3	1	605
17-18	273	334	14	18	1	1	641
<b>18-19</b>	313	386	20	19	0	2	740
<b>19-20</b>	315	338	20	19	3	2	697
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>7 836</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo C-C.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	124	202	18	38	3	2	387
<b>08-09</b>	155	269	21	42	3	0	490
09-10	123	243	17	31	1	0	415
10-11	143	277	18	29	1	0	468
<b>11-12</b>	162	316	24	53	2	2	559
<b>12-13</b>	176	367	16	43	0	3	605
13-14	142	310	14	32	0	1	499
14-15	145	305	11	38	0	3	502
15-16	153	318	10	24	1	1	507
16-17	183	339	12	41	1	2	578
17-18	175	352	11	36	2	1	577
<b>18-19</b>	234	381	14	55	3	0	687
<b>19-20</b>	225	391	27	63	0	2	708
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 982</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo D-D.

Fecha: 17/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	213	280	19	29	7	11	559
<b>08-09</b>	315	293	20	28	8	5	669
09-10	287	273	14	20	5	2	601
10-11	263	271	16	18	2	1	571
<b>11-12</b>	305	260	26	21	4	5	621
<b>12-13</b>	304	250	29	27	8	0	618
13-14	255	214	17	15	3	0	504
14-15	242	222	18	16	1	1	500
15-16	251	214	17	14	1	3	500
16-17	283	223	16	22	4	0	548
17-18	294	242	18	29	2	1	586
<b>18-19</b>	346	294	17	40	1	0	698
<b>19-20</b>	281	288	32	48	8	6	663
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>7 638</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo A-A.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	238	366	62	68	5	6	745
<b>08-09</b>	278	371	70	65	3	13	800
09-10	289	243	56	58	2	4	652
10-11	319	224	62	55	3	5	668
<b>11-12</b>	327	261	94	77	4	3	766
<b>12-13</b>	429	277	92	61	6	7	872
13-14	314	218	66	49	2	2	651
14-15	333	222	58	47	2	5	667
15-16	324	241	76	51	1	2	695
16-17	354	255	72	53	3	1	738
17-18	419	282	77	68	1	4	851
<b>18-19</b>	512	357	88	73	1	10	1 041
<b>19-20</b>	532	358	103	75	8	3	1 079
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 225</b>



Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo B-B.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	344	281	39	34	18	3	719
<b>08-09</b>	392	279	39	26	14	1	751
09-10	312	242	33	22	7	0	616
10-11	390	240	32	21	12	1	696
<b>11-12</b>	294	280	49	26	26	2	677
<b>12-13</b>	355	322	27	22	23	0	749
13-14	318	271	22	24	12	0	647
14-15	300	274	25	23	8	0	630
15-16	310	275	24	25	10	1	645
16-17	314	289	27	21	8	2	661
17-18	338	292	29	22	10	2	693
<b>18-19</b>	400	361	34	26	30	0	851
<b>19-20</b>	431	375	41	24	22	2	895
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 230</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo C-C.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	283	226	33	37	4	3	586
<b>08-09</b>	264	266	26	41	6	2	605
09-10	144	213	22	31	3	1	414
10-11	153	222	20	33	1	1	430
<b>11-12</b>	177	273	33	54	0	8	545
<b>12-13</b>	164	359	28	48	4	14	617
13-14	123	317	19	41	0	4	504
14-15	118	301	21	44	1	1	486
15-16	117	318	24	32	1	0	492
16-17	131	341	23	36	0	5	536
17-18	184	374	26	40	3	3	630
<b>18-19</b>	260	442	33	49	3	15	802
<b>19-20</b>	296	449	33	50	2	2	832
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>7 479</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, tramo D-D.

Fecha: 20/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	325	317	30	35	3	20	730
<b>08-09</b>	325	343	33	36	3	11	751
09-10	301	289	24	27	1	8	650
10-11	298	287	25	25	1	7	643
<b>11-12</b>	304	290	30	50	4	16	694
<b>12-13</b>	340	332	26	41	1	13	753
13-14	288	310	27	28	0	5	658
14-15	274	284	22	26	1	10	617
15-16	280	288	21	22	0	6	617
16-17	294	294	31	25	2	11	657
17-18	310	301	24	31	0	8	674
<b>18-19</b>	340	372	30	39	1	12	794
<b>19-20</b>	299	630	22	50	2	25	1 028
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 266</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo A-A.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	815	449	358	350	2	22	1 996
<b>08-09</b>	803	456	331	328	4	25	1 947
09-10	734	411	301	320	2	17	1 785
10-11	721	418	310	322	1	15	1 787
<b>11-12</b>	737	414	312	321	4	21	1 809
<b>12-13</b>	737	413	307	316	8	19	1 800
13-14	702	388	284	304	3	12	1 693
14-15	683	352	268	294	3	10	1 610
15-16	682	329	276	299	1	11	1 598
16-17	701	360	265	310	1	13	1 650
17-18	712	381	266	283	3	10	1 655
<b>18-19</b>	761	467	277	329	4	20	1 858
<b>19-20</b>	672	411	249	276	2	21	1 631
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>22 819</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo B-B.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	510	662	22	48	31	26	1 299
<b>08-09</b>	495	656	22	45	24	26	1 268
09-10	447	612	15	33	15	20	1 142
10-11	451	603	16	31	13	17	1 131
<b>11-12</b>	473	588	23	39	19	22	1 164
<b>12-13</b>	485	613	20	41	19	20	1 198
13-14	463	588	16	36	11	14	1 128
14-15	424	523	12	24	10	9	1 002
15-16	422	531	11	22	8	10	1 004
16-17	438	527	18	28	10	8	1 029
17-18	441	538	27	30	13	14	1 063
<b>18-19</b>	477	641	30	41	22	24	1 235
<b>19-20</b>	434	557	29	35	18	24	1 097
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>14 760</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo C-C.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	545	669	376	38	17	6	1 651
<b>08-09</b>	549	649	355	351	20	8	1 932
09-10	477	571	331	312	11	3	1 705
10-11	468	582	337	317	12	5	1 721
<b>11-12</b>	497	602	345	333	17	11	1 805
<b>12-13</b>	490	594	345	331	18	11	1 789
13-14	455	568	328	318	10	7	1 686
14-15	435	536	323	288	8	5	1 595
15-16	451	544	321	242	9	6	1 573
16-17	482	561	322	249	11	8	1 633
17-18	476	545	341	252	8	6	1 628
<b>18-19</b>	590	618	348	298	13	11	1 878
<b>19-20</b>	485	559	285	265	13	7	1 614
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>22 210</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo D-D.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	713	803	95	72	39	34	1 756
<b>08-09</b>	715	801	87	71	40	27	1 741
09-10	634	750	62	47	23	22	1 538
10-11	628	752	66	56	31	19	1 552
<b>11-12</b>	657	760	81	68	35	20	1 621
<b>12-13</b>	684	776	84	68	29	22	1 663
13-14	623	755	71	54	23	18	1 544
14-15	621	728	68	48	21	21	1 507
15-16	603	703	64	35	22	17	1 444
16-17	618	717	69	64	18	19	1 505
17-18	615	743	70	55	22	20	1 525
<b>18-19</b>	668	770	82	69	39	22	1 650
<b>19-20</b>	623	687	72	60	37	16	1 495
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>20 541</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo A-A.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	699	400	347	327	6	19	1 798
<b>08-09</b>	698	417	328	323	5	23	1 794
09-10	645	380	275	304	3	13	1 620
10-11	642	382	278	307	3	12	1 624
<b>11-12</b>	662	397	291	323	10	22	1 705
<b>12-13</b>	677	401	327	308	5	22	1 740
13-14	635	387	312	290	3	10	1 637
14-15	627	353	248	284	2	14	1 528
15-16	629	355	233	278	5	13	1 513
16-17	638	371	237	281	2	15	1 544
17-18	643	377	241	288	4	14	1 567
<b>18-19</b>	662	412	250	313	6	24	1 667
<b>19-20</b>	651	408	231	321	7	23	1 641
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>21 378</b>



Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo B-B.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	504	608	25	46	23	26	1 232
<b>08-09</b>	516	611	28	43	22	23	1 243
09-10	432	541	22	31	14	16	1 056
10-11	443	548	20	32	11	18	1 072
<b>11-12</b>	487	582	27	39	20	27	1 182
<b>12-13</b>	494	594	24	38	20	22	1 192
13-14	429	570	21	30	12	20	1 082
14-15	418	527	18	27	14	15	1 019
15-16	413	522	14	22	16	11	998
16-17	436	536	17	21	10	9	1 029
17-18	462	562	20	26	13	14	1 097
<b>18-19</b>	507	590	22	37	19	24	1 199
<b>19-20</b>	510	570	28	34	20	21	1 183
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>14 584</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo C-C.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	501	581	320	364	17	6	1 789
<b>08-09</b>	494	585	319	347	20	7	1 772
09-10	431	518	302	304	11	3	1 569
10-11	438	509	300	310	10	3	1 570
<b>11-12</b>	478	527	314	312	24	11	1 666
<b>12-13</b>	475	545	303	348	24	8	1 703
13-14	461	522	267	314	14	4	1 582
14-15	429	483	245	289	7	3	1 456
15-16	422	488	244	235	10	2	1 401
16-17	437	490	251	239	12	5	1 434
17-18	481	502	267	251	13	3	1 517
<b>18-19</b>	515	543	309	269	23	6	1 665
<b>19-20</b>	519	518	317	245	23	9	1631
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>20 755</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, tramo D-D.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	690	805	82	37	33	28	1 675
<b>08-09</b>	699	794	80	42	32	26	1 673
09-10	633	727	69	32	26	24	1 511
10-11	631	724	67	30	20	22	1 494
<b>11-12</b>	648	769	81	39	32	26	1 595
<b>12-13</b>	674	780	74	34	31	28	1 621
13-14	658	731	70	27	24	23	1 533
14-15	620	670	56	21	18	15	1 400
15-16	599	673	59	24	22	18	1 395
16-17	603	729	61	22	20	16	1 451
17-18	618	744	64	28	21	17	1 492
<b>18-19</b>	661	800	75	37	29	23	1 625
<b>19-20</b>	630	814	68	44	31	28	1 615
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>20 080</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo A-A.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	450	232	48	56	8	0	794
<b>08-09</b>	333	202	56	37	4	0	632
09-10	234	134	36	23	3	3	433
10-11	222	141	41	25	4	1	434
<b>11-12</b>	265	151	46	25	10	0	497
<b>12-13</b>	221	157	55	29	11	0	473
13-14	197	134	50	22	6	2	411
14-15	186	122	39	15	2	1	365
15-16	159	110	22	16	5	1	313
16-17	199	153	17	22	5	0	396
17-18	265	182	36	20	6	1	510
<b>18-19</b>	289	197	49	23	8	0	566
<b>19-20</b>	237	206	46	27	9	0	525
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 349</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo B-B.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	470	501	11	30	9	25	1 046
<b>08-09</b>	413	470	15	28	10	15	951
09-10	234	232	12	23	7	10	518
10-11	256	242	17	22	11	7	555
<b>11-12</b>	283	260	30	24	35	15	647
<b>12-13</b>	622	274	35	20	5	11	967
13-14	577	245	21	15	5	8	871
14-15	567	212	11	17	6	8	821
15-16	455	206	6	29	12	3	711
16-17	463	198	8	44	6	6	725
17-18	513	312	8	63	7	6	909
<b>18-19</b>	540	429	11	90	14	6	1 090
<b>19-20</b>	460	479	15	75	10	4	1 043
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 854</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo C-C.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	265	305	77	45	0	5	697
<b>08-09</b>	189	300	55	43	0	2	589
09-10	134	201	23	22	0	1	381
10-11	102	147	27	26	0	5	307
<b>11-12</b>	120	163	26	49	0	5	363
<b>12-13</b>	154	143	30	50	0	10	387
13-14	143	134	16	45	0	3	341
14-15	135	128	15	35	0	1	314
15-16	127	113	13	31	0	3	287
16-17	152	163	19	25	0	0	359
17-18	174	183	20	43	0	3	423
<b>18-19</b>	191	201	23	46	0	5	466
<b>19-20</b>	195	152	29	41	0	5	422
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>5 336</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo D-D.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	550	570	15	15	26	4	1 180
<b>08-09</b>	389	385	10	28	15	3	830
09-10	231	333	11	17	5	3	600
10-11	261	341	13	12	7	1	635
<b>11-12</b>	265	346	29	14	15	5	674
<b>12-13</b>	268	685	19	20	11	7	1 010
13-14	241	563	16	18	4	4	846
14-15	217	452	12	16	2	8	707
15-16	195	345	31	17	5	6	599
16-17	253	424	62	20	10	7	776
17-18	344	622	75	25	4	2	1 072
<b>18-19</b>	456	649	91	34	6	3	1 239
<b>19-20</b>	487	542	85	41	4	5	1 164
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 332</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo A-A.

Fecha: 18/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	496	733	42	60	4	0	1 335
<b>08-09</b>	317	634	56	39	4	0	1 050
09-10	214	422	39	33	2	1	711
10-11	167	314	23	24	4	0	532
<b>11-12</b>	172	381	26	29	7	1	616
<b>12-13</b>	240	670	42	28	4	18	1 002
13-14	216	574	35	21	2	5	853
14-15	185	411	17	15	1	2	631
15-16	179	375	25	22	1	1	603
16-17	199	474	36	18	3	4	734
17-18	217	518	41	26	5	1	808
<b>18-19</b>	250	629	46	29	11	0	965
<b>19-20</b>	149	732	48	30	8	0	967
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 807</b>



Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo B-B.

Fecha: 18/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	534	390	12	36	25	28	1 025
<b>08-09</b>	525	487	16	24	10	28	1 090
09-10	276	312	11	10	2	12	623
10-11	255	242	7	9	4	5	522
<b>11-12</b>	302	256	5	14	3	16	596
<b>12-13</b>	636	486	15	12	18	33	1 200
13-14	512	364	12	7	10	15	920
14-15	426	341	9	6	5	11	798
15-16	355	235	5	6	7	8	616
16-17	473	256	10	5	2	9	755
17-18	515	398	9	7	5	4	938
<b>18-19</b>	547	459	11	9	2	12	1 040
<b>19-20</b>	638	476	13	4	5	3	1 139
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 262</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo C-C.

Fecha: 18/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	363	285	82	40	0	2	772
<b>08-09</b>	271	188	58	46	0	1	564
09-10	119	110	24	16	0	0	269
10-11	125	118	27	21	0	2	293
<b>11-12</b>	130	123	32	23	0	4	312
<b>12-13</b>	154	154	32	37	0	3	380
13-14	132	122	20	22	0	0	296
14-15	110	101	16	14	0	0	241
15-16	99	93	12	12	0	1	217
16-17	105	98	14	16	0	1	234
17-18	137	114	15	24	0	2	292
<b>18-19</b>	151	149	29	37	0	3	369
<b>19-20</b>	156	144	28	41	0	1	370
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>4 609</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo D-D.

Fecha: 18/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	300	731	14	14	28	27	1 114
<b>08-09</b>	401	620	5	26	28	13	1 093
09-10	243	440	3	12	12	4	714
10-11	251	315	4	8	15	1	594
<b>11-12</b>	256	358	10	7	16	5	652
<b>12-13</b>	475	663	8	20	33	1	1 200
13-14	385	515	7	11	14	0	932
14-15	327	474	4	12	18	0	835
15-16	278	387	5	8	5	3	686
16-17	317	404	3	9	8	5	746
17-18	425	512	5	13	6	1	962
<b>18-19</b>	452	638	8	18	12	10	1 138
<b>19-20</b>	478	732	4	18	3	12	1 247
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 913</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo A-A.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	208	231	35	21	7	0	502
<b>08-09</b>	238	183	38	28	8	0	495
09-10	145	142	22	11	2	1	323
10-11	123	134	20	15	5	1	298
<b>11-12</b>	174	173	33	37	4	4	425
<b>12-13</b>	210	240	23	24	3	0	500
13-14	174	196	17	21	3	1	412
14-15	163	153	18	16	6	0	356
15-16	143	145	15	12	1	0	316
16-17	122	135	12	11	3	2	285
17-18	145	143	16	17	1	1	323
<b>18-19</b>	165	190	22	25	5	0	407
<b>19-20</b>	151	158	31	25	4	0	369
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>5 011</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo B-B.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	474	443	9	11	9	0	946
<b>08-09</b>	374	522	15	8	10	0	929
09-10	322	243	12	12	6	7	602
10-11	353	312	11	8	6	3	693
<b>11-12</b>	375	354	20	12	5	4	770
<b>12-13</b>	595	366	12	10	11	6	1 000
13-14	413	311	11	8	5	2	750
14-15	314	294	8	7	6	4	633
15-16	245	333	10	8	4	2	602
16-17	353	453	12	8	1	2	829
17-18	437	514	4	5	4	1	965
<b>18-19</b>	551	658	30	11	15	0	1 265
<b>19-20</b>	531	543	6	4	9	0	1 093
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 077</b>

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo C-C.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	474	138	9	33	9	2	665
<b>08-09</b>	374	162	15	37	10	2	600
09-10	253	114	6	20	6	1	400
10-11	272	145	8	18	3	1	447
<b>11-12</b>	375	138	20	32	5	5	575
<b>12-13</b>	645	173	12	23	11	8	872
13-14	473	151	10	19	8	1	662
14-15	384	126	6	16	5	3	540
15-16	323	99	7	15	6	2	452
16-17	452	87	4	12	6	5	566
17-18	520	100	12	18	10	0	660
<b>18-19</b>	551	111	30	20	15	2	729
<b>19-20</b>	531	164	6	31	9	2	743

SUB-TOTAL

7 911

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur, tramo D-D.

Fecha: 21/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	430	520	11	11	0	14	986
<b>08-09</b>	500	428	8	16	0	16	968
09-10	324	354	5	6	1	7	697
10-11	245	328	6	5	0	8	592
<b>11-12</b>	369	400	12	6	4	4	795
<b>12-13</b>	400	651	9	12	6	12	1 090
13-14	385	513	7	7	3	4	919
14-15	329	463	5	4	1	2	804
15-16	315	353	4	4	1	1	678
16-17	285	464	4	5	0	6	764
17-18	304	524	9	12	3	3	855
<b>18-19</b>	359	602	10	31	0	18	1 020
<b>19-20</b>	563	637	4	8	0	11	1 223
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>11 391</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo A-A.

Fecha: 24/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	601	716	31	88	21	12	1 469
<b>08-09</b>	631	720	31	98	18	15	1 513
09-10	620	700	27	90	19	13	1 469
10-11	612	708	28	84	21	10	1 463
<b>11-12</b>	614	711	28	86	25	10	1 474
<b>12-13</b>	614	718	32	88	25	15	1 492
13-14	600	678	25	81	20	12	1 416
14-15	573	650	20	77	22	13	1 355
15-16	587	644	24	71	27	10	1 363
16-17	590	666	22	79	29	10	1 396
17-18	624	708	25	86	31	12	1 486
<b>18-19</b>	651	733	26	97	34	13	1 554
<b>19-20</b>	658	737	36	83	28	16	1 558
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>19 008</b>



Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo B-B.

Fecha: 24/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	0	431	0	224	0	22	677
<b>08-09</b>	0	452	0	227	0	18	697
09-10	0	434	0	220	0	12	666
10-11	0	441	0	221	0	10	672
<b>11-12</b>	0	443	0	227	0	26	696
<b>12-13</b>	0	451	0	224	0	25	700
13-14	0	436	0	222	0	17	675
14-15	0	432	0	215	0	12	659
15-16	0	426	0	219	0	16	661
16-17	0	429	0	224	0	18	671
17-18	0	435	0	229	0	27	691
<b>18-19</b>	0	458	0	230	0	29	717
<b>19-20</b>	0	490	0	229	0	18	737
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 919</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo C-C.

Fecha: 24/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	894	550	150	21	23	13	1 651
<b>08-09</b>	892	571	160	23	23	11	1 680
09-10	875	534	134	20	16	10	1 589
10-11	879	545	138	21	19	12	1 614
<b>11-12</b>	890	563	141	23	20	15	1 652
<b>12-13</b>	892	550	146	23	30	10	1 651
13-14	856	521	141	20	17	9	1 564
14-15	850	514	136	18	19	8	1 545
15-16	857	498	132	16	12	10	1 525
16-17	867	499	128	15	18	11	1 538
17-18	891	528	138	18	21	12	1 608
<b>18-19</b>	906	597	158	23	27	15	1 726
<b>19-20</b>	908	595	149	30	28	14	1 724
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>21 067</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo D-D.

Fecha: 24/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	453	251	228	76	15	12	1 035
<b>08-09</b>	461	241	238	81	12	9	1 042
09-10	445	225	231	77	11	7	996
10-11	451	239	229	70	10	8	1 007
<b>11-12</b>	456	243	239	72	17	11	1 038
<b>12-13</b>	452	239	228	71	11	16	1 017
13-14	432	215	220	56	9	12	944
14-15	436	213	214	67	5	10	945
15-16	426	207	211	65	7	11	927
16-17	441	218	219	69	7	11	965
17-18	457	226	232	71	9	12	1 007
<b>18-19</b>	476	245	245	79	10	14	1 069
<b>19-20</b>	505	249	240	73	5	13	1 085
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>13 077</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo A-A.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	671	612	28	96	23	22	1 452
<b>08-09</b>	687	606	34	95	16	26	1 464
09-10	666	600	16	90	12	14	1 398
10-11	650	548	19	92	19	17	1 345
<b>11-12</b>	656	592	28	96	25	23	1 420
<b>12-13</b>	681	596	28	86	21	24	1 436
13-14	657	589	21	90	19	20	1 396
14-15	640	548	20	88	20	17	1 333
15-16	644	562	16	82	18	16	1 338
16-17	666	581	19	78	18	18	1 380
17-18	689	601	25	93	20	20	1 448
<b>18-19</b>	710	621	33	104	20	25	1 513
<b>19-20</b>	308	632	33	116	19	27	1 135
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>18 058</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo B-B.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	0	481	0	239	0	26	746
<b>08-09</b>	0	506	0	237	0	25	768
09-10	0	456	0	214	0	14	684
10-11	0	463	0	218	0	20	701
<b>11-12</b>	0	464	0	232	0	25	721
<b>12-13</b>	0	477	0	227	0	21	725
13-14	0	462	0	220	0	16	698
14-15	0	434	0	167	0	12	613
15-16	0	426	0	178	0	11	615
16-17	0	437	0	198	0	17	652
17-18	0	489	0	225	0	19	733
<b>18-19</b>	0	512	0	247	0	25	784
<b>19-20</b>	0	517	0	230	0	24	771
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 211</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo C-C.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	750	614	158	23	31	17	1 593
<b>08-09</b>	765	628	158	31	28	12	1 622
09-10	723	579	142	18	20	9	1 491
10-11	732	583	144	20	33	10	1 522
<b>11-12</b>	738	603	165	23	31	18	1 578
<b>12-13</b>	747	630	147	28	28	17	1 597
13-14	713	558	132	23	23	10	1 459
14-15	683	582	130	16	22	10	1 443
15-16	699	599	145	18	25	11	1 497
16-17	705	616	143	24	22	14	1 524
17-18	735	624	159	27	27	16	1 588
<b>18-19</b>	782	647	167	33	32	20	1 681
<b>19-20</b>	795	662	181	39	38	15	1 730
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>20 325</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez, tramo D-D.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	505	219	248	76	29	18	1 095
<b>08-09</b>	526	239	252	72	33	14	1 136
09-10	476	200	226	70	20	12	1 004
10-11	480	212	229	68	21	13	1 023
<b>11-12</b>	484	219	240	82	23	13	1 061
<b>12-13</b>	509	234	238	72	29	14	1 096
13-14	498	220	230	69	20	12	1 049
14-15	467	195	214	69	19	10	974
15-16	485	199	225	71	20	9	1 009
16-17	498	212	231	72	21	12	1 046
17-18	517	227	239	77	23	13	1 096
<b>18-19</b>	551	243	258	84	36	16	1 188
<b>19-20</b>	557	249	260	89	30	21	1 206
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>13 983</b>

Intersección: Av. Leguía - Av. Hipólito Unanue, tramo A-A.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	942	431	44	7	21	3	1 448
<b>08-09</b>	740	343	24	4	12	1	1 124
09-10	724	300	20	6	11	0	1 061
10-11	700	311	12	4	6	0	1 033
<b>11-12</b>	806	384	36	8	13	3	1 250
<b>12-13</b>	1045	469	47	6	19	1	1 587
13-14	877	458	39	4	10	0	1 388
14-15	768	400	23	5	8	0	1 204
15-16	458	384	22	3	2	1	870
16-17	367	390	14	4	5	1	781
17-18	403	400	21	2	3	1	830
<b>18-19</b>	450	543	34	5	0	6	1 038
<b>19-20</b>	562	402	45	2	0	3	1 014
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>14 628</b>



Intersección: Av. Leguía - Av. Hipólito Unanue, tramo B-B.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	563	787	13	97	9	8	1 477
<b>08-09</b>	451	669	9	70	5	4	1 208
09-10	420	646	4	64	3	3	1 140
10-11	444	622	6	60	4	1	1 137
<b>11-12</b>	614	769	9	85	6	13	1 496
<b>12-13</b>	757	977	6	103	3	22	1 868
13-14	699	868	5	98	1	10	1 681
14-15	678	773	5	73	3	8	1 540
15-16	648	614	2	45	3	5	1 317
16-17	724	323	6	67	1	5	1 126
17-18	700	519	5	76	6	6	1 312
<b>18-19</b>	966	529	13	85	14	8	1 615
<b>19-20</b>	443	639	6	94	9	10	1 201
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>18 118</b>

Intersección: Av. Leguía - Av. Hipólito Unanue, tramo C-C.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	0	352	0	14	0	8	374
<b>08-09</b>	0	244	0	8	0	5	257
09-10	0	233	0	5	0	4	242
10-11	0	218	0	7	0	1	226
<b>11-12</b>	0	264	0	14	0	2	280
<b>12-13</b>	0	308	0	20	0	7	335
13-14	0	300	0	15	0	4	319
14-15	0	217	0	12	0	6	235
15-16	0	222	0	11	0	3	236
16-17	0	253	0	9	0	2	264
17-18	0	249	0	5	0	0	254
<b>18-19</b>	0	260	0	7	0	1	268
<b>19-20</b>	0	242	0	10	0	0	252
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>3 542</b>

Intersección: Av. Leguía - Av. Hipólito Unanue, tramo D-D.

Fecha: 28/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	275	210	67	6	7	18	583
<b>08-09</b>	257	192	54	5	3	10	521
09-10	225	168	45	2	1	3	444
10-11	278	198	54	1	3	6	540
<b>11-12</b>	345	348	63	1	6	7	770
<b>12-13</b>	364	322	76	0	14	6	782
13-14	324	287	63	1	5	2	682
14-15	307	264	55	1	2	8	637
15-16	279	234	34	1	0	3	551
16-17	285	264	44	4	5	2	604
17-18	315	368	53	2	3	4	745
<b>18-19</b>	369	453	58	8	9	8	905
<b>19-20</b>	461	483	59	4	10	6	1 023
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>8 787</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Pinto, tramo A-A.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	475	316	108	147	6	12	1 064
<b>08-09</b>	468	298	95	170	2	11	1 044
09-10	415	310	77	142	1	8	953
10-11	417	295	79	144	1	4	940
<b>11-12</b>	430	391	101	154	4	26	1 106
<b>12-13</b>	436	327	81	165	2	26	1 037
13-14	408	320	68	150	0	13	959
14-15	379	314	57	147	0	5	902
15-16	360	316	58	144	1	7	886
16-17	391	335	60	151	2	10	949
17-18	388	367	62	158	1	6	982
<b>18-19</b>	449	395	64	190	1	16	1 115
<b>19-20</b>	370	336	75	169	3	16	969

SUB-TOTAL

12 906

Intersección: Av. Leguía-Av. Pinto, tramo B-B.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	431	560	128	218	2	23	1 362
<b>08-09</b>	456	648	159	240	5	20	1 528
09-10	414	631	134	228	2	14	1 423
10-11	421	633	130	224	1	13	1 422
<b>11-12</b>	447	707	144	246	3	16	1 563
<b>12-13</b>	501	676	184	226	6	27	1 620
13-14	478	644	158	210	1	13	1 504
14-15	462	522	151	189	3	10	1 337
15-16	458	527	144	187	2	7	1 325
16-17	455	589	147	199	3	12	1 405
17-18	489	604	158	205	2	11	1 469
<b>18-19</b>	551	660	186	253	6	17	1 673
<b>19-20</b>	491	552	146	200	2	30	1 421
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>19 052</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Pinto, tramo C-C.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	240	765	48	20	33	2	1 108
<b>08-09</b>	187	497	48	17	28	3	780
09-10	165	401	39	15	29	1	650
10-11	159	405	42	15	27	0	648
<b>11-12</b>	225	420	73	18	38	1	775
<b>12-13</b>	140	430	60	16	48	1	695
13-14	127	416	54	15	31	0	643
14-15	118	368	51	14	22	0	573
15-16	119	362	48	17	25	0	571
16-17	142	372	50	16	27	1	608
17-18	184	412	54	20	26	2	698
<b>18-19</b>	205	471	68	30	30	1	805
<b>19-20</b>	182	422	60	31	44	2	741
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>9 295</b>

Intersección: Av. Leguía-Av. Pinto, tramo D-D.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	635	412	216	105	2	3	1 373
<b>08-09</b>	777	446	240	99	2	1	1 565
09-10	804	450	198	78	1	0	1 531
10-11	829	467	190	77	1	2	1 566
<b>11-12</b>	980	480	222	120	3	3	1 808
<b>12-13</b>	940	543	206	119	3	3	1 814
13-14	913	528	200	102	1	2	1 746
14-15	843	520	184	68	2	1	1 618
15-16	804	511	187	65	1	1	1 569
16-17	729	522	188	73	1	3	1 516
17-18	841	529	192	77	1	2	1 642
<b>18-19</b>	865	567	230	85	2	3	1 752
<b>19-20</b>	747	513	190	74	2	2	1 528
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>21 028</b>

Intersección: Av. Bolognesi- Calle Arica, tramo A-A.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	503	0	35	0	2	0	540
<b>08-09</b>	395	0	31	0	3	0	429
09-10	331	0	12	0	1	0	344
10-11	329	0	10	0	1	0	340
<b>11-12</b>	359	0	11	0	3	0	373
<b>12-13</b>	515	0	23	0	2	0	540
13-14	344	0	12	0	1	0	357
14-15	328	0	13	0	0	0	341
15-16	350	0	13	0	1	0	364
16-17	450	0	17	0	1	0	468
17-18	462	0	20	0	1	0	483
<b>18-19</b>	615	0	42	0	2	0	659
<b>19-20</b>	540	0	39	0	1	0	580
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>5 818</b>



Intersección: Av. Bolognesi- Calle Arica, tramo B-B.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	672	492	219	218	8	9	1 618
<b>08-09</b>	646	522	219	199	3	8	1 597
09-10	523	584	202	145	3	5	1 462
10-11	534	601	208	157	5	10	1 515
<b>11-12</b>	551	675	204	171	12	19	1 632
<b>12-13</b>	579	762	210	177	9	19	1 756
13-14	540	673	201	162	5	7	1 588
14-15	518	602	192	166	2	12	1 492
15-16	512	524	145	170	4	10	1 365
16-17	528	549	164	173	5	8	1 427
17-18	533	538	177	179	3	9	1 439
<b>18-19</b>	572	554	191	189	9	20	1 535
<b>19-20</b>	602	569	214	163	5	11	1 564
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>19 990</b>

Intersección: Av. Bolognesi- Calle Arica, tramo C-C.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	223	602	66	75	0	8	974
<b>08-09</b>	254	489	63	64	0	5	875
09-10	201	429	45	53	0	7	735
10-11	218	421	49	55	0	7	750
<b>11-12</b>	259	431	60	60	0	10	820
<b>12-13</b>	222	549	62	57	0	11	901
13-14	189	425	51	46	0	8	719
14-15	172	418	45	45	0	4	684
15-16	177	413	39	47	0	5	681
16-17	182	432	41	50	0	3	708
17-18	180	479	43	53	0	7	762
<b>18-19</b>	185	601	51	65	0	5	907
<b>19-20</b>	242	565	45	64	0	8	924
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 440</b>

Intersección: Av. Bolognesi- Calle Arica, tramo D-D.

Fecha: 16/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	565	712	239	248	19	5	1 788
<b>08-09</b>	548	702	230	251	14	3	1 748
09-10	470	587	218	213	15	3	1 506
10-11	465	594	215	217	18	4	1 513
<b>11-12</b>	477	599	232	228	39	12	1 587
<b>12-13</b>	513	636	219	241	47	6	1 662
13-14	506	608	210	234	21	4	1 583
14-15	511	597	211	211	22	1	1 553
15-16	516	599	211	208	19	4	1 557
16-17	521	606	207	210	25	2	1 571
17-18	527	612	209	214	21	3	1 586
<b>18-19</b>	546	622	231	213	28	7	1 647
<b>19-20</b>	555	629	207	230	25	3	1 649
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>20 950</b>

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo A-A.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	599	0	267	0	2	0	868
<b>08-09</b>	591	0	236	0	1	0	828
09-10	577	0	221	0	0	0	798
10-11	570	0	218	0	0	0	788
<b>11-12</b>	593	0	230	0	1	0	824
<b>12-13</b>	599	0	239	0	2	0	840
13-14	555	0	219	0	0	0	774
14-15	547	0	214	0	1	0	762
15-16	561	0	234	0	1	0	796
16-17	562	0	233	0	0	0	795
17-18	573	0	242	0	2	0	817
<b>18-19</b>	596	0	251	0	1	0	848
<b>19-20</b>	595	0	228	0	2	0	825
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 563</b>

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo B-B.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	526	650	106	330	3	4	1 619
<b>08-09</b>	531	590	94	312	3	12	1 542
09-10	449	584	71	300	1	5	1 410
10-11	487	573	78	299	1	3	1 441
<b>11-12</b>	494	591	100	305	4	2	1 496
<b>12-13</b>	631	701	140	301	1	10	1 784
13-14	512	622	119	284	3	1	1 541
14-15	504	514	101	287	1	4	1 411
15-16	499	528	89	268	2	1	1 387
16-17	527	573	99	262	2	2	1 465
17-18	541	566	101	249	4	4	1 465
<b>18-19</b>	592	581	114	313	4	10	1 614
<b>19-20</b>	609	625	115	248	5	3	1 605
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>19 780</b>

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo C-C.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	0	534	0	24	0	2	560
<b>08-09</b>	0	441	0	19	0	2	462
09-10	0	427	0	15	0	1	443
10-11	0	458	0	14	0	1	473
<b>11-12</b>	0	502	0	19	0	0	521
<b>12-13</b>	0	464	0	20	0	2	486
13-14	0	441	0	18	0	1	460
14-15	0	428	0	10	0	1	439
15-16	0	431	0	11	0	1	443
16-17	0	492	0	13	0	1	506
17-18	0	501	0	15	0	2	518
<b>18-19</b>	0	523	0	17	0	1	541
<b>19-20</b>	0	481	0	18	0	3	502
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 354</b>

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo D-D.

Fecha: 23/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	476	423	310	277	3	2	1 491
<b>08-09</b>	397	489	297	284	12	2	1 481
09-10	414	409	281	267	5	1	1 377
10-11	411	410	272	271	2	1	1 367
<b>11-12</b>	423	417	293	279	0	2	1 414
<b>12-13</b>	511	582	283	313	9	1	1 699
13-14	489	524	278	300	7	1	1 599
14-15	415	481	234	298	4	1	1 433
15-16	401	479	229	256	2	2	1 369
16-17	411	472	243	276	4	1	1 407
17-18	418	501	246	278	3	1	1 447
<b>18-19</b>	412	496	301	287	10	4	1 510
<b>19-20</b>	444	543	230	304	3	4	1 528
<b>SUB-TOTAL</b>							19 122

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo A-A.

Fecha: 25/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	585	0	265	0	1	0	851
<b>08-09</b>	571	0	233	0	1	0	805
09-10	566	0	229	0	2	0	797
10-11	560	0	214	0	0	0	774
<b>11-12</b>	583	0	231	0	2	0	816
<b>12-13</b>	594	0	239	0	1	0	834
13-14	571	0	234	0	1	0	806
14-15	534	0	218	0	0	0	752
15-16	549	0	233	0	1	0	783
16-17	560	0	231	0	2	0	793
17-18	577	0	238	0	1	0	816
<b>18-19</b>	595	0	247	0	2	0	844
<b>19-20</b>	590	0	230	0	2	0	822
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>10 493</b>



Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo B-B.

Fecha: 25/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	663	642	107	290	2	3	1 707
<b>08-09</b>	537	591	88	302	4	7	1 529
09-10	462	566	90	278	1	4	1 401
10-11	469	560	91	277	2	1	1 400
<b>11-12</b>	471	575	96	294	4	3	1 443
<b>12-13</b>	589	689	125	300	4	8	1 715
13-14	528	631	108	293	0	4	1 564
14-15	514	622	100	264	2	3	1 505
15-16	520	509	83	247	1	3	1 363
16-17	528	528	87	261	4	5	1 413
17-18	588	533	84	256	2	3	1 466
<b>18-19</b>	616	562	91	305	3	6	1 583
<b>19-20</b>	599	620	95	254	1	2	1 571
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>19 660</b>

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo C-C.

Fecha: 25/05/16

HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	0	525	0	20	0	1	546
<b>08-09</b>	0	450	0	17	0	0	467
09-10	0	438	0	11	0	0	449
10-11	0	430	0	12	0	1	443
<b>11-12</b>	0	499	0	15	0	1	515
<b>12-13</b>	0	467	0	18	0	1	486
13-14	0	431	0	16	0	0	447
14-15	0	426	0	10	0	1	437
15-16	0	439	0	11	0	0	450
16-17	0	501	0	11	0	2	514
17-18	0	513	0	12	0	1	526
<b>18-19</b>	0	530	0	16	0	2	548
<b>19-20</b>	0	503	0	17	0	1	521
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>6 349</b>

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli, tramo D-D.

Fecha: 25/05/16

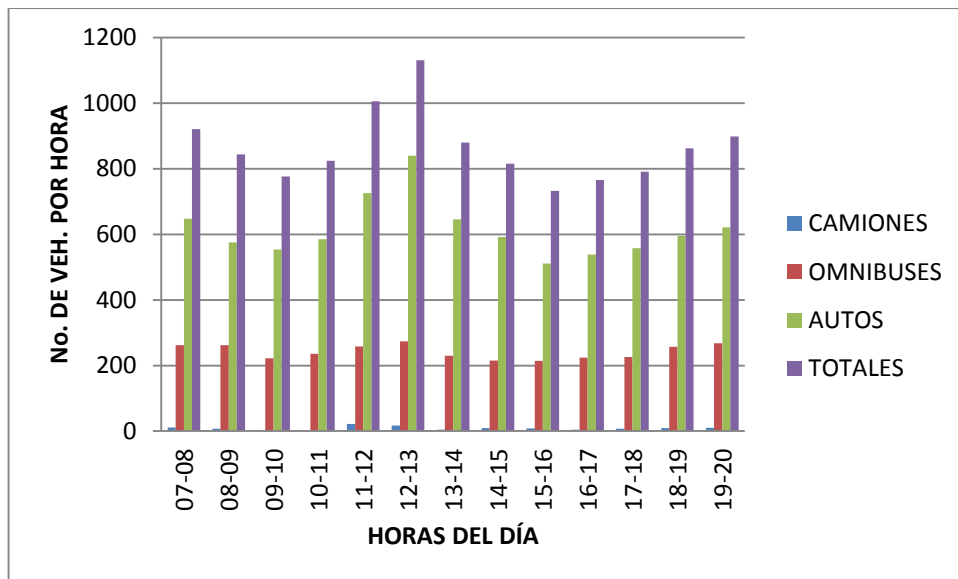
HORAS	AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES		TOTALES
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	
<b>07-08</b>	470	413	301	270	1	1	1 456
<b>08-09</b>	380	477	299	267	8	0	1 431
09-10	325	431	281	275	1	0	1 313
10-11	327	425	283	263	1	2	1 301
<b>11-12</b>	405	410	287	282	1	1	1 386
<b>12-13</b>	477	555	288	300	4	1	1 625
13-14	470	539	281	289	1	4	1 584
14-15	418	503	255	277	1	2	1 456
15-16	389	434	249	270	3	1	1 346
16-17	388	438	237	274	2	0	1 339
17-18	400	487	282	275	1	2	1 447
<b>18-19</b>	401	500	289	283	5	3	1 481
<b>19-20</b>	433	489	225	310	2	2	1 461
<b>SUB-TOTAL</b>							<b>18 626</b>

## GRÁFICOS DE VARIACIÓN HORARIA

### Y VARIACIÓN DIARIA DE VOLUMEN DE LA INTERSECCIÓN: AV. BASADRE Y FORERO-CORONEL MENDOZA

Intersección: av. Basadre y Forero-Coronel Mendoza

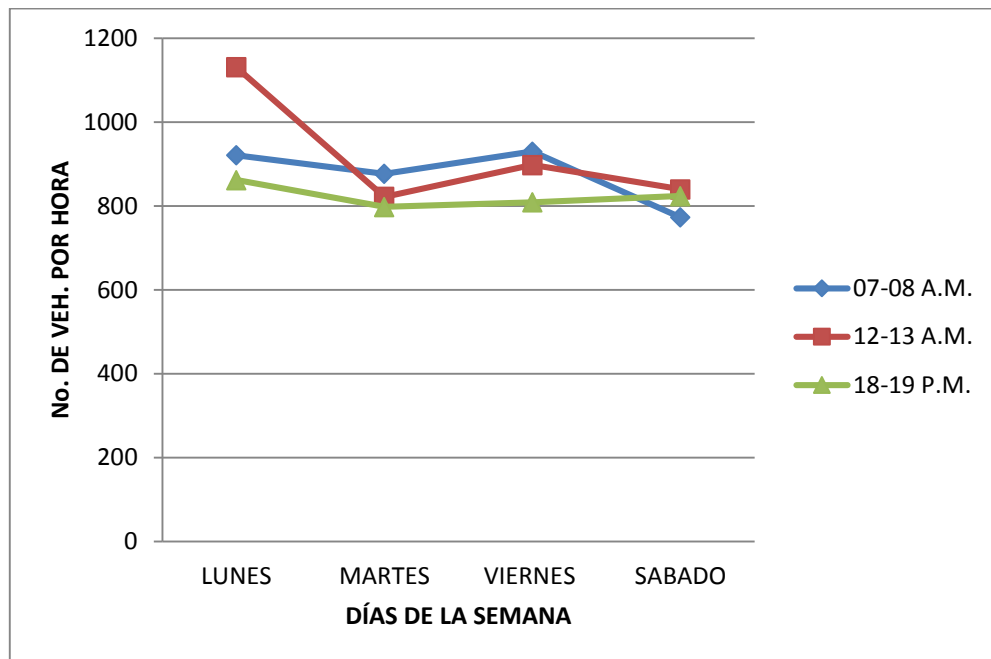
Variación horaria de volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Basadre y Forero-Coronel Mendoza

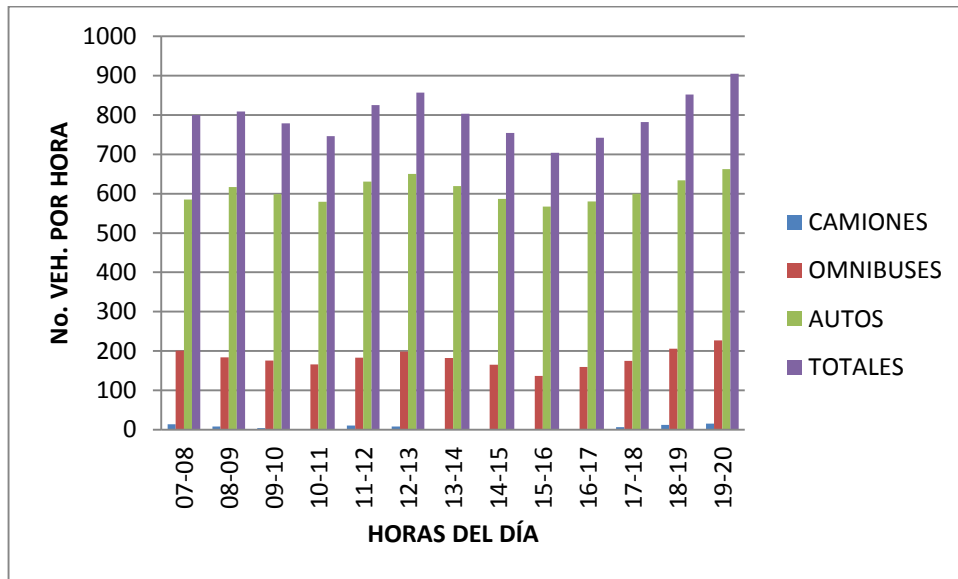
Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Basadre y Forero- Av. Bolognesi

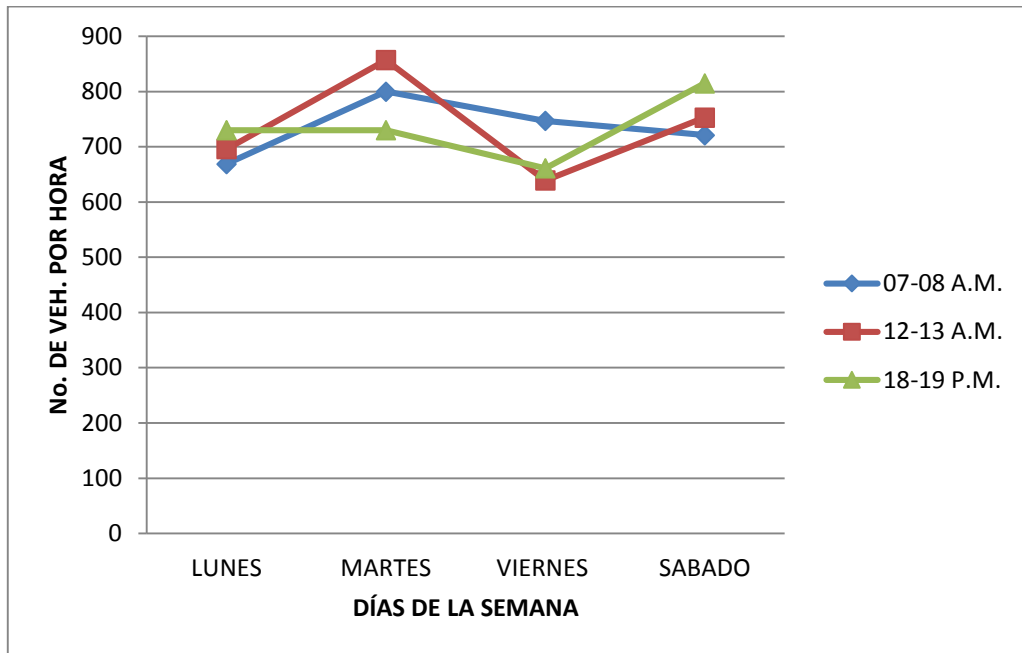
Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Basadre y Forero- Av. Bolognesi

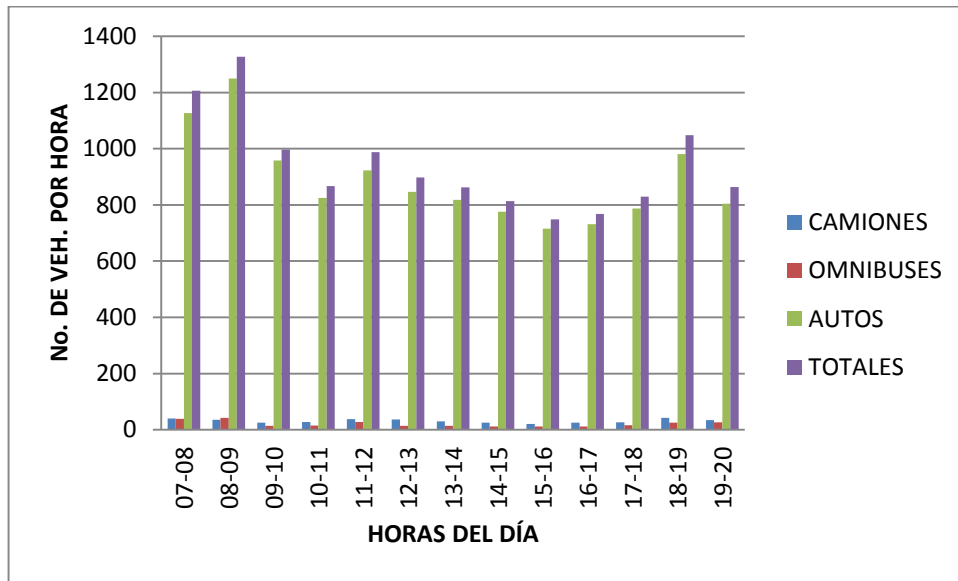
Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur

Variación Horaria de Volumen

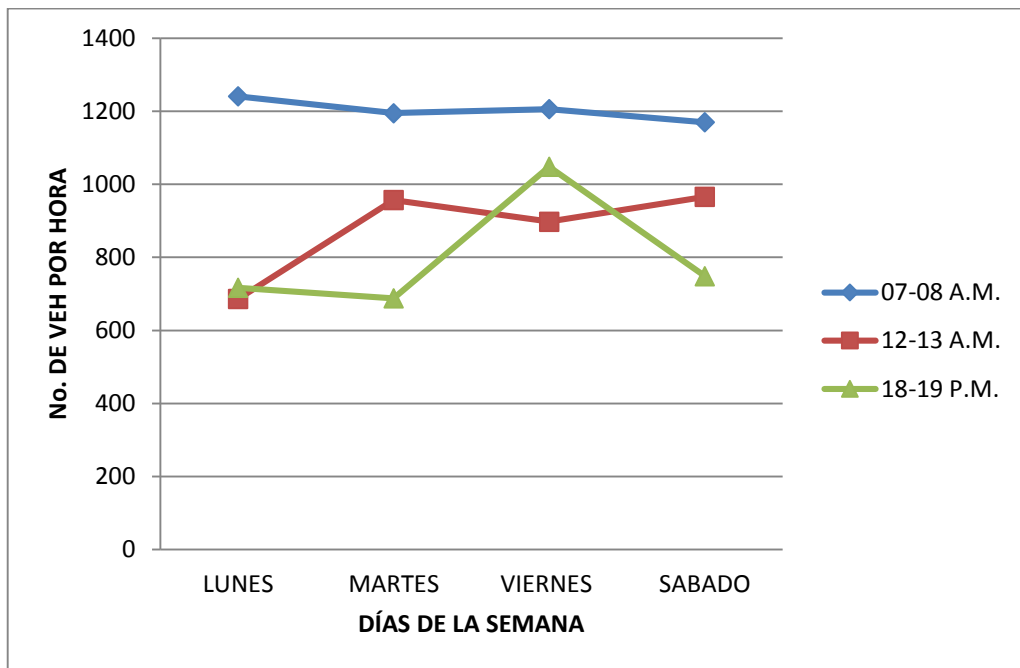


Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



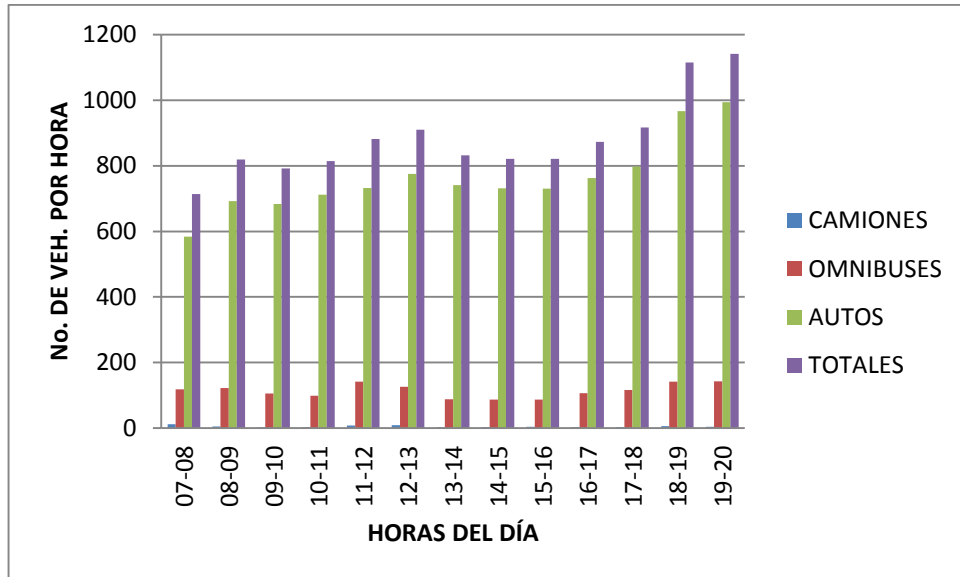
Intersección: Basadre y Forero-Av. Circunvalación Sur

Variación Diaria de Volumen



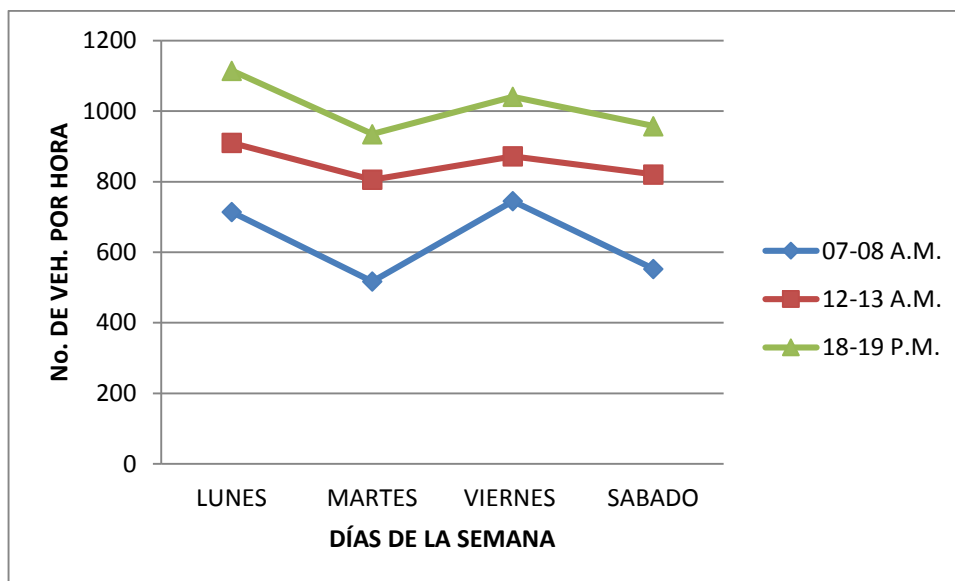
Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, Variación Horaria de Volumen



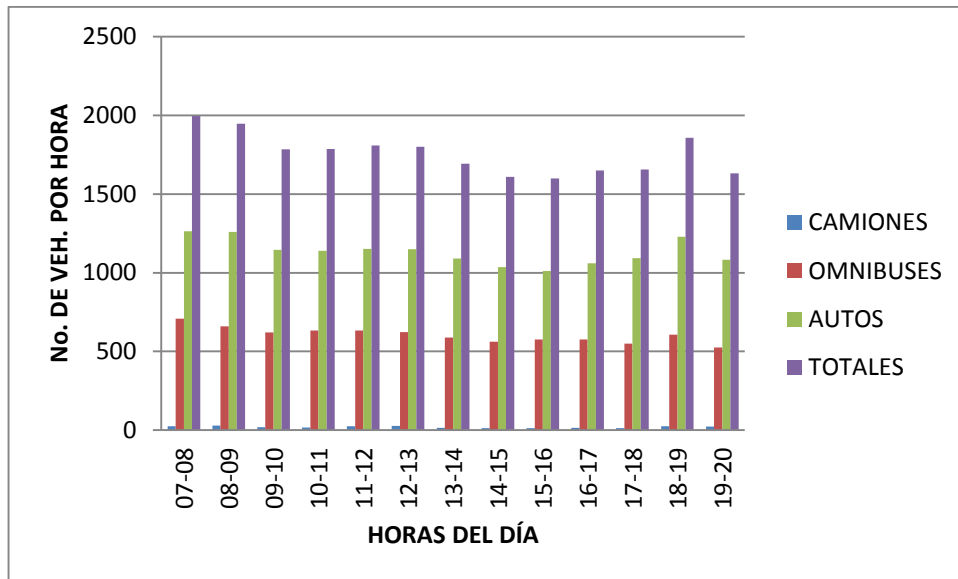
Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Pinto-Av. Bolognesi, Variación Diaria de Volumen



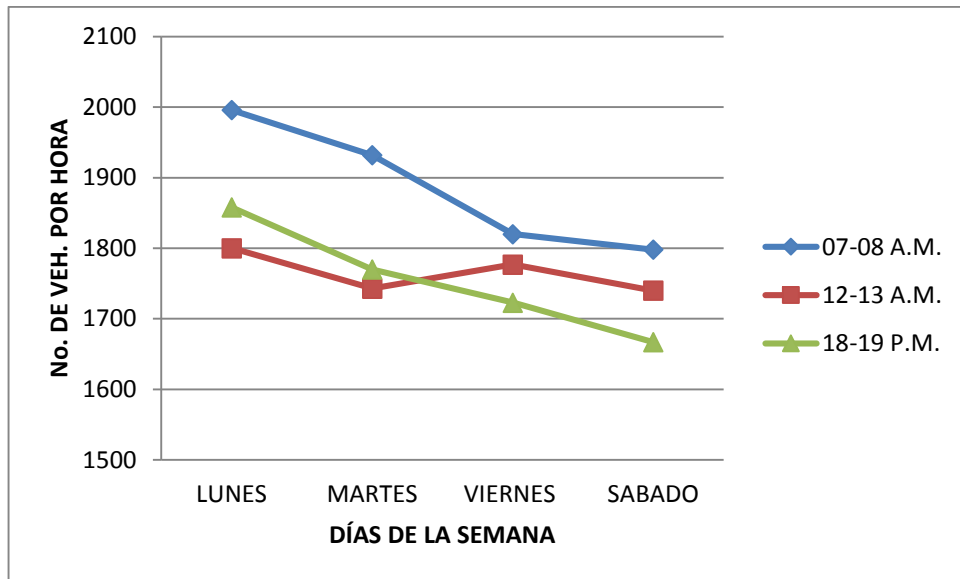
Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

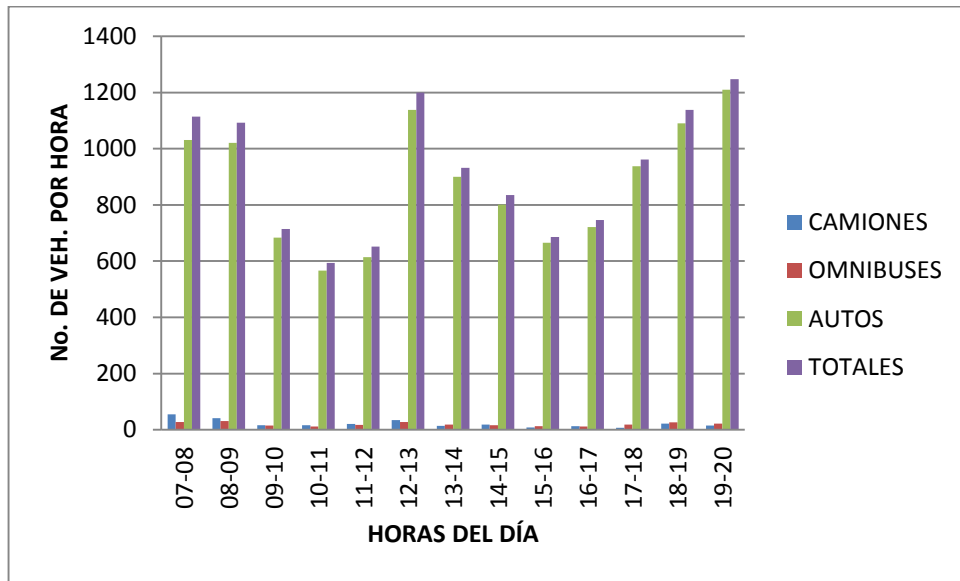
Intersección: Av. Pinto-Av. Industrial, Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur

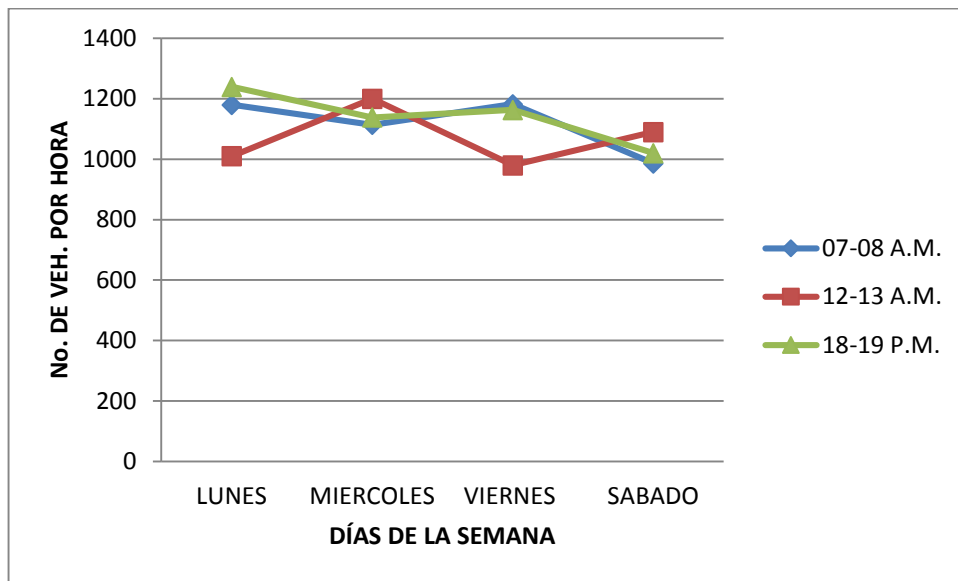
Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Pinto-Av. Circunvalación Sur

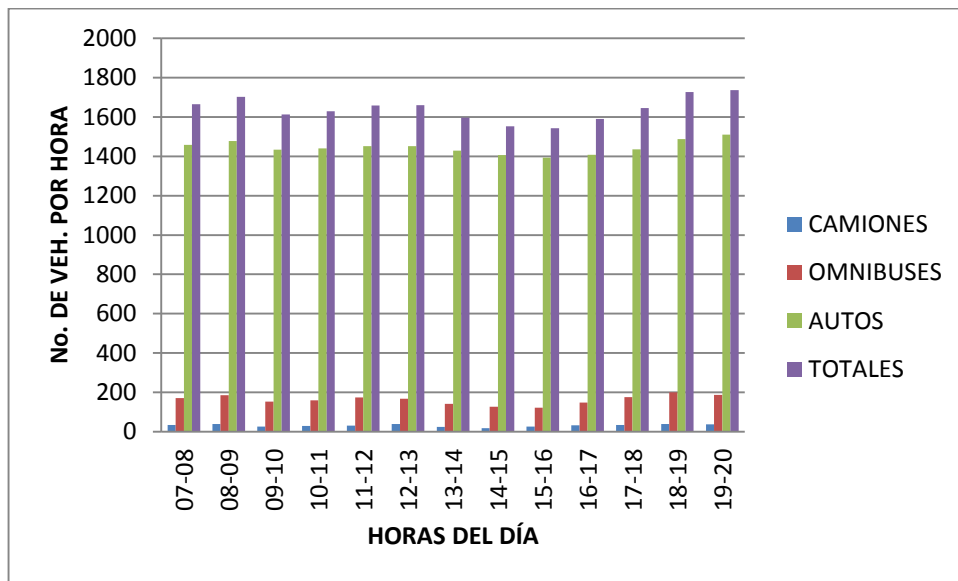
Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez

Variación Horaria de Volumen

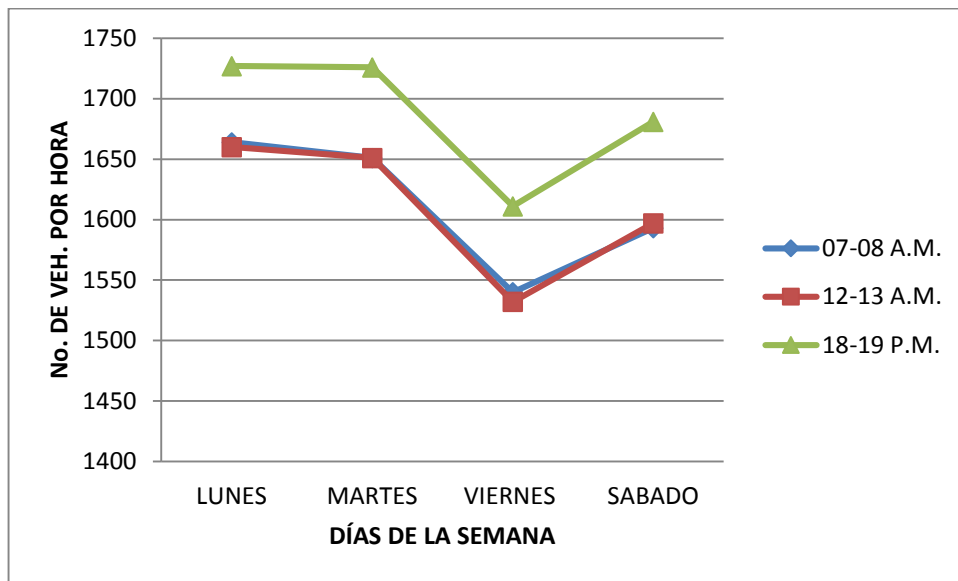


Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



Intersección: Av. Leguía-Av. Patricio Meléndez

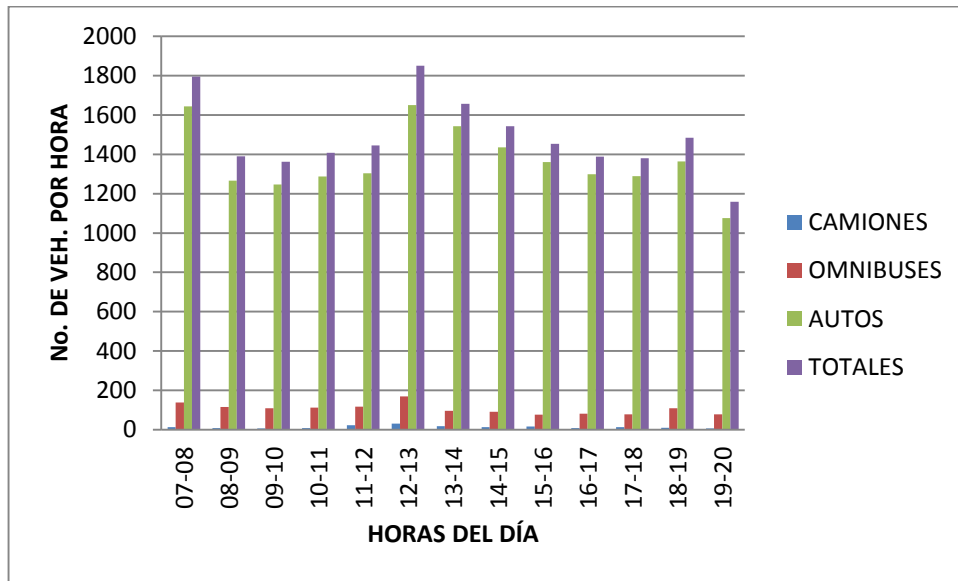
Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Leguía-Ca. Hipólito Unanue

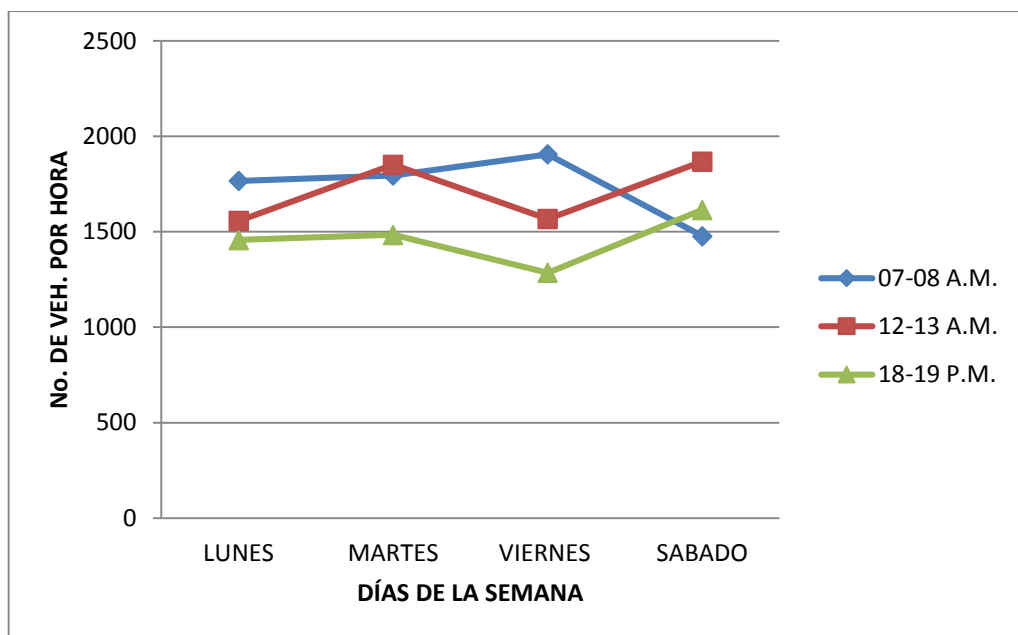
Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

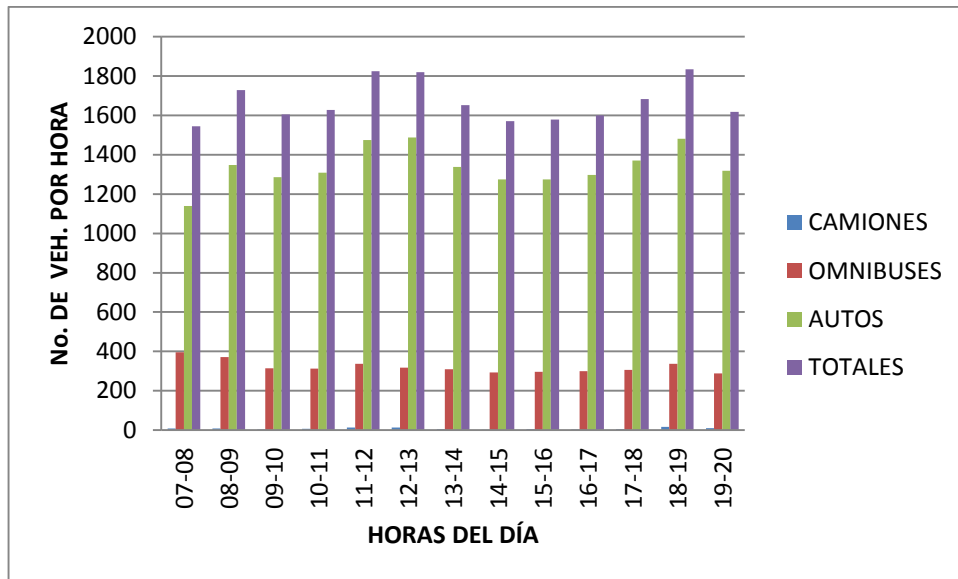
Intersección: Av. Leguía-Ca. Hipólito Unanue

Variación Diaria de Volumen



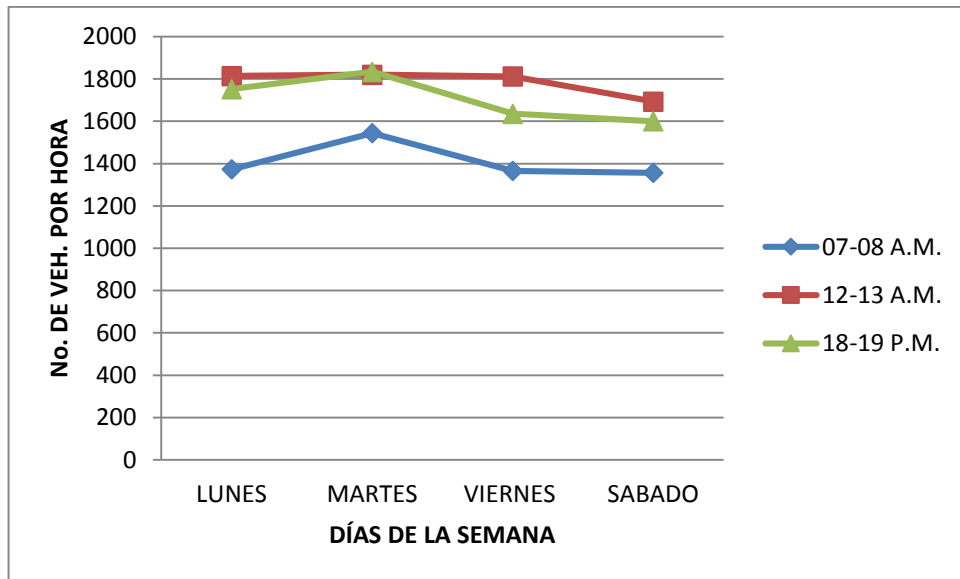
Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Leguía-Av. Pinto, Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

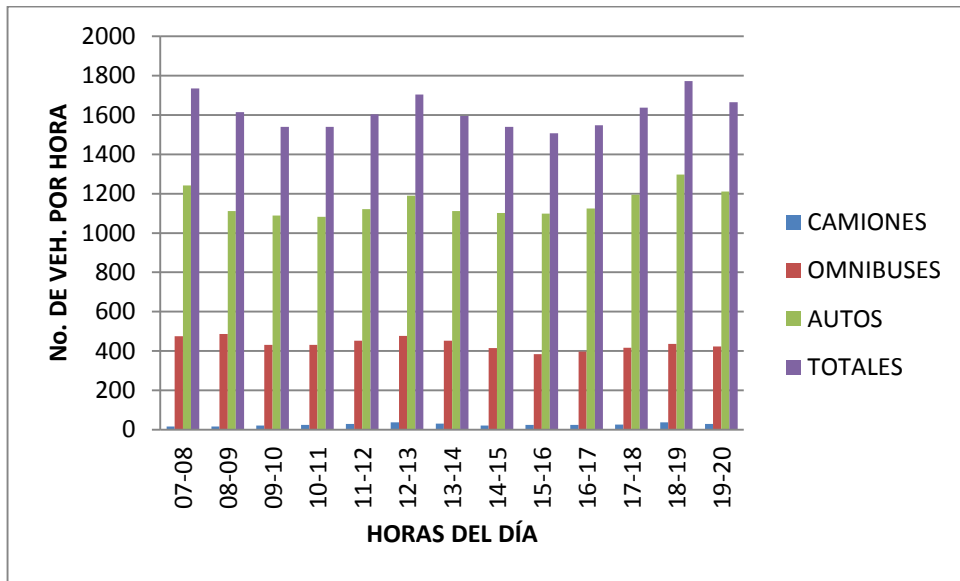
Intersección: Av. Leguía-Av. Pinto, Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Bolognesi-Calle Arica

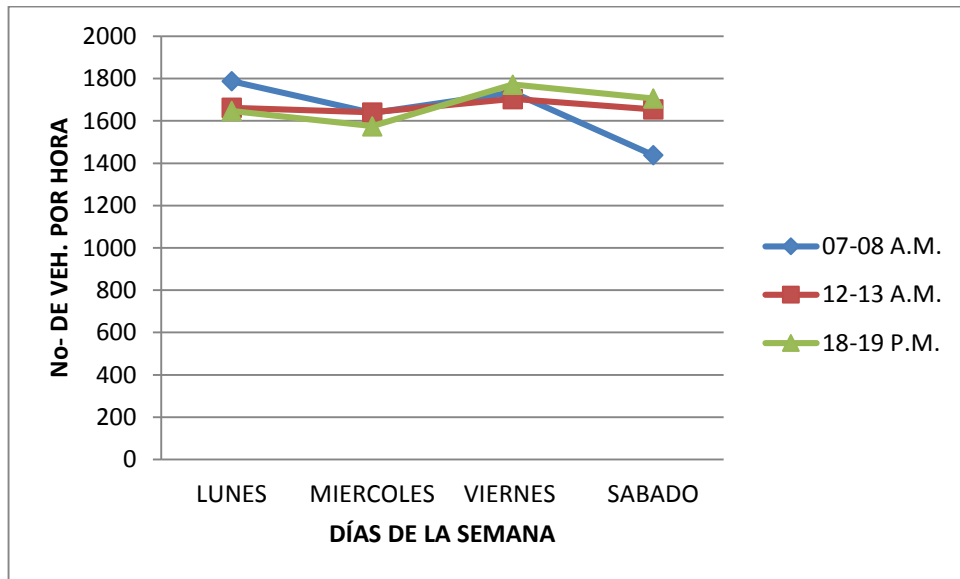
Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Bolognesi-Calle Arica

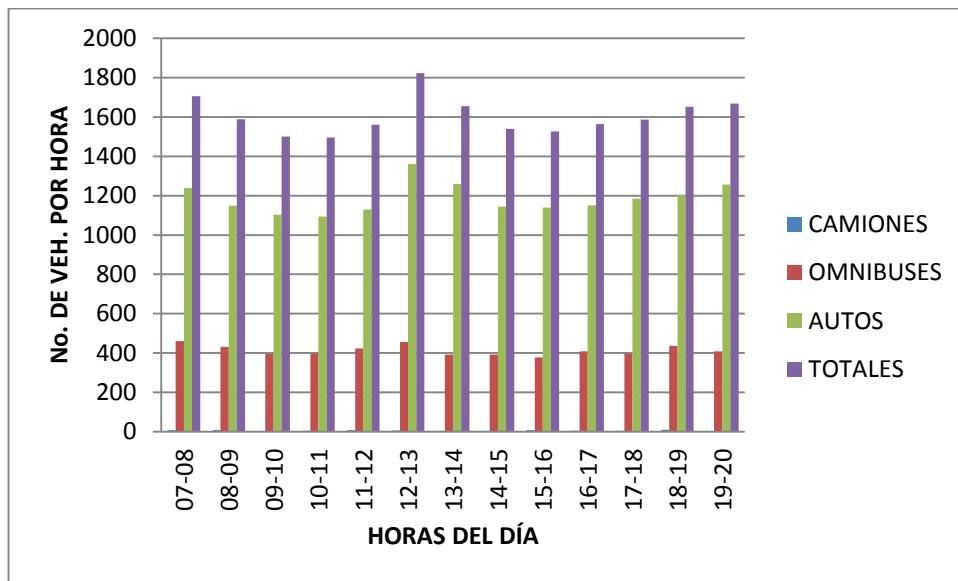
Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli

Variación Horaria de Volumen

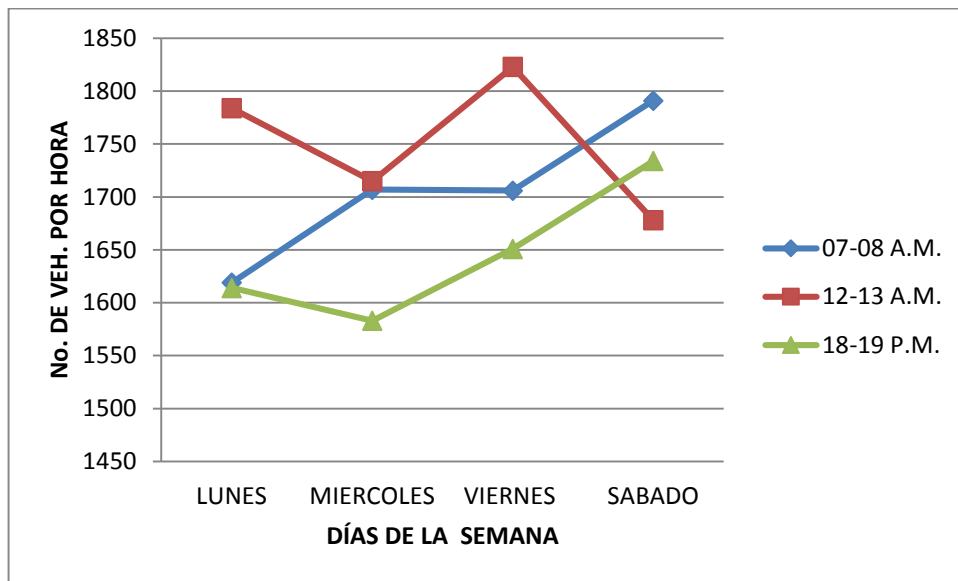


Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



Intersección: Av. Bolognesi-Ca. Junín/Ca. Pallardelli

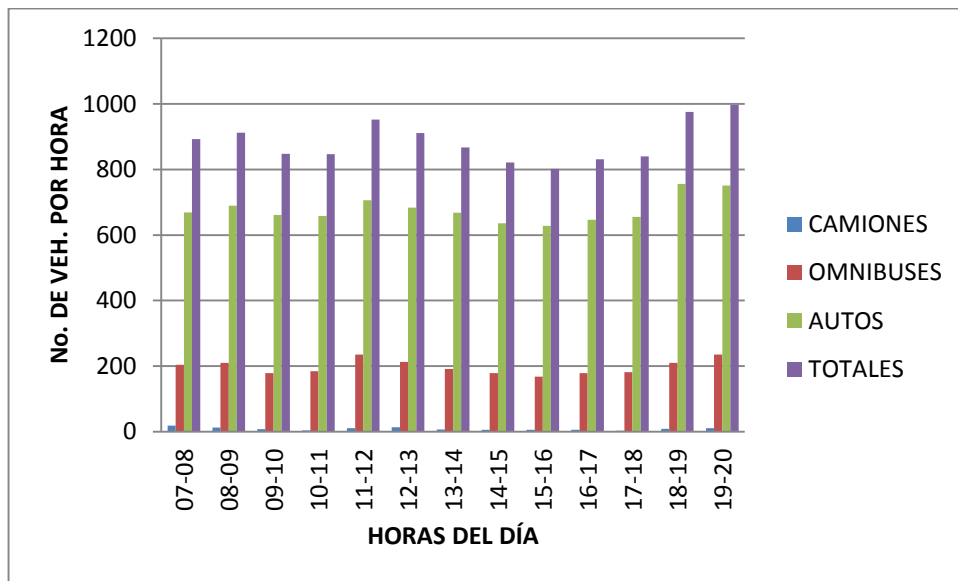
Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía

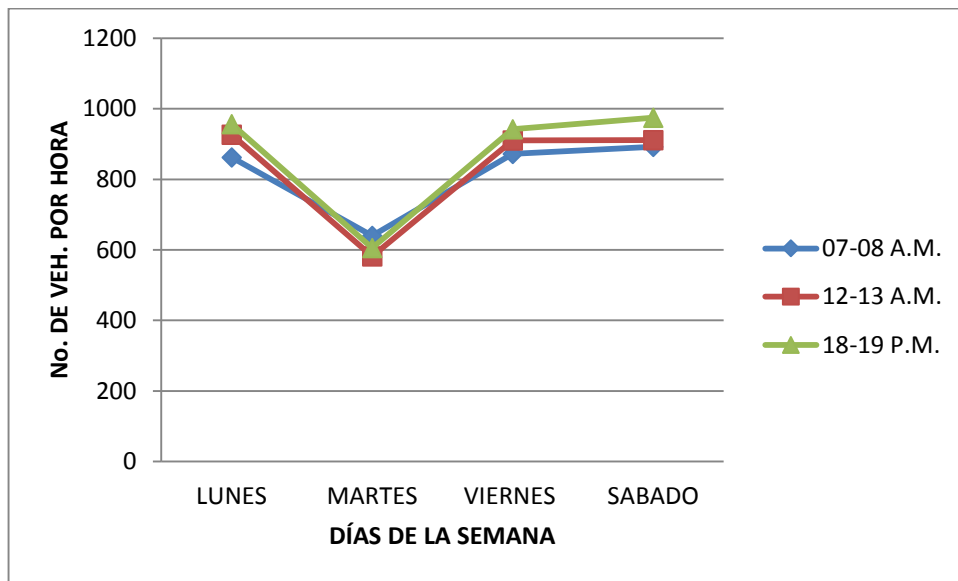
Variación Horaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

Intersección: Av. Basadre y Forero-Av. Leguía

Variación Diaria de Volumen



Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

### 3.3. CUADROS GRÁFICOS DE ILUSTRACIÓN

A continuación, se detallan los cuadros resumen: Volumen Promedio Horario y Volumen Hora Punta:

#### Obtención del Cuadro Resumen Volumen Promedio Horario

Para la obtención de los cuadros Resumen Volumen Promedio Horario, se considerarán todas las intersecciones del estudio de tránsito. Asimismo, se escogerá el tramo y día con mayor flujo vehicular.

A continuación, se muestran los cuadros respectivos:

AVENIDA	CIRCUNVALACIÓN SUR				G. PINTO				BOLOGNESI			
INTERSECCIÓN	PINTO CIRCUNV. SUR		BASADRE Y F. CIRCUNV. SUR		PINTO BOLOGNESI		PINTO INDUSTRIAL		BOLOGNESI ARICA		BOLOGNESI JUNIN-PALL.	
TIPO DE VEH.	DIRECCIÓN											
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE
AUTOS	353	522	420	468	487	274	728	404	547	604	596	590
OMNIBUSES	6	14	4	17	77	37	293	312	195	242	112	302
CAMIONES	15	6	19	12	4	1	3	17	22	5	2	3
VOL. PROM. H	374	542	443	497	568	313	1 023	732	764	851	710	895
VOL. / 13 H	4 866	7 047	5 758	6 458	7 381	4 070	13 302	9 517	9 932	11 064	9 226	11 640

Cuadro N°27: Cuadro resumen Volumen Promedio Horario-I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BASADRE Y FORERO						A. B. LEGUIA					
INTERSECCIÓN	BASADRE Y F. C. MENDOZA		BASADRE Y F. LEGUIA		BASADRE Y F. BOLOGNESI		LEGUIA P. MELENDEZ		LEGUIA H. UNANUE		LEGUIA PINTO	
TIPO DE VEH.	DIRECCIÓN											
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE
AUTOS	231	383	318	359	201	407	883	562	789	577	824	514
OMNIBUSES	144	98	63	135	80	102	138	25	12	140	226	95
CAMIONES	3	6	4	5	4	2	21	11	6	7	2	6
VOL. PROM. H	378	487	385	499	286	511	1 041	599	807	725	1 052	616
VOL. / 13 H	4 916	6 334	5 010	6 485	3 713	6 645	13 536	7 781	10 941	9 423	13 678	8 005

Cuadro N°28: Cuadro resumen volumen promedio horario-II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

### Obtención del Cuadro resumen Volumen Hora Punta.

Para la obtención de los cuadros resumen Volumen Hora Punta, se considerarán todas las intersecciones del estudio de tránsito. Asimismo, se escogerá el tramo y día con mayor flujo vehicular.

A continuación, se muestran los cuadros respectivos:

AVENIDA	CIRCUNVALACIÓN SUR				G. PINTO				BOLOGNESI			
INTERSECCIÓN	PINTO CIRCUNV. SUR		BASADRE Y F. CIRCUNV. SUR		PINTO BOLOGNESI		PINTO INDUSTRIAL		BOLOGNESI ARICA		BOLOGNESI JUNIN-PALL.	
TIPO DE VEH.	DIRECCIÓN											
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE
AUTOS	478	732	504	746	621	373	815	449	592	705	653	708
OMNIBUSES	4	18	3	39	93	50	358	350	171	266	138	318
CAMIONES	3	12	19	16	2	2	2	22	31	7	1	5
VOL. H PUNTA	485	762	526	801	716	425	1 175	821	794	978	792	1 031

Cuadro N°29: cuadro resumen volumen hora punta-I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BASADRE Y FORERO						A. B. LEGUIA					
INTERSECCIÓN	BASADRE Y F. C. MENDOZA		BASADRE Y F. LEGUIA		BASADRE Y F. BOLOGNESI		LEGUIA P. MELENDEZ		LEGUIA H. UNANUE		LEGUIA PINTO	
TIPO DE VEH.	DIRECCIÓN											
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE
AUTOS	279	561	337	414	220	442	910	601	911	732	875	606
OMNIBUSES	159	115	67	168	93	134	155	32	21	718	231	106
CAMIONES	2	15	6	5	14	2	26	12	6	7	3	13
VOL. H PUNTA	440	691	410	587	327	578	1 091	645	938	1 457	1 109	725

Cuadro N°30: cuadro resumen volumen hora punta-II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

### **Obtención del Cuadro resumen Porcentajes al Total de Vehículos.**

Para la obtención de los cuadros resumen Porcentajes Total Vehículos, se considerarán todas las intersecciones del estudio de tránsito en el día de la semana en que se realizó el aforo con mayor flujo de vehículos. Asimismo, se escogerá el tramo y día con mayor flujo vehicular. Cabe mencionar que el flujo en tramos se tomó en base a cantidades medidas con giros a la izquierda, derecha y de frente, de una sola intersección con una estación en cada vértice, de esa manera se podrá obtener para los 4 tramos de una intersección la cantidad total de vehículos que ingresan o salen de dichos tramos, a su vez se determina el desvío que estos tienen al llegar a la intersección.

A continuación, se muestran los cuadros respectivos:

AVENIDA	CIRCUNVALACIÓN SUR				G. PINTO				BOLOGNESI			
	PINTO CIRCUNV. SUR		BASADRE Y F. CIRCUNV. SUR		PINTO BOLOGNESI		PINTO INDUSTRIAL		BOLOGNESI ARICA		BOLOGNESI JUNIN-PALL.	
TIPO DE VEH.	DIRECCIÓN											
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE
VOL. PROMD. H (VPH)	374	542	443	497	568	313	1 023	732	764	851	710	895
% AUTOS	0,73	1,08	0,87	0,97	1,01	0,57	1,51	0,84	1,13	1,25	1,24	1,22
% OMNIBUSES	0,01	0,03	0,01	0,04	0,16	0,08	0,61	0,65	0,40	0,50	0,23	0,63
% CAMIONES	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,00	0,01	0,04	0,05	0,01	0,00	0,01
% AL TOTAL DE VEH.	0,78	1,12	0,92	1,03	1,18	0,65	2,12	1,52	1,59	1,77	1,47	1,86
VOL. TOTAL DIARIO (13 H)	4 866	7 047	5 758	6 458	7 381	4 070	13 302	9 517	9 932	11 064	9 226	11 640
% AL TOTAL DE VEH.	10,10	14,62	11,95	13,40	15,31	8,44	27,60	19,74	20,61	22,95	19,14	24,15
PROYEC. 2025 VOL. HORAR.	586	850	695	779	891	491	1 604	1 148	1 198	1 334	1 113	1 403
PROYEC. 2025 VOL. DIARIO	7 629	11 049	9 028	10 125	11 573	6 381	20 856	14 922	15 572	17 347	14 465	18 250
VOLUMEN HORA PUNTA	485	762	526	801	716	425	1 175	821	794	978	792	1 031
% AL TOTAL DE VEH.	1,01	1,58	1,09	1,66	1,49	0,88	2,44	1,70	1,65	2,03	1,64	2,14
PROY. 2025 VOL. H PUNTA	760	1195	825	1 256	1 123	666	1 842	1 287	1 245	1 533	1 242	1 616

Cuadro N°31: cuadro resumen porcentajes al total de vehículos-I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BASADRE Y FORERO						A. B. LEGUIA					
	BASADRE Y F. C. MENDOZA		BASADRE Y F. LEGUIA		BASADRE Y F. BOLOGNESI		LEGUIA P. MELENDEZ		LEGUIA H. UNANUE		LEGUIA PINTO	
TIPO DE VEH.	DIRECCIÓN											
	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE	NO	SE
VOL. PROMD. H (VPH)	378	487	385	499	286	511	1 041	599	807	725	1 052	616
% AUTOS	0,48	0,79	0,66	0,74	0,42	0,84	1,83	1,17	1,64	1,20	1,71	1,07
% OMNIBUSES	0,30	0,20	0,13	0,28	0,17	0,21	0,29	0,05	0,02	0,29	0,47	0,20
% CAMIONES	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
% AL TOTAL DE VEH.	0,78	1,01	0,80	1,04	0,59	1,06	2,16	1,24	1,67	1,50	2,18	1,28
VOL. TOTAL DIARIO (13 H)	4 916	6 334	5 010	6 485	3 713	6 645	13 536	7 781	10 941	9 423	13 678	8 005
% AL TOTAL DE VEH.	10,20	13,14	10,39	13,45	7,70	13,79	28,08	16,14	22,70	19,55	28,38	16,61
PROYEC. 2025 VOL. HORAR.	593	764	604	782	448	801	1 632	939	1 265	1 137	1 649	966
PROYEC. 2025 VOL. DIARIO	7 708	9 931	7 855	10 168	5 822	10 419	21 223	12 200	17 154	14 774	21 446	12 551
VOLUMEN HORA PUNTA	440	691	410	587	327	578	1 091	645	938	1 457	1 109	725

Cuadro N°32: cuadro resumen porcentajes al total de vehículos-II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

### 3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A) Como datos generales tenemos los siguientes:

- Parque automotor de Tacna Diciembre de 2015: 48,201 vehículos.
- Tasa de crecimiento anual: 4.6%
- Período de medición 13 horas, comprendidas desde las 7.00 horas hasta las 20.00 horas.
- Hora punta considerada: 7.00 – 8.00 horas.



B) Las avenidas que soportan mayor volumen durante el día y en la hora punta se muestran en el siguiente cuadro:

AVENIDA	VPH	VHP	VPH X 13 HRS	%VPH X 13 HRS
CIRCUNVALACION SUR	940	1327	12220	25.4
G. PINTO	1755	1996	22815	47.3
FCO. BOLOGNESI	1615	1823	20995	43.6
BASADRE Y FORERO	884	1131	11492	23.8
A. B. LEGUIA	1618	2395	21034	43.6

Cuadro N°33: cuadro resumen volumen promedio horario y Volumen hora punta

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

VPH: Volumen promedio Horario

VHP: Volumen hora punta.

Todos los volúmenes son medidos en vehículos por hora.

C) Del cuadro Resumen anterior sacamos las siguientes conclusiones:

- Las avenidas G. Pinto, F. Bolognesi y A.B. Leguía soportan más del 40% del parque automotor de la ciudad diariamente.
- Las avenidas Circunvalación Sur con Basadre y Forero soportan más del 20% del parque automotor de la ciudad diariamente.
- Notamos que las avenidas en sentido longitudinal más importantes para la conexión vial de la ciudad son F. Bolognesi, Augusto B. Leguía.

- Las avenidas en sentido transversal que son principales para la conexión vial de la ciudad son: Basadre y Forero, y G. Pinto.
- El tránsito promedio diario en las avenidas principales es de 15,000 vehículos.
- El 47% del Parque Automotor de Tacna está circulando por la avenida G. Pinto (ambos sentidos) esto, lógicamente, llama la atención por la gran demanda vehicular que se concentra en esta vía.

## **CAPITULO IV**

### **ESTUDIO DE VELOCIDADES EN LAS PRINCIPALES VÍAS DE LA CIUDAD DE TACNA**

#### **4.1. DEFINICIÓN DE VELOCIDAD**

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

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

El término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

La velocidad está bajo el control del conductor y su uso determinará la distancia recorrida, el tiempo recorrido y el ahorro del tiempo, según la variación de velocidad.

Un factor especial que hace la velocidad muy importante, es que la velocidad de los vehículos actuales ha sobrepasado los límites que le permite alcanzar el camino actual, las calles y la mayor parte de los reglamentos. Así pues, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada., por lo que el estudio de las velocidades de los vehículos puede ser tratado en dos categorías generales: estudios de punto y de velocidad de recorrido total.

#### **4.2. VELOCIDAD DE PUNTO**

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de una carretera o de una calle. Como dicha velocidad se toma en el preciso instante del paso del vehículo por el punto, también se le denomina velocidad instantánea. Se presentan dificultades prácticas para la medición de la velocidad de punto ya que la misma por definición se presenta en un tramo de recorrido bastante corto, en la actualidad existen dispositivos de medición de tipo electrónicos y electromecánicos que facilitan su medición,

como ser: tubos neumáticos transversales, radares Doppler, enescopios, etc.

Los resultados de los estudios se expresan como velocidades promedio.

$$\bar{v} = \frac{\sum v}{n}$$

Dónde:  $\bar{v}$  = velocidad promedio (km/h).

V = suma de velocidades observadas.

n = número de observaciones.

### **4.3. ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE PUNTO**

Los estudios de velocidad de punto para un tramo específico de una vía, sirven para determinar las características de la velocidad en dicho tramo bajo las condiciones atmosféricas y de tráfico al momento de realizar dicho estudio. Los estudios de velocidad de punto se aplican para:

- Determinar la tendencia de velocidades de los vehículos en un tramo especificado.
- Determinar la relación entre accidentes y velocidad que pueda ayudar a tomar medidas de corrección para evitar accidentes.

- Establecer límites de velocidad máxima y mínima.
- Determinar longitudes en zonas de rebase prohibido.
- Otros.

#### **4.4. VELOCIDADES DEL VALOR 85 PORCENTUAL.**

Es aquella velocidad bajo la cual viaja el 85% de los conductores y arriba de la cual viaja el 15% de los conductores.

El 85 por ciento ha gozado de amplia aceptación como la velocidad aproximada a la cual deben ser establecidos los límites de velocidad, en conexión con los dispositivos para el control del tránsito que la deben restringir.

$$\bar{V} = \frac{\sum v}{0.85(n)}$$

Dónde:  $\bar{V}$  = velocidad 85 por ciento.

V = suma de velocidades observadas.

n = número de observaciones.

#### **4.5. MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Para obtener la velocidad de punto, tenemos los siguientes métodos:

#### **4.5.1. MÉTODO DEL CRONOMETRO.**

Para este método se requiere de dos observadores, un cronómetro, cinta métrica de 25 ó 50 metros y hojas de campo. El método consiste en que en una determinada distancia (25 ó 50 mts.), se sitúan a ambos lados los dos observadores, uno de ellos da la señal de inicio del conteo, cuando el vehículo ingresa en el tramo de estudio, el segundo inicia la marcha del cronómetro y la detiene cuando el vehículo sale del tramo. La velocidad se obtendrá dividiendo la distancia prefijada entre el tiempo que tardó en recorrerla.

#### **4.5.2. MÉTODO DEL ENOSCOPIO**

Es el mismo método anterior, pero con el auxilio de un aparato llamado Enoscopio. Un enoscopio es una caja en forma de (L) abierto en ambos extremos con un espejo colocado en el interior formando un ángulo de 45 grados con los brazos del dispositivo, como se muestra en la figura 12. Este dispositivo desvía la línea visual del observador en el extremo del tramo en estudio, siendo perpendicular del vehículo cuando este pasa por el punto donde empieza el tramo y permite la medición al percibir con precisión el

paso del vehículo sobre la marca, y sólo se necesita de un observador. El enoscopio puede ser construido con poco dinero y es una ayuda efectiva y económica para el estudio de la velocidad.

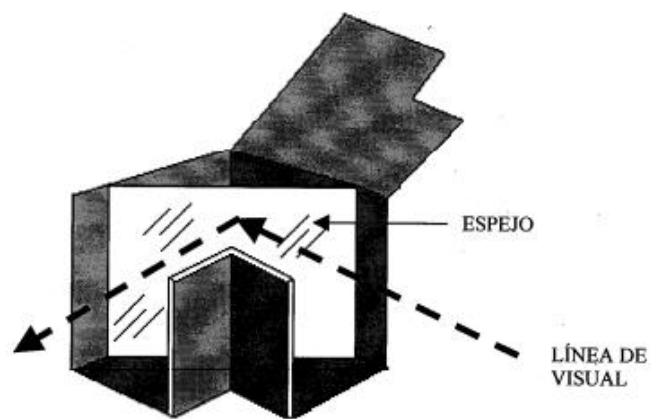


Figura N°12: Enoscopio

#### 4.5.3. MEDICIÓN CON RADARMETRO

Los dispositivos de radar se utilizan en algunos países para detectar el exceso de velocidad. Es un equipo que emite ondas de alta frecuencia, que “rebotan” en el vehículo que se acerca. Al regresar la onda, es registrada en el mismo aparato y de acuerdo con la intensidad de la onda, indica la velocidad del vehículo que se aproxima.



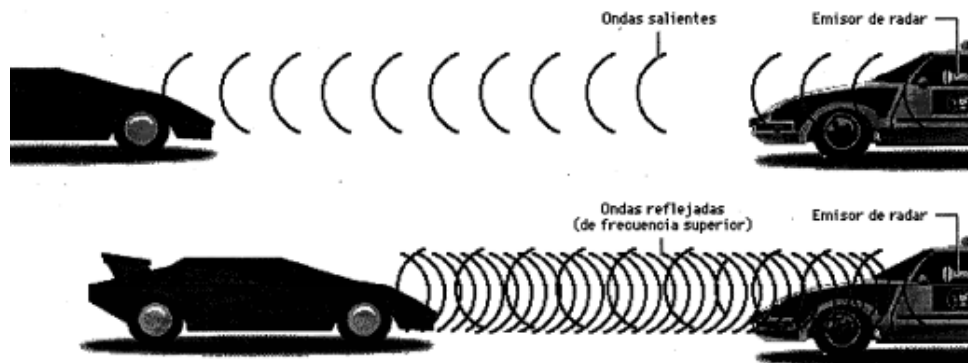


Figura N°13: Enoscopio

#### 4.5.4. MEDIDORES DE TUBO NEUMÁTICO

Se puede usar medidores de tubo neumático colocados en el camino a distancias conocidas; el impulso del vehículo al pasar sobre el tubo, es registrado, midiéndose el tiempo transcurrido al pasar sobre el par de tubos.

#### 4.6. SELECCIÓN DEL MÉTODO

De todos estos métodos, en la posible aplicación de los tres últimos, es necesario contar con equipos muy especiales que no existen en la ciudad de Tacna, además de ser muy difícil y en algunos casos costosa su adquisición, por lo tanto, se optó por emplear el método del cronómetro, para tener la velocidad de punto de los diferentes tramos en cada una de las avenidas en estudio.

La ventaja del método del cronómetro es que éste se realiza manualmente, por lo tanto, se puede registrar la velocidad de punto de los diferentes tipos de vehículos. Los equipos mecánicos no podrían distinguir la diferencia entre un vehículo y otro.

#### **4.7. LA OBTENCIÓN DE LAS VELOCIDADES DE PUNTO EN LAS PRINCIPALES VÍAS**

Para obtener las velocidades de punto se consideró las principales vías de estudio, de estas se tomaron algunos tramos; a continuación, presentamos la relación de avenidas y tramos respectivos:

- Av. Gustavo Pinto: Tramo 1 (Intersección Av. Coronel Mendoza – Plaza Vigil).
- Av. Basadre y Forero: Tramo 2 (Intersección Av. Coronel Mendoza – Vivienda Privada).
- Av. Augusto B. Leguía: Tramo 3 (Intersección Ovalo Túpac Amaru – Ca. Francia)
- Av. Bolognesi: Tramo 4 (Intersección Av. Patricio Meléndez – Local Comercial)

A continuación presentamos:

- Modelo de la hoja de aforo que se usó para el cálculo de tiempos de recorrido.
- Cuadros Resumen de velocidad de punto obtenidos para cada Avenida, por tramos y sentidos.
- Se hicieron mediciones en 3 diferentes horas del día debido a la dificultad de tomar medidas en las 13 horas ininterrumpidas del día que se consideran en un estudio de tránsito, haciendo un total de 2 lecturas por avenida, correspondiendo los siguientes horarios:

07.00 – 9.00 h .

11.00 – 13.00 h .

18.00 – 20.00 h .

Procediendo para tomar el promedio aritmético de las velocidades

- Estas vías se toman midiendo 75 metros de longitud correspondientes al tramo y avenida en estudio, para luego tomar el tiempo en segundos totales en que se demora un vehículo en recorrer dicho tramo separado en autos y Omnibuses, ya que en cuento camiones no es muy relevante pues no entran en el casco urbano de las avenidas arteriales en estudio. Así mismo esta velocidad considera los segundos perdidos en una sola velocidad que luego se reducirá para que no altere el tiempo.

## MODELO DE HOJA DE AFORO

### VELOCIDAD DE PUNTO

CIUDAD..... FECHA.....  
 AVENIDA ..... HORA.....  
 ESTADO DEL  
 TRAMO..... TIEMPO.....  
 DIRECCIÓN DE ESTADO DEL  
 MOVIMIENTO..... PAVIMENTO.....  
 DISTANCIA BASE .....

AUTOS		OMNIBUSES		CAMIONES	
VELOCIDAD (km/h)	Tiempo (s)	VELOCIDAD (km/h)	Tiempo (s)	VELOCIDAD (km/h)	Tiempo (s)
VELOCIDAD DE PUNTO PROMEDIO		VELOCIDAD DE PUNTO PROMEDIO		VELOCIDAD DE PUNTO PROMEDIO	
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL		VELOCIDAD 85 PORCENTUAL		VELOCIDAD 85 PORCENTUAL	

#### 4.8. CUADROS Y GRAFICA DE VELOCIDADES DE PUNTO

AVENIDA	<b>GUSTAVO PINTO</b>					
TRAMO	PLAZA VIGIL CRNL. MENDOZA			CRNL. MENDOZA PLAZA VIGIL		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	9,67	13,10	0	9,77	11,42	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	27,93	20,62	0	27,64	23,65	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	32,86	24,26	0	32,52	27,82	0

Cuadro N°34: resumen velocidad de punto-I (11- 13 h)

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>GUSTAVO PINTO</b>					
TRAMO	PLAZA VIGIL CRNL. MENDOZA			CRNL. MENDOZA PLAZA VIGIL		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	10,61	11,61	0	10,17	11,35	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	25,44	23,25	0	26,55	23,79	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	29,93	27,36	0	31,24	27,99	0

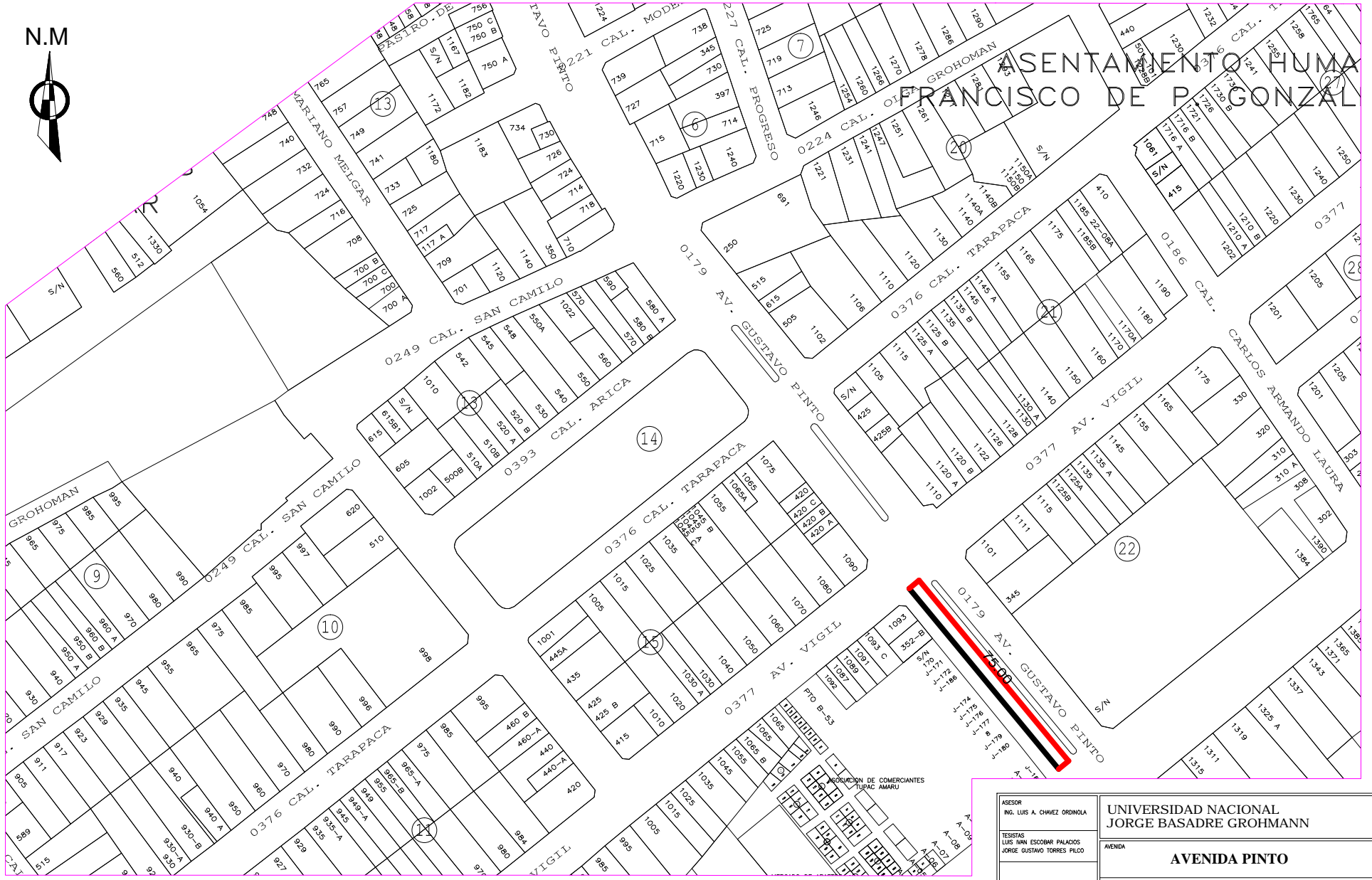
Cuadro N°35: resumen velocidad de punto-II (18-20 h)

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

N.M



# ASENTAMIENTO HUMANO FRANCISCO DE PONGZAL



ASESOR ING. LUIS A. CHAVEZ ORDINGLA		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TESISTAS LUIS IWAN ESCOBAR PALACIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILCO		AVENIDA <b>AVENIDA PINTO</b>	
		TRAMO <b>PLAZA VIGIL - AV. CORONEL MENDOZA</b>	
DEPART.: TACNA	PROV.: TACNA	DISTR.: TACNA	FECHA : NOVIEMBRE 2016
ESCALA: REFERENCIAL		LAMINA: O I	

AVENIDA	<b>BASADRE Y FORERO</b>					
TRAMO	CRNL. MENDOZA VIVIENDA PRIVADA			VIVIENDA PRIVADA CRNL. MENDOZA		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	10,23	9,80	8,05	8,47	9,83	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	26,39	27,55	33,54	31,88	27,46	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	31,05	32,41	39,46	37,51	32,31	0

Cuadro N°36: resumen velocidad de punto-III (07-09 h)

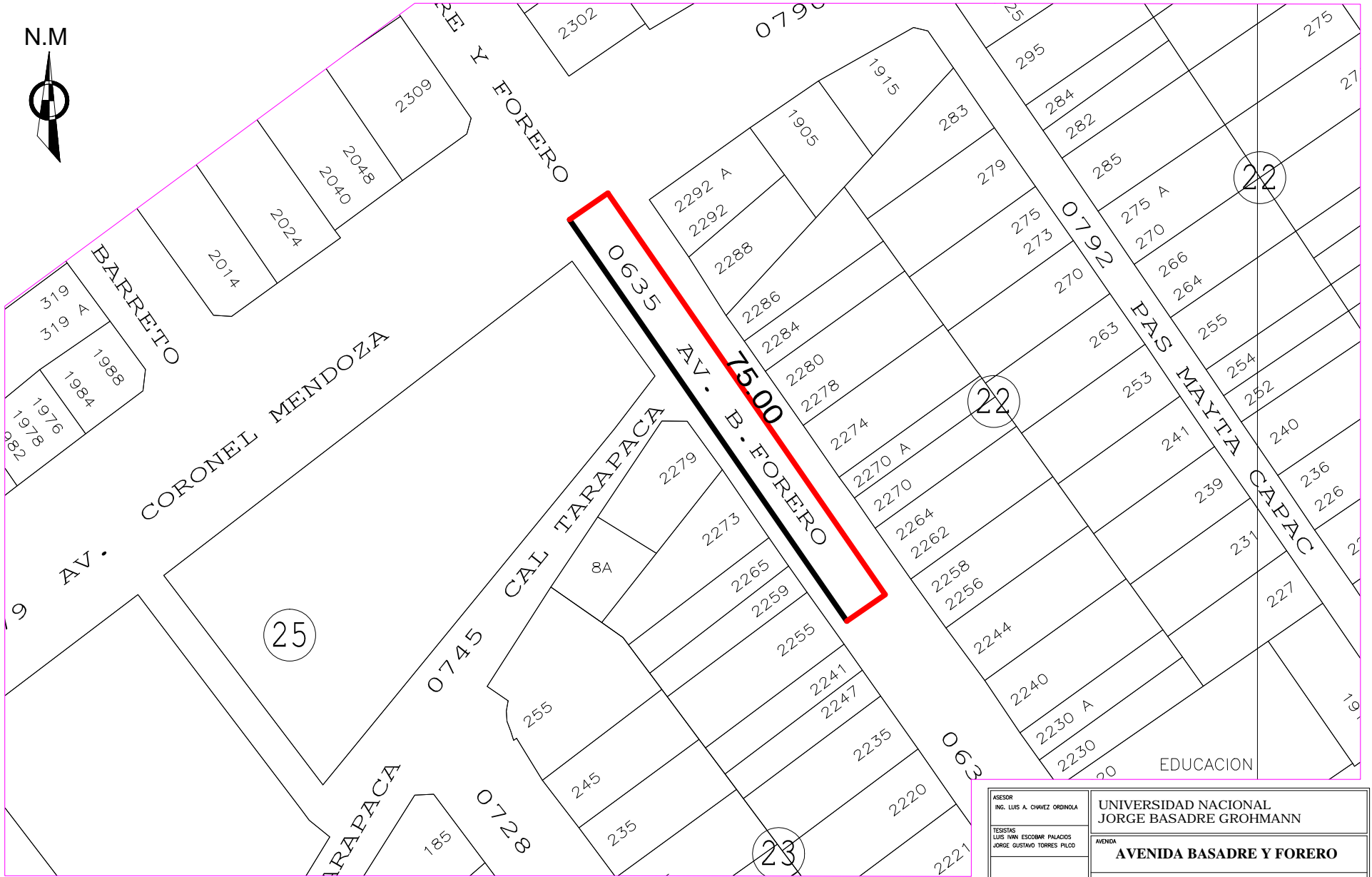
Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>BASADRE Y FORERO</b>					
TRAMO	CRNL. MENDOZA VIVIENDA PRIVADA			VIVIENDA PRIVADA CRNL. MENDOZA		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	8,96	5,32	0	9,64	9,74	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	30,13	50,79	0	28,02	27,71	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	35,45	59,75	0	32,96	32,61	0

Cuadro N°37: resumen velocidad de punto-IV (11-13 h)

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

N.M



ASESOR ING. LUIS A. CHAVEZ ORDINOZA		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TESISTAS LUIS IVAN ESCOBAR PALACIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILCO		AVENIDA <b>AVENIDA BASADRE Y FORERO</b>	
		TRAMO AV. CORONEL MENDOZA - VIVIENDA PRIVADA	
DEPART.: TACNA	PROV.: TACNA	DISTR.: TACNA	ESCALA: REFERENCIAL
		FECHA: NOVIEMBRE 2016	LAMINA: 02



AVENIDA	<b>AUGUSTO B. LEGUÍA</b>					
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU CALLE FRANCIA			CALLE FRANCIA OVALO TÚPAC AMARU		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	8,58	10,74	0	7,78	10,15	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	31,45	25,13	0	34,71	26,59	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	37	29,57	0	40,84	31,29	0

Cuadro N°38: resumen velocidad de punto-V (11-13 h)

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AUGUSTO B. LEGUÍA</b>					
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU CALLE FRANCIA			CALLE FRANCIA OVALO TÚPAC AMARU		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	8,24	9,56	0	7,80	9,33	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	32,78	28,25	0	34,61	28,95	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	38,57	33,24	0	40,71	34,06	0

Cuadro N°39: resumen velocidad de punto-VI (18-20 h)

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

N.M



ASESOR ING. LUIS A. CHAVEZ ORDOWLA		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TESISTAS LUIS IWAN ESCOBAR PALADIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILCO		AVENIDA <b>AVENIDA LEGUIA</b>	
		TRAMO OVALO TUPAC AMARU - CALLE FRANCIA	
DEPART.: TACNA	PROV.: TACNA	DISTR.: TACNA	ESCALA: REFERENCIAL
		FECHA: NOVIEMBRE 2016	LAMINA: 03

AVENIDA	<b>BOLOGNESI</b>					
TRAMO	LOCAL COMERCIAL PATRICIO MELENDEZ			PATRICIO MELENDEZ LOCAL COMERCIAL		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	14,38	18,06	0	6,56	9,86	7,44
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	18,77	14,95	0	41,15	27,39	36,29
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	22,08	17,59	0	48,41	32,23	42,69

Cuadro N°40: resumen velocidad de punto-VII (07-09 h)

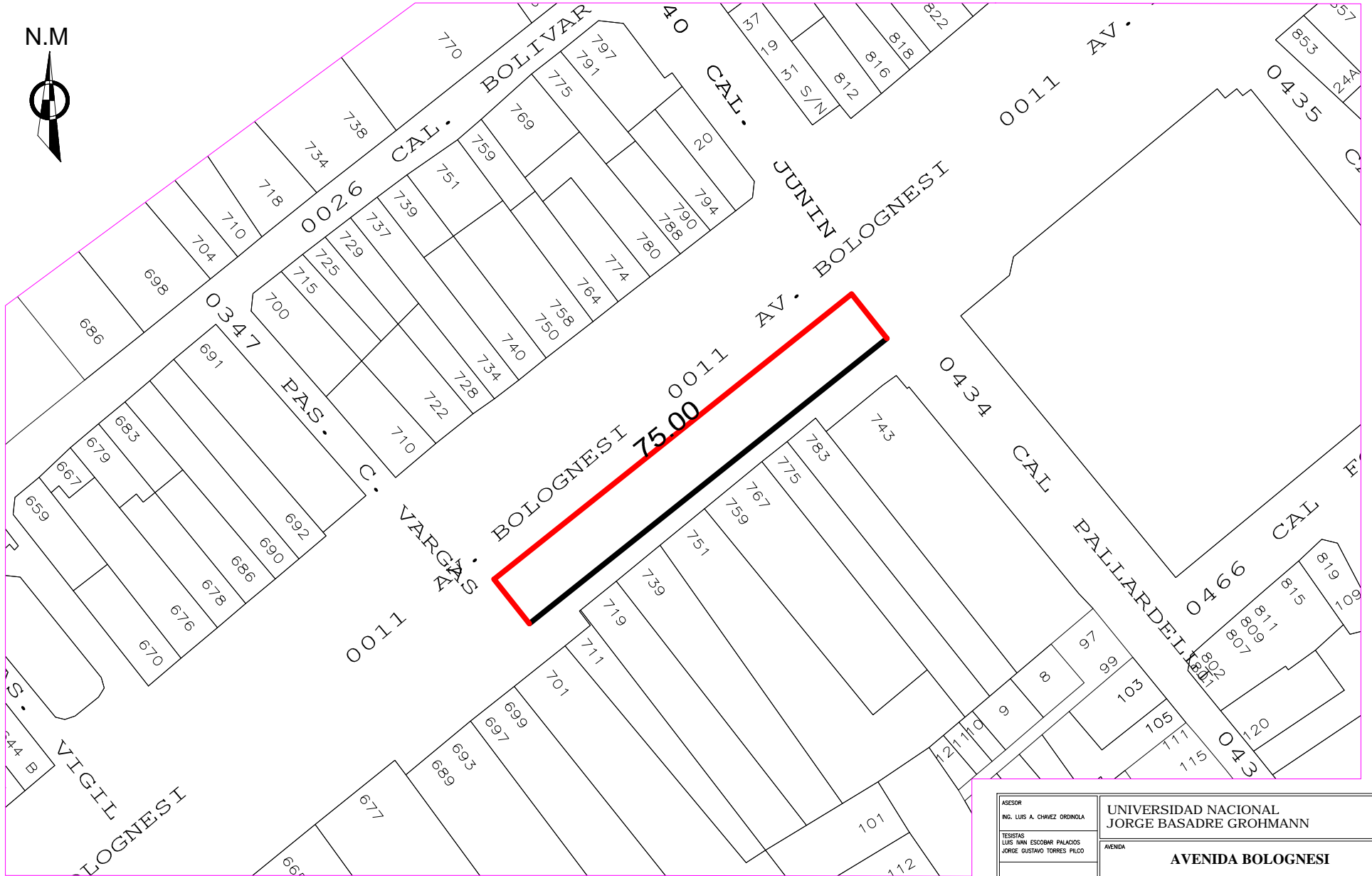
Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>BOLOGNESI</b>					
TRAMO	LOCAL COMERCIAL PATRICIO MELENDEZ			PATRICIO MELENDEZ LOCAL COMERCIAL		
DIRECCIÓN	SE			NO		
TIPO DE VEHÍCULO	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN	AUTO	ÓMNIBUS	CAMIÓN
DISTANCIA TRAMO (M)	75			75		
TIEMPO PROMEDIO (S)	17,68	9,87	0	8,86	9,06	0
VELOCIDAD DE PUNTO PROM. REAL (km/h)	15,27	27,34	0	30,49	29,81	0
VELOCIDAD 85 PORCENTUAL (km/h)	17,96	32,17	0	35,87	35,08	0

Cuadro N°41: resumen velocidad de punto-VIII (11-13 h)

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

N.M



ASESOR ING. LUIS A. CHAVEZ ORDOWLA		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TESISTAS LUIS IWAN ESCOBAR PALADIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILCO		AVENIDA <b>AVENIDA BOLOGNESI</b>	
		TRAMO LOCAL COMERCIAL - CALLE PALLARDELLI	
DEPART.: TACNA	PROV.: TACNA	DISTR.: TACNA	FECHA : NOVIEMBRE 2016
ESCALA: REFERENCIAL		LAMINA: 04	

Ejemplo de aclaración de las velocidades de Punto.

Tomaremos el tramo óvalo Túpac Amaru – Calle Francia correspondiente a la avenida Augusto B. Leguía en la dirección SE para automóviles.

- Tipo de Vehículo.- Se tomó la velocidad de punto para autos.

- Distancia Tramo.- Por el método del cronómetro, previamente se midió la correspondiente distancia entre intersecciones (75m).

- Tiempo de Recorrido.- Promedio de mediciones de velocidad divididos en 3 partes (contando de 50 vehículos de motor cada parte)

T. promedio = 8,24 seg.

- Velocidad de Punto Promedio Real.-

$$V = \frac{0,075 \text{ km.}}{8,24 \text{ seg.}} \times 3600 = 32,77 \text{ km/h}$$

- Velocidad 85 porcentual.-

$$V = \frac{32,77}{0,85} = 38,55 \text{ km/h}$$

#### **4.9. VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL**

Llamada también velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla.

En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducciones de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor.

No incluye aquellas demoras fuera de la vía como puedan ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes, lugares de recreación, etc.

Se obtiene entonces la velocidad de recorrido como un promedio de velocidades desarrolladas por un grupo de vehículos.

La velocidad de recorrido sirve principalmente para comparar condiciones de fluidez en ciertas rutas; ya sea una con otra o bien en una misma ruta cuando se han realizado cambios para medir los efectos.

#### **4.9.1. ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE RECORRIDO**

Naturalmente para determinar la velocidad de recorrido es necesario tener los tiempos de recorrido, los que a su vez están

asociados con las demoras. Los propósitos del estudio de tiempos de recorrido y demoras son:

- Evaluar la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta
- Determinar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras del tránsito.

La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha, para tal efecto se acostumbra utilizar el método del vehículo de prueba o vehículo flotante.

La información de las demoras se registra cuando el flujo de tránsito es detenido o forzado, este se mide en unidades de tiempo, anotando el lugar en el que ocurren, causa y frecuencia de las mismas. Las demoras pueden ser determinadas para recorridos a lo largo de una ruta, durante un día y hora de la semana específica, así como en lugares seleccionados, donde existan serios problemas del tránsito.

En este tipo de estudios juega un rol importante el tiempo total de recorrido, el cual incluye las demoras debida al tránsito. Para el caso de rutas, los resultados de los estudios de tiempo de recorrido

y demoras, son útiles para la evaluación general del movimiento del tránsito, dentro de un área o a lo largo de rutas específicas.

Con estos datos se pueden identificar los lugares conflictivos, donde se pueden buscar mejoras para incrementar la seguridad y la movilidad.

Los resultados del estudio son útiles para:

- suministrar datos reales relativos a la efectividad de los dispositivos para el control del tránsito
- En estudios de antes y después y para los análisis de los niveles de servicio en tramos clasificados por función.
- Determinación de la eficiencia de una ruta, en términos del movimiento del tránsito carretero.
- Identificación de las zonas congestionadas en el sistema vial principal.
- Definición del congestionamiento, de acuerdo con el lugar, tipo de demora, duración y frecuencia de las fricciones del tránsito.



Los resultados más útiles se obtienen en sistemas arteriales y pueden ser usados para la distribución del tránsito o programas de mejoramiento. Normalmente, los estudios de tiempo de recorrido no aíslan los problemas de los puntos de congestionamiento.

$$V = \frac{d}{t}$$

Dónde:  $V$  = velocidad de recorrido total en km/h.

$d$  = Longitud del tramo en metros.

$t$  = Suma de tiempos observados.

#### **4.10. MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Para obtener la velocidad de punto, tenemos los siguientes métodos:

##### **4.10.1. MÉTODO DE VEHÍCULO DE PRUEBA**

Es probablemente el método más flexible o adaptable y uno de los que se usan más ampliamente.

Este método incluye un vehículo y dos personas, una persona va conduciendo por la vía en estudio y la otra va anotando los tiempos

desde el inicio hasta el término del viaje, incluyendo los tiempos de retraso.

Es importante acotar que la velocidad con que se conducirá el vehículo será la velocidad media con respecto a la velocidad de los demás vehículos.

En este sistema de estudio, es aquel en la cual la ubicación y duración de cada demora puede ser registrada y cronometrada.

**HORAS DE ESTUDIO:** La hora de estudio depende de los datos que se requieran. Los estudios de velocidad de retardo o estudios de congestionamientos en rutas principales usualmente incluye la determinación de la hora de la máxima demanda, así como de los tiempos de recorrido y velocidades en horas fuera de la máxima demanda. Así tenemos horas de máxima demanda (normalmente 7.00 – 9.00 h. y 18.00 – 20.00 h) como también horas de fuera de la máxima demanda (14.00 – 16.00 h), etc.

Estos estudios y los datos que resultan, se usan normalmente para medir el grado de eficiencia de un sistema completo de calles para el uso en la distribución del tránsito entre otros.

**DURACIÓN DEL ESTUDIO:** El análisis de los patrones de variación de los tiempos de recorrido con flujo máximo y fuera de los máximos, indica que se requieren 12 a 13 recorridos en cada uno, para asegurar una precisión de +10%. Pocos recorridos pueden dar resultados precisos si la ruta no se divide en pequeños segmentos.

#### **4.10.2. MÉTODO DE LA PLACA**

Se elige el tramo de la ruta por estudiar, el personal debe reunirse y sincronizar los cronómetros con el fin de iniciar el estudio simultáneamente, se coloca personal en cada extremo del tramo y se encarga de anotar el mayor número de placas de los vehículos que pasan, con su respectivo tiempo, luego se confrontan los datos y se deduce el tiempo de recorrido de cada uno de ellos.

Este método es particularmente efectivo para registrar el tiempo de recorrido de una corriente de tránsito que no incluya un gran número de vehículos que den vuelta o que salgan del camino.

Su función es determinar la velocidad promedio sobre toda la ruta.

#### **4.11. SELECCIÓN DEL MÉTODO**

De ambos métodos, escogemos el método del vehículo de prueba, ya que nuestro estudio representa más de una intersección y se puede medir el tiempo que ocasionan las diferentes demoras.

Este método nos brindará el grado de eficiencia del sistema completo de las avenidas en estudio.

#### **4.12. OBTENCIÓN DE LAS VELOCIDADES DE RECORRIDO TOTAL**

Para obtener las velocidades de recorrido total, primeramente se tomaron las distancias totales de los tramos de las avenidas en estudio. Siendo parte del estudio 4 avenidas principales (Pinto, Basadre y Forero, Bolognesi y Leguía), se consideraron tramos para ambos sentidos de las avenidas antes mencionadas, como se muestran en los cuadros resumen.

Como ya se explicó el método del vehículo de prueba, se hicieron varios recorridos, eligiéndose los omnibuses como tipo de vehículo de prueba.

Las horas consideradas en este estudio, fueron tomadas 7.00 – 9.00 Horas, 11.00 a 13.00 Horas y 18.00 a 20.00 Horas, teniendo en cuenta las horas de máxima demanda.

A continuación presentamos los cuadros resumen de Velocidad de Recorrido para cada Avenida.

AVENIDA	<b>GUSTAVO PINTO</b>	
TRAMO	PROLONG. SAN CAMILO BOLOGNESI	AV LEGUÍA AV. CIRCUNVALACIÓN NORTE
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,807	1,24
TIEMPO RECORRIDO (s)	167,74	199,87
TIEMPO RETARDO (s)	119,12	146,56
TIEMPO PARCIAL (s)	286,86	346,43
TOTAL (S)	286,86	346,43
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>10,13</b>	<b>12,88</b>

Cuadro N°42: Resumen Velocidad de Recorrido Total

Omnibuses-I (18-20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>GUSTAVO PINTO</b>	
TRAMO	PROLONG. SAN CAMILO BOLOGNESI	AV LEGUÍA AV. CIRCUNVALACIÓN NORTE
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,807	1,2
TIEMPO RECORRIDO (s)	136,2	160,84
TIEMPO RETARDO (s)	117,98	154,06
TIEMPO PARCIAL (s)	254,18	314,9
TOTAL (S)	254,18	314,9
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>11,43</b>	<b>14,17</b>

Cuadro N°43: resumen velocidad de recorrido total

omnibuses-II (11-13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>BASADRE Y FORERO</b>	
TRAMO	CAL. TARAPACÁ CA. SAN MARTIN PORRES	CAL. R. HOYOS RUBIO AV. VIGIL
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	1,63	1,63
TIEMPO RECORRIDO (s)	127,83	254,34
TIEMPO RETARDO (s)	130,70	58,27
TIEMPO PARCIAL (s)	258,53	312,61
TOTAL (S)	258,53	312,61
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>22,70</b>	<b>18,77</b>

Cuadro N°44: resumen velocidad de recorrido total  
omnibuses-III (07-09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>BASADRE Y FORERO</b>	
TRAMO	CAL. TARAPACÁ CA. SAN MARTIN PORRES	CAL. R. HOYOS RUBIO AV. VIGIL
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	1,63	1,63
TIEMPO RECORRIDO (s)	218,82	232,85
TIEMPO RETARDO (s)	40,93	93,38
TIEMPO PARCIAL (s)	259,75	326,23
TOTAL (S)	259,75	326,23
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>22,59</b>	<b>17,99</b>

Cuadro N°45: resumen velocidad de recorrido total  
omnibuses-IV (11-13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AV. AUGUSTO B. LEGUÍA</b>	
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU AV. PINTO	CA. 2 DE DICIEMBRE OVALO TÚPAC AMARU
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,539	0,191
TIEMPO RECORRIDO (s)	111,76	41,32
TIEMPO RETARDO (s)	20,98	18,29
TIEMPO PARCIAL (s)	132,74	59,61
TOTAL (S)	132,74	59,61
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>14,62</b>	<b>11,53</b>

Cuadro N°46: resumen velocidad de recorrido total  
omnibuses-V (11-13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AV. AUGUSTO B. LEGUÍA</b>	
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU AV. PINTO	CA. 2 DE DICIEMBRE OVALO TÚPAC AMARU
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,539	0,191
TIEMPO RECORRIDO (s)	119,19	33,67
TIEMPO RETARDO (s)	19,26	20,65
TIEMPO PARCIAL (s)	138,45	54,32
TOTAL (S)	138,45	54,32
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>14,01</b>	<b>12,66</b>

Cuadro N°47: resumen velocidad de recorrido total  
omnibuses-VI (18-20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AV. BOLOGNESI</b>	
TRAMO	CALLE ARICA AV. BASADRE Y FORERO	CA. MOQUEGUA CALLE ARICA
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	2,42	0,891
TIEMPO RECORRIDO (s)	323,79	105,9
TIEMPO RETARDO (s)	110,59	74,89
TIEMPO PARCIAL (s)	434,38	180,79
TOTAL (S)	434,38	180,79
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>20,06</b>	<b>17,74</b>

Cuadro N°48: resumen velocidad de recorrido total  
omnibuses-VII (07-09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AV. BOLOGNESI</b>	
TRAMO	CALLE ARICA AV. BASADRE Y FORERO	CA. MOQUEGUA CALLE ARICA
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	2,42	0,891
TIEMPO RECORRIDO (s)	176,06	163,27
TIEMPO RETARDO (s)	120,46	99,93
TIEMPO PARCIAL (s)	296,52	263,20
TOTAL (S)	296,52	263,20
VELOC. RECORRIDO TOTAL (km/h)	<b>29,38</b>	<b>12,19</b>

Cuadro N°49: resumen velocidad de recorrido total  
omnibuses-VIII (11 – 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



#### **4.13. VARIACIÓN DEL CONSUMO CON LA VELOCIDAD PROMEDIO**

En esta parte veremos cómo varía el consumo de combustible de acuerdo con la velocidad promedio.

El ahorro de combustible se da principalmente cuando, se tiene velocidades entre 40 y 60 km/h, ya que cuando se tenga velocidades superiores a 80 ó 90 km/h el ahorro de combustible no sería significativo.

A continuación, presentamos cuadros de pérdidas de combustibles para un auto de 1,700 cm<sup>3</sup> promedio, recorriendo las principales avenidas de la ciudad de Tacna con las velocidades promedio halladas anteriormente. Estos cuadros demuestran como las pérdidas de combustible en los diferentes tramos de las avenidas se relacionan íntegramente con la velocidad, ya que casi en todos los tramos es baja.

Para la obtención de los cuadros antes mencionados utilizaremos la Tabla 1 la cual determina la variación de consumo que tiene un auto de acuerdo a la capacidad de motor que a su vez está en función de la velocidad promedio con la que marche el vehículo viendo que siendo entre 40km/h y 60km/h la velocidad en la que el consumo es el mínimo o por el contrario, es la velocidad con menor pérdida de combustible.

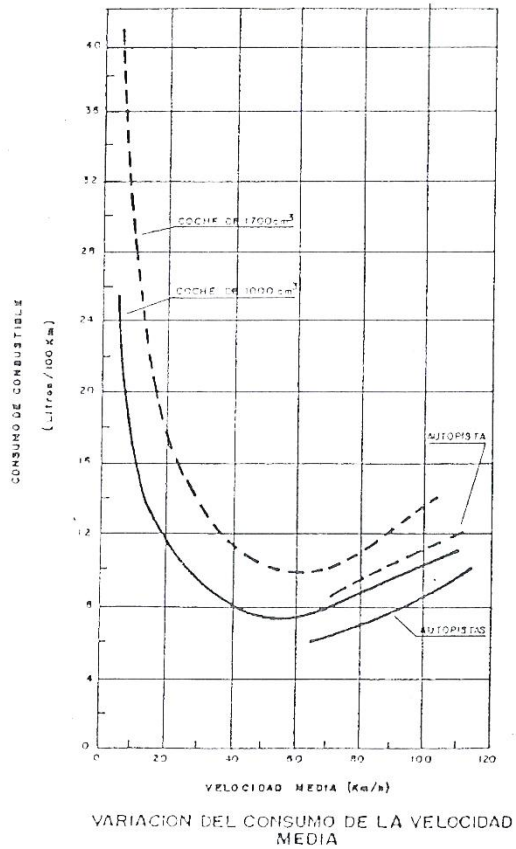


TABLA Nº 1: Variación del Consumo de la Velocidad Media

Fuente: Antonio Valdez. "Ingeniería de Tráfico". (1ra Edición) Madrid (España) Ediciones Dossat S.A. (1982)

Asimismo, para hallar el porcentaje de pérdida de combustible tomaremos como ejemplo el siguiente:

- Av. Gustavo Pinto
- Tramo: Plaza Vigil – Coronel Mendoza
- Dirección: Sur Este.

Con la velocidad promedio que es de 27.93 km/h, entramos a la Tabla 1 y obtenemos que el consumo de combustible que corresponde a 14.70 l/100 km.

Sabemos que el consumo óptimo de combustible se obtiene a 60 km/h y en la tabla corresponde a 9.85 l/100 Km.; es así que obtenemos la diferencia para saber cuánto de más se gasta de combustible y obtenemos 4.85 l/100 Km.

$$\% \text{ de pérdida} = \frac{4,85}{9,85} \times 100 = 49.24\%$$

A Continuación se muestran los cuadros de pérdidas de combustible respectivos para cada una de las avenidas principales de estudio:

AVENIDA	GUSTAVO PINTO	
	PLAZA VIGIL CRNL. MENDOZA	CRNL. MENDOZA PLAZA VIGIL
TRAMO		
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	27,93	27,64
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	14,85	14,90
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	5,00	5,05
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	50,76%	51,27%

Cuadro N°50: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (11-13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	GUSTAVO PINTO	
TRAMO	PLAZA VIGIL CRNL. MENDOZA	CRNL. MENDOZA PLAZA VIGIL
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	25,44	26,55
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	15,50	15,30
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	5,65	5,45
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	57,36%	55,33%

Cuadro N°51: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (18-20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BASADRE Y FORERO	
TRAMO	CRNL. MENDOZA VIVIENDA PRIVADA	VIVIENDA PRIVADA CRNL. MENDOZA
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	26,39	31,88
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	15,35	13,40
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	5,50	3,55
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	55,84%	36,04%

Cuadro N°52: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (07-09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BASADRE Y FORERO	
	CRNL. MENDOZA VIVIENDA PRIVADA	VIVIENDA PRIVADA CRNL. MENDOZA
TRAMO		
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	30,13	28,02
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	14,00	15,00
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	4,15	5,15
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	42,13%	52,28%

Cuadro N°53: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (11-13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	AUGUSTO B. LEGUÍA	
	OVALO TÚPAC AMARU CALLE FRANCIA	CALLE FRANCIA OVALO TÚPAC AMARU
TRAMO		
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	31,45	34,71
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	13,55	12,80
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	3,70	2,95
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	37,56%	29,95%

Cuadro n°54: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (11-13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	AUGUSTO B. LEGUÍA	
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU CALLE FRANCIA	CALLE FRANCIA OVALO TÚPAC AMARU
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	32,78	34,61
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	13,00	12,90
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	3,15	3,05
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	31,98%	30,96%

Cuadro N°55: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (18-20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BOLOGNESI	
TRAMO	LOCAL COMERCIAL PATRICIO MELÉNDEZ	PATRICIO MELÉNDEZ LOCAL COMERCIAL
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	18,77	41,15
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	19,00	11,20
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	9,15	1,35
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	92,89%	13,71%

Cuadro N°56: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (07-09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BOLOGNESI	
	LOCAL COMERCIAL PATRICIO MELÉNDEZ	PATRICIO MELÉNDEZ LOCAL COMERCIAL
TRAMO		
DIRECCIÓN	SE	NO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	15,27	30,49
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (lt/100 km)	20,40	13,95
CONSUMO MÍNIMO	9,85	9,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE	10,55	4,1
PORCENTAJE DE PÉRDIDA	107,11%	41,62%

Cuadro N°57: cuadro de pérdidas de combustible para un auto de 1700 cm<sup>3</sup> (18-20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

#### 4.13.1 COSTOS EN COMBUSTIBLE

En esta parte veremos la parte de costos, los cuales serán calculados teniendo en cuenta la incidencia de las pérdidas de combustible detalladas anteriormente, para lo cual se tomó como referencia 3 distribuidoras de combustible pertenecientes a la Ciudad de Tacna, las cuales son en su mayoría las más empleadas por los conductores:

RAZON SOCIAL	ESTACION DE SERVICIOS "ELISUR"
MARCA	PETROPERU
DIRECCIÓN	INTERSECCIÓN AV. CIRCUNVALACIÓN SUR CON CAL. PROL. GNRAL. SUAREZ
TIPO	PRECIO POR GALÓN (S/.)
COMBUSTIBLE DE 95	11,47
COMBUSTIBLE DE 90	11,41
COMBUSTIBLE DE 84	10,49
DIESEL	10,36
GLP	1,60

Cuadro N° 58: distribuidora de combustible –I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

RAZON SOCIAL	LUBRICENTRO REPSOL
MARCA	REPSOL
DIRECCIÓN	INTERSECCIÓN CAL. HIPOLITO UNANUE CON CAL. ENRIQUE QUIJANO
TIPO	PRECIO POR GALÓN (S/.)
COMBUSTIBLE DE 95	13,15
COMBUSTIBLE DE 90	11,85
COMBUSTIBLE DE 84	10,95
DIESEL	10.35
GLP	1,60

Cuadro N°59: distribuidora de combustible –II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



RAZÓN SOCIAL	LUBRIMAX
MARCA	PECSA
DIRECCIÓN	AV. MANUEL A. ODRÍA CON AV. EJÉRCITO
TIPO	PRECIO POR GALÓN (S/.)
COMBUSTIBLE DE 95	12,47
COMBUSTIBLE DE 90	11,41
COMBUSTIBLE DE 84	10,49
DIESEL	10,35
GLP	1,60

Cuadro N°60: distribuidora de combustible –III

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

TIPO	PRECIO PROMEDIO POR GALÓN (S/.)
COMBUSTIBLE DE 95	12,36
COMBUSTIBLE DE 90	11,56
COMBUSTIBLE DE 84	10,64
DIESEL	10,35
GLP	1,60

Cuadro N°61: precio promedio distribuidoras de combustible

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

### Calculo de Combustible (S/.)

Tomamos como muestra, una de las principales avenidas de estudio (Av. Pinto), del CUADRO 51, tomamos los siguientes datos:

- Tramo: Plaza Vigil – Coronel Mendoza

- Velocidad Promedio: 25,44 km/hora
- Perdida de Combustible: 5,65 lt/100 km

De acuerdo a los datos antes descritos, se tiene que con una velocidad promedio de 25,44 km/h se tiene una pérdida de combustible equivalente a 5,65 litros, cada 100 km de recorrido.

Entonces tomando los costos de precio promedio del CUADRO 57-4 tenemos los siguientes resultados:

Primero convertimos 5,65 litros equivalen a 1,49 galones.

- Para un combustible de 95 octanos:  
Costo 1 =  $(12,36 * 1,49) = S/. 18,41$
- Para un combustible de 90 octanos:  
Costo 2 =  $(11,56 * 1,49) = S/. 17,22$
- Para un combustible de 84 octanos:  
Costo 3 =  $(10,64 * 1,49) = S/. 15,85$

Si consideramos que diariamente un vehículo recorre en promedio 10 km, tendríamos un total de 300 km de recorrido al mes, y la perdida de combustible anual quedaría de la siguiente manera:

Perdida de Combustible Anual =  $(12 * 5,65 * 3) = 203,4$  litros; lo que equivale a 53,73 galones perdidos por año.

- Para un combustible de 95 octanos:  
Costo 1 =  $(12,36 * 53,73) = S/. 664,10$
- Para un combustible de 90 octanos:  
Costo 2 =  $(11,56 * 53,73) = S/. 621,12$
- Para un combustible de 84 octanos:  
Costo 1 =  $(10,64 * 53,73) = S/. 571,69$

Como podemos ver, anualmente se pierde en promedio S/. 618,97 nuevos soles en combustible, lo que podría evitarse, si se consideraran mejorar el tránsito vehicular en la ciudad de Tacna.

A continuación presentamos cuadros y graficas de cálculos de pérdida de combustible traducida en costos (S/.), de las avenidas principales de la ciudad de Tacna, considerando las horas de máxima demanda (donde la pérdida de combustible sea mayor), asimismo para efectos del cálculo solo consideramos principalmente el combustible de 95, 90 y 84 octanos:

AVENIDA	GUSTAVO PINTO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	25,44
TRAMO	PLAZA VIGIL - CORONEL MENDOZA
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE (gl/100km)	1,49
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	18,41
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	17,22
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	15,85
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE ANUAL (gl)	53,73
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	664,10
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	621,12
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	571,69
COSTO DE COMBUSTIBLE ANUAL PROMEDIO (S/.)	<b>618,97</b>

Cuadro N°62: gastos en combustible -I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

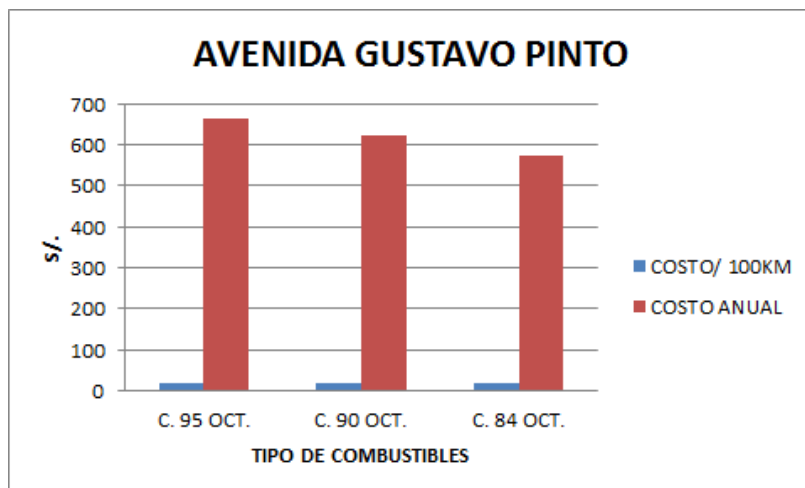


Grafico N°5: gastos en combustible –I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BASADRE Y FORERO
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	26,39
TRAMO	CORONEL MENDONZA - VIVIENDA PRIVADA
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE (gl/100 km)	0,98
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	17,92
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	16,76
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	15,43
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE ANUAL (gl)	52,31
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	646,55
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	604,70
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	556,58
COSTO DE COMBUSTIBLE ANUAL PROMEDIO (S/.)	<b>602,61</b>

Cuadro N°63: gastos en combustible –II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

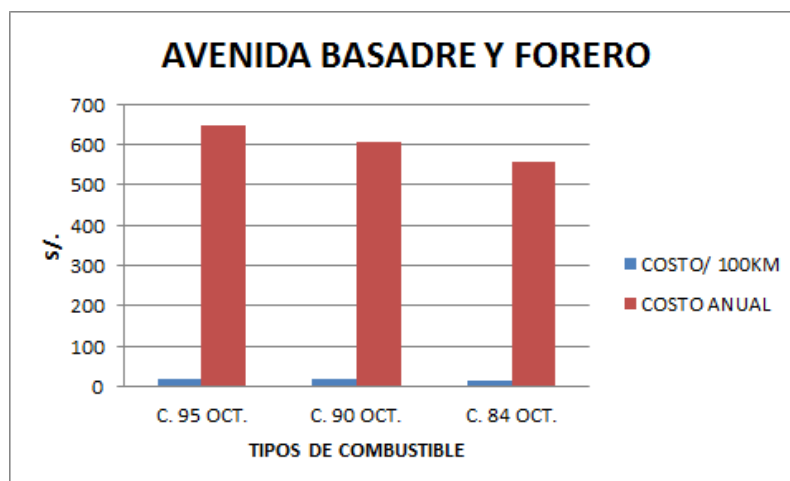


Grafico N°6: Gastos En Combustible –II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	AUGUSTO B. LEGUÍA
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	31,45
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU - CALLE FRANCIA
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE (gl/100 km)	1,45
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	12,11
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	11,33
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	10,43
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE ANUAL (gl)	35,19
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	434,95
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	406,80
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	374,42
COSTO DE COMBUSTIBLE ANUAL PROMEDIO (S/.)	<b>405,39</b>

Cuadro N°64: Gastos En Combustible –III

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

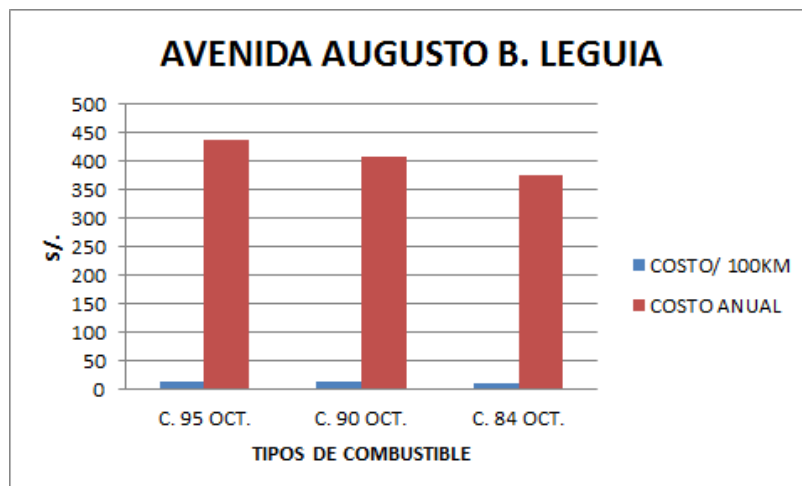


Grafico N°7: gastos en combustible –III

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	BOLOGNESI
VELOCIDAD PROMEDIO (km/h)	15,27
TRAMO	LOCAL COMERCIAL - PATRICIO MELÉNDEZ
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE (gl/100 km)	2,79
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	34,48
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	32,25
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	29,69
PÉRDIDA DE COMBUSTIBLE ANUAL (gl)	100,33
COSTO COMBUSTIBLE DE 95 (S/.)	1240,08
COSTO COMBUSTIBLE DE 90 (S/.)	1159,81
COSTO COMBUSTIBLE DE 84 (S/.)	1067,51
COSTO DE COMBUSTIBLE ANUAL PROMEDIO (S/.)	<b>1 155,80</b>

Cuadro n°65: gastos en combustible –IV

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

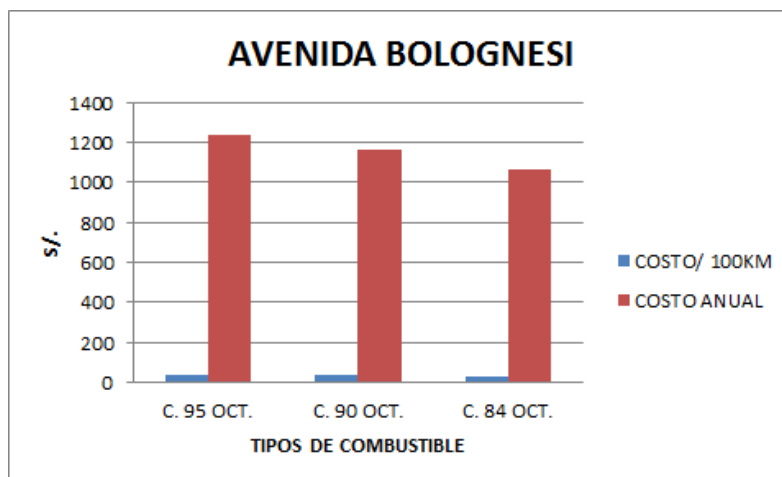


Grafico n°8: gastos en combustible –IV

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

#### **4.14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

De los cuadros y resultados obtenidos podemos concluir que:

- Los autos tienen velocidades que van desde los 0 a 48 km/h, teniendo como promedio general de 25 a 40 km. /hora, las que resultan bajas teniendo en cuenta que los autos normalmente están diseñados para recorrer velocidades superiores a los 90 km/h.
- Los omnibuses alcanzan velocidades de 0 a 35 km. /hora teniendo como promedio general de 20 a 32 km/h, lo que definitivamente trae consigo un considerable gasto de combustible, así como también la pérdida de tiempo.
- El promedio de la velocidad de las principales vías en estudio es de 27 km/h para autos, esta velocidad para un auto de 1,700 cc., nos da un consumo de combustible aproximado de 14 l /100 km (3.7 gls. / 100 km.).
- El consumo mínimo de combustible se lograría a una velocidad de 60 km/h, con un consumo de 9.85 l /100 km. (2.6 gls. /100 km.), esto es el 70% menos que el consumo anterior, por ello es muy necesario tener vías de rápidas, descongestionando aquellas que permitan llegar a dichas velocidades, asimismo mejorar las existentes para reducir el gasto de combustible, que a su vez elevará el costo de operación de los autos en la ciudad de Tacna.



- Como sabemos hay normas de tránsito que regulan la velocidad con la que circulan los vehículos, sin embargo muchas veces estas no se cumplen, sea por exceso de velocidad y/o en otros casos por el congestionamiento vehicular, por ello vemos la importancia de tener vías de alta velocidad que permitan obtener un mayor ahorro de tiempo y de combustible, especialmente en los omnibuses de transporte público.

- La pérdida de combustible mostrada en dinero, vemos que tiene valores alcanzando llegando en casos a valores superiores a los 1000 soles al año (Av. Coronel Bolognesi), lógicamente el cálculo está hecho para casos en congestión máxima; aun así tiene un promedio superior a 600 soles al año promediando las 4 Avenidas en estudio (S/. 618,97 Avenida Gustavo Pinto, S/. 602,61 Avenida Basadre y Forero, S/. 405,39 Avenida Augusto B. Leguía, S/. 1155,80 Avenida Coronel Bolognesi). Así mismo cabe resaltar que dichos valores están siendo calculados en autos con motor de 1700cm<sup>3</sup>.

## **CAPITULO V**

### **CONGESTIONAMIENTO Y PUNTOS CRÍTICOS EN LAS AVENIDAS EN ESTUDIO**

#### **5.1. ASPECTOS GENERALES**

Uno de los objetivos fundamentales de la ingeniería de tránsito, es la que nos orienta a planear, diseñar y operar los diversos sistemas viales, de forma tal, que las demoras inducidas a los usuarios sean las mínimas posibles.

Existen periodos de máxima demanda, donde el flujo vehicular se vuelve deficiente con pérdidas de velocidad, lo que conlleva a que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a presentarse grandes niveles de congestión con las demoras y colas respectivas.

Las demoras pueden presentarse de diversas maneras, sea por los semáforos de control, señales de tránsito, accidentes entre otros.

Para analizar cómo encuentra el sistema vial en una avenida, es necesario conocer y entender la problemática del congestiónamiento, así como los accidentes de tránsito en dicha avenida.

El congestionamiento de un camino o de una vía, puede ser medido haciendo una comparación de éste, con otra que funcione en condiciones ideales y en unidades de velocidad, y tiempos de retardo; en cambio los accidentes de tránsito se pueden conocer mediante Estadística (INEI, Otros), la cual es llevada seriamente por las autoridades y órganos competentes.

Ambos factores, congestión y accidentes de tránsito, nos dan a conocer qué puntos críticos son los que afectan a nuestra avenida en estudio, lo cual será necesario como parte del diagnóstico, para prever futuras alternativas de solución.

## **5.2. DEFINICIÓN DE CONGESTIONAMIENTO**

El congestionamiento se debe a que en los periodos de máxima demanda, la velocidad del flujo vehicular se va reduciendo, logrando así que el sistema tienda a saturarse, lo que da origen a las demoras como se mencionó anteriormente. Se entiende también por congestionamiento como: movimiento defectuoso, saturación, pérdida de velocidad, todo ello en consecuencia de un movimiento deficiente.

Asimismo para conocer el grado de congestionamiento de una vía o camino, se tiene que conocer primero el tiempo de recorrido, el tiempo de retardo, además la velocidad de recorrido total, que nos permitirá conocer las condiciones de fluidez.

Como se mencionó anteriormente, el tiempo de recorrido es aquel tiempo, durante el cual el vehículo está en movimiento, mientras que el tiempo de retardo es aquel tiempo, en el cual el vehículo se encuentra detenido, este último tiempo puede ser originado por cruce de peatón, luz roja del semáforo, ómnibus dejando o recogiendo pasajeros, entre otros.

### **5.3. MÉTODOS DE MEDICIÓN**

Existen tres métodos para obtener los tiempos de recorrido, tiempo de retardo y velocidad que se traduce en congestionamiento, los cuales se describen brevemente a continuación:

#### **MÉTODO DE OBSERVACIONES A UNA DETERMINADA ALTURA**

Desde un edificio o en algún punto muy alto, se miden los tiempos de recorrido, de los vehículos que transitan durante el flujo del tránsito sobre un trayecto, cuya longitud se debe medir previamente, ayudados con un cronómetro, se toma el tiempo que tarda cada vehículo en recorrer la

longitud total y con otro cronómetro se miden los tiempos de retardo durante cada intervalo de tiempo que haga alto por cualquiera que sea la causa.

### **MÉTODO DEL VEHÍCULO DE PRUEBA**

Este método ya se vio en el capítulo anterior y es idéntico. Este método nos sirve para determinar la velocidad de recorrido total, por lo tanto, el conductor conduce el vehículo normalmente a lo largo de la vía, mientras que el observador anota todos los tiempos de recorrido y de retardo, asimismo, las causas de todas las demoras que se presenten.

### **MEDICIONES DENTRO DEL FLUJO**

En este método el observador forma parte del flujo de tránsito, pero no se mide a sí mismo, lo que hace es realizar el recorrido varias veces y cada vez que lo hace, escoge el vehículo o vehículos más cercanos a él, anotando sus tiempos totales y de retardo.

#### **5.4. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN A USAR**

De los tres métodos, el primer método no se ajusta a nuestro estudio, porque no existe un edificio tan alto que pudiera facilitar dicho estudio y la accesibilidad a él no sería posible de forma permanente para cada caso.

Por otro lado, el tercer método no satisface los requerimientos, ya que no todos los vehículos hacen el recorrido completo, por lo que escogimos el segundo (Método del Vehículo de Prueba) por ser el más adecuado ya que se ajusta a nuestro estudio, debido que nos permite hacer un viaje de principio a fin, donde se van midiendo los tiempos de recorrido y de retardo.

Para el estudio se escogieron diversos horarios, en la mañana de 7:00 – 9:00 h, por la tarde de 11:00 a 13:00 h y por la noche de 18:00 a 20:00 h, por ser los más cargados.

## **5.5. DEMORAS**

Las demoras pueden ocurrir por causa de los dispositivos para el control de tránsito (señales de tránsito, semáforos, etc.), o bien por el control ejercido por un policía de tránsito en cumplimiento de sus funciones y también están los ocasionados por el mismo flujo de tránsito.

Las principales causas de demoras son:

- |   |    |
|---|----|
| - Congestionamiento general                   | CG |
| - Estacionamiento en doble fila               | ED |
| - Ingreso de vehículos en intersección        | I  |
| - Omnibuses de pasajeros cargado o descargado | OP |

- Peatones PEA
- Semáforo S
- Señal alto SA
- Vehículos estacionados VE
- Vuelta a la izquierda VI

Las influencias de todas estas causas pueden medirse como una relación de demora.

Según OISEVI (Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial) nos presenta los límites legales de velocidad, siendo los del Perú los siguientes:

PAÍS	AUTOPISTA	CARRETERA	CIUDAD	INFORMACIÓN ADICIONAL
	70	70	-	Transportes de mercancías peligrosas y escolar.
	80	80	-	Transporte de carga y mercancías y automotores con casa rodante acoplada.
	90	90	-	Transporte de pasajeros y casas rodantes.
	100	100	-	Automóviles, camionetas y motocicletas.
R. DEL PERÚ	-	30	30	Zona Escolar y hospitales.
	-	-	30	Intersecciones urbanas no semaforizadas.
	-	-	40	Calles y Jirones.
	-	-	40	Avenidas.
	-	-	80	Vías Expresas.

Cuadro N°66: límites legales de velocidad de Perú

Fuente: OISEVI

Como se trata de una avenida, escogemos la velocidad de 40 km/h como si el flujo fuera continuo.

## 5.6. CUADROS Y GRÁFICAS DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y TIEMPOS DE RETARDO

A continuación presentamos los cuadros resumen de porcentajes de demora en el tránsito vehicular y los cuadros resumen de congestión vial para Omnibuses que circulan por el casco urbano de Tacna (avenidas en estudio).

AVENIDA		GUSTAVO PINTO				BASADRE Y FORERO			
DIRECCIÓN		SE		NO		SE		NO	
DEMORAS	CAUSA	T	%	T	%	T	%	T	%
	CG	3,12	1,30	4,54	1,48	-	-	47,32	30,22
	I	-	-	-	-	-	-	-	-
	OP	177,24	74,13	240,43	78,67	127,44	72,98	74,13	47,32
	PEA	2	0,84	5	1,64	3	1,72	5	3,19
	S	56,74	23,73	55,65	18,21	44,19	25,30	30,2	19,27
	VE	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	<b>239,1</b>	<b>100</b>	<b>305,62</b>	<b>100</b>	<b>174,63</b>	<b>100</b>	<b>156,65</b>	<b>100</b>	

Cuadro n°67: porcentajes de demora – I

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



AVENIDA		AUGUSTO B. LEGUÍA				AV. BOLOGNESI			
DIRECCIÓN		SE		NO		SE		NO	
DEMORAS	CAUSA	T	%	T	%	T	%	T	%
	CG	-	-	-	-	3,23	1,78	17,53	7,37
	I	-	-	16,39	40,03	-	-	-	-
	OP	19,22	42,49	22,56	55,09	139,5	77,15	158	66,37
	PEA	5	11,05	2	4,88	6	3,32	7	2,94
	S	21,02	45,46	-	-	32,09	17,75	55,52	23,32
	VE	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>45,24</b>	<b>100</b>	<b>40,95</b>	<b>100</b>	<b>180,82</b>	<b>100</b>	<b>238,05</b>	<b>100</b>	

Cuadro n°68: porcentajes de demora – II

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		GUSTAVO PINTO	
TRAMO		PROLONG. SAN CAMILO BOLOGNESI	AV. LEGUÍA AV. CIRCUNVALACIÓN NORTE
DISTANCIA (km)		0,807	1,24
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		167,74	199,87
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	3,12	2,61
	I	-	-
	OP	92,1	112,73
	PEA	-	-
	S	23,9	31,22
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		286,86	346,43
$\Sigma$ total (s)		633,29	

Cuadro n°69: resumen de congestionamiento – I (18- 20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		GUSTAVO PINTO	
TRAMO		PROLONG. SAN CAMILO BOLOGNESI	AV. LEGUIA AV. CIRCUNVALACIÓN NORTE
DISTANCIA (km)		0,807	1,2
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		136,2	160,84
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	-	1,93
	I	-	-
	OP	85,14	127,7
	PEA	-	-
	S	32,84	24,43
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		254,18	314,9
$\Sigma$ total (s)		633,29	

Cuadro n°70: resumen de congestionamiento – II (11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		BASADRE Y FORERO	
TRAMO		CAL. TARAPACA CA. SAN MARTIN PORRES	CAL. R. HOYOS RUBIO AV. VIGIL
DISTANCIA (km)		1,63	1,63
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		127,83	254,34
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	-	6,49
	I	-	-
	OP	105,65	47,34
	PEA	-	-
	S	25,05	4,44
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		258,53	312,61
$\Sigma$ total (s)		571,14	

Cuadro n°71: resumen de congestionamiento – III (07- 09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		BASADRE Y FORERO	
TRAMO		CAL. TARAPACA CA. SAN MARTIN PORRES	CAL. R. HOYOS RUBIO AV. VIGIL
DISTANCIA (km)		1,63	1,63
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		218,82	232,85
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	-	40,83
	I	-	-
	OP	21,79	26,79
	PEA	-	-
	S	19,14	25,76
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		259,75	326,23
$\Sigma$ total (s)		585,98	

Cuadro n°72: resumen de congestionamiento – IV (11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		AUGUSTO B. LEGUÍA	
TRAMO		OVALO TÚPAC AMARU AV. PINTO	CA. 2 DE DICIEMBRE OVALO TÚPAC AMARU
DISTANCIA (km)		0,539	0,191
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		111,76	41,32
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	-	-
	I	-	10,12
	OP	9,19	8,17
	PEA	-	-
	S	11,79	-
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		132,74	59,61
$\Sigma$ total (s)		192,35	

Cuadro n°73: resumen de congestionamiento – V (11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		AUGUSTO B. LEGUÍA	
TRAMO		OVALO TÚPAC AMARU AV. PINTO	CA. 2 DE DICIEMBRE OVALO TÚPAC AMARU
DISTANCIA (km)		0,539	0,191
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		119,19	33,67
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	-	-
	I	-	6,27
	OP	10,03	14,38
	PEA	-	-
	S	9,23	-
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		138,45	54,32
$\Sigma$ total (s)		192,77	

Cuadro n°74: resumen de congestionamiento – vi (18- 20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		AV. BOLOGNESI	
TRAMO		CALLE ARICA AV. BASADRE Y FORERO	CA. MOQUEGUA CALLE ARICA
DISTANCIA (km)		2,42	0,891
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		323,79	105,9
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	2,88	3,23
	I	-	-
	OP	82,35	52,23
	PEA	-	-
	S	25,36	19,43
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		434,38	180,79
$\Sigma$ total (s)		615,17	

Cuadro n°75: resumen de congestionamiento – VII (07- 09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA		AV. BOLOGNESI	
TRAMO		CALLE ARICA AV. BASADRE Y FORERO	CA. MOQUEGUA CALLE ARICA
DISTANCIA (km)		2,42	0,891
DIRECCIÓN		SE	NO
TIEMPO RECORRIDO		176,06	163,27
TIEMPO DE RETARDO (s)	CG	14,65	-
	I	-	-
	OP	75,65	87,27
	PEA	-	-
	S	30,16	12,66
	VE	-	-
TIEMPO PARCIAL (s)		296,52	263,2
$\Sigma$ total (s)		559,72	

Cuadro n°76: resumen de congestionamiento – VIII (11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

## 5.7. CUADROS DE PORCENTAJE DE AHORRO EN TIEMPO

Para el cálculo de los cuadros de porcentaje de ahorro en tiempo para una velocidad de 40 km/hora en omnibuses se procederá de la siguiente manera:

- Del cuadro resumen de velocidad de recorrido total que se encuentra en el Capítulo III, se obtuvo el tiempo parcial de recorrido. Por ejemplo en la Av. Gustavo Pinto, en el Tramo: Prolong. San Camilo – Bolognesi, en la Dirección Sur – Este (SE), tenemos 286,86 s .

-Luego Calculamos el tiempo normal de recorrido mediante la siguiente relación:

$$T = \frac{e}{v} = \frac{0,807}{40} \times 3,600 = 72,63 \text{ s} .$$

- Finalmente hallamos la diferencia de tiempos y luego lo calculamos en porcentaje, el cual representa el tiempo de ahorro:

$$T (\text{ahorro}) = 286,86 - 72,63 = 214,23 \text{ s} .$$

$$286,86 \text{ ----- } 100\% \quad x = (214,23 \times 100) / 286,86$$

$$214,23 \text{ ----- } x \quad x = 74,68 \%$$

A continuación se presentan los cuadros de porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h para omnibuses en las principales avenidas:

AVENIDA	GUSTAVO PINTO	
	PROLONG. SAN CAMILO BOLOGNESI	AV LEGUIA AV. CIRCUNVALACIÓN NORTE
TRAMO		
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,807	1,24
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	286,86	346,43
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	72,63	111,60
% DE AHORRO EN TIEMPO	74,68	67,78

Cuadro n°77: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h – I  
(18- 20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>GUSTAVO PINTO</b>	
TRAMO	PROLONG. SAN CAMILO BOLOGNESI	AV LEGUÍA AV. CIRCUNVALACIÓN NORTE
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,807	1,2
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	254,18	314,9
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	72,63	108
% DE AHORRO EN TIEMPO	71,42	65,70

Cuadro n°78: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h - II  
(11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>BASADRE Y FORERO</b>	
TRAMO	CAL. TARAPACA CA. SAN MARTIN DE PORRES	CAL. R. HOYOS RUBIO AV. VIGIL
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	1,63	1,63
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	258,53	312,61
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	146,7	146,7
% DE AHORRO EN TIEMPO	43,25	53,07

Cuadro n°79: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h –III  
(07- 09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>BASADRE Y FORERO</b>	
TRAMO	CAL. TARAPACA CA. SAN MARTIN DE PORRES	CAL. R. HOYOS RUBIO AV. VIGIL
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	1,63	1,63
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	259,75	326,23
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	146,7	146,7
% DE AHORRO EN TIEMPO	43,52	55,03

Cuadro n°80: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h – iv  
(11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AUGUSTO B. LEGUIA</b>	
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU AV. PINTO	CA. 2 DE DICIEMBRE OVALO TÚPAC AMARU
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,539	0,191
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	132,74	59,61
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	48,51	17,19
% DE AHORRO EN TIEMPO	63,45	71,16

Cuadro n°81: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h – v  
(11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo



AVENIDA	<b>AUGUSTO B. LEGUÍA</b>	
TRAMO	OVALO TÚPAC AMARU AV. PINTO	CA. 2 DE DICIEMBRE OVALO TÚPAC AMARU
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	0,539	0,191
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	138,45	54,32
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	48,51	17,19
% DE AHORRO EN TIEMPO	64,96	68,35

Cuadro n°82: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h – VI  
(18- 20 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AV. BOLOGNESI</b>	
TRAMO	CALLE ARICA AV. BASADRE Y FORERO	CA. MOQUEGUA CALLE ARICA
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	2,42	0,891
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	434,38	180,79
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	217,8	80,19
% DE AHORRO EN TIEMPO	49,85	55,64

Cuadro n°83: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/h – VII  
(07- 09 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

AVENIDA	<b>AV. BOLOGNESI</b>	
TRAMO	CALLE ARICA AV. BASADRE Y FORERO	CA. MOQUEGUA CALLE ARICA
DIRECCIÓN	SE	NO
DISTANCIA (km)	2,42	0,891
TIEMPO PARCIAL DE RECORRIDO (s)	296,52	263,20
TIEMPO NORMAL CON VELOCIDAD 40 KM/H (s)	217,8	80,19
% DE AHORRO EN TIEMPO	26,54	69,53

Cuadro n°84: porcentaje de ahorro en tiempo a una velocidad de 40 km/k – VIII  
(11- 13 h).

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

## **5.8. PERDIDA QUE SE TRADUCE EN HORAS – HOMBRE**

De lo visto anteriormente, se puede ver como el congestionamiento arroja pérdidas de tiempo que es traducido en horas-hombre.

Se tiene pues que circulan 88 556 vehículos durante 13 horas de estudio por las principales vías de la ciudad de Tacna (Cuadro 33), asumiremos que el espacio recorrido sea de 25 km. diarios aproximadamente para todas las vías de estudio, haciendo un total de 2 213 900 vehículos kilómetros diarios.

Entonces, tomando los resultados obtenidos de los estudios de velocidad capítulos atrás, tenemos que velocidad de recorrido total promedio de 27 km/h y una velocidad continua de 40 km/h en condiciones normales.

Luego, para conocer el consumo de tiempo tenemos:

$$t = \frac{2\ 213\ 900}{27} = 81\ 996\ h.$$

$$t_1 = \frac{2\ 213\ 900}{40} = 55\ 347\ h.$$

De los tiempos obtenidos anteriormente, se restan ambos tiempos y se obtiene una pérdida de 26 649 horas vehículo diariamente.

Por teoría, sabemos que se tiene un promedio de 4 a 5 personas por vehículo (autos), teniendo en cuenta ello, multiplicamos la cantidad de horas vehículo perdidas diariamente por el número de personas y obtenemos lo siguiente:

$$26\ 649 \times 5 = 133\ 245\ \text{Horas hombre perdida diariamente.}$$

## **5.9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

A continuación, presentamos un resumen de las principales causas de congestionamiento identificado por sus códigos respectivos.

Nº	VÍAS	CAUSAS DEL CONGESTIONAMIENTO		
		CG	OP	S
1	AV. GUSTAVO PINTO	CG	OP	S
2	AV. BOLOGNESI	CG	OP	S
3	AV. BASADRE Y FORERO	CG	OP	S
3	AV. AUGUSTO B. LEGUÍA	I	OP	S

Cuadro nº85: resumen causas congestionamiento principales vías

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

- De los cuadros resumen de congestionamiento, vistos anteriormente podemos apreciar que las causas de mayor congestionamiento son provocadas por los omnibuses que dejan o recogen pasajeros (OP), Congestionamiento General (CG), y semáforos (S), en algunos casos también se identificaron Peatones (PEA), que no fueron tan incidentes y que solo fueron tomados en cuenta en los cuadros % de retardo.

- En el siguiente cuadro se muestra el ahorro que se obtendría en el tiempo de recorrido de los omnibuses si se logran disminuir las demoras en las vías y que estos alcancen una velocidad de recorrido de 40 km/h para las avenidas y de 30 km/h para las calles céntricas. El ahorro de tiempo esta expresado en porcentajes.

Nº	VÍAS	DIRECCIÓN		PROMEDIO
		SE	NO	
1	AV. GUSTAVO PINTO	71,42	65,70	68,56
2	AV. BOLOGNESI	26,54	69,53	48,03
3	AV. BASADRE Y FORERO	43,52	55,03	49,27
3	AV. AUGUSTO B. LEGUÍA	63,45	71,16	67,30

Cuadro n°86: % promedio de ahorro en tiempo principales vías

Fuente: Datos obtenidos con aforos en campo

- Del cuadro 77, podemos deducir que de un promedio general de todas las vías estudiadas obtendríamos un 58% de ahorro de tiempo.
- De todo lo anterior se muestra que hay gran pérdida de tiempo que se traduce en pérdidas de Horas-Hombre y de Horas-Vehículo, dicha pérdida es diaria y por el momento no es controlable pero si mitigable.

## **CAPÍTULO VI**

### **CAPACIDAD VIAL EN LAS AVENIDAS EN ESTUDIO**

#### **6.1. DEFINICIÓN DE CAPACIDAD VIAL**

Es aquel número máximo de vehículos que puede transitar por un punto o tramo uniforme de una vía en los dos sentidos, en un periodo determinado de tiempo, en las condiciones imperantes de la vía y el tránsito que circula por ella.

#### **6.2. CAPACIDAD EN TRAMOS RECTOS**

En una ciudad existen vías de rápido acceso, como también calles y avenidas por las cuales la circulación es menos rápidas. Es por esta razón que la capacidad se puede medir para dos condiciones:

- a) Capacidad en condiciones de circulación continua o ininterrumpida.
- b) Capacidad en caso de circulación discontinua o intermitente.

El concepto de nivel de Servicio, tal a como lo define el Manual de Capacidad, es de carácter general para cualquier vía pública. Los criterios

básicos para la definición de la gama de situaciones que corresponden a cada nivel que se describirá más adelante, son también válidos para cualquier tipo de vía. Sin embargo, la aplicación específica de aquellos criterios básicos, debe hacerse de acuerdo con las características y función de cada vía a cuyos efectos se distinguen los grupos siguientes:

- a) Autopistas y Autovías.
- b) Vías interurbanas sin control de accesos.
  - Carreteras de cuatro o más carriles.
  - Carreteras de dos carriles.
  - Carreteras de tres carriles.
- c) Vías urbanas.
  - Calles arteriales.
  - Calles céntricas.

Para cada una de ellas se determinan las intensidades de servicio y las capacidades básicas de cada elemento, de forma que todos están equilibrados, aunque no implica que su funcionamiento se produzca siempre en condiciones idénticas. Se dan también algunos criterios para la selección del nivel de servicio más conveniente, de forma que una vez

conocida la demanda, puedan establecerse las características más adecuadas para cada uno de los elementos que componen la vía.

El presente estudio será tratado en condiciones de circulación Discontinua o Intermitente y estará dentro de la clasificación de vías urbanas, específicamente de Calles Arteriales.

### **6.3. CAPACIDAD EN CONDICIONES DE CIRCULACIÓN CONTINUA O ININTERRUMPIDA.**

Las condiciones ideales en la que se alcanzan los mayores valores de la capacidad son:

- a) Circulación continúa sin fricciones laterales con vehículos o peatones.
- b) Circulación solo compuesta de vehículos ligeros, con ausencia total de camiones pesados, autobuses, motos o vehículos especiales.
- c) Carriles de 3,50m de anchura y arcenes libres de obstáculos en la anchura mínima de 1,80m.



Pocas veces se dan estas condiciones ideales, pero se cumplen, puede estimarse que la capacidad por carril en una calzada de sentido único, de dos o más carriles es del orden de 2,000 vehículos/hora.

### **FORMAS DE MEDIR LA CAPACIDAD.**

La capacidad puede ser medida de dos formas: Cuantitativa y Cualitativamente.

#### a) FORMA CUANTITATIVA.

$$VS = 2,000N \times \left(\frac{Vol}{C}\right)WTB$$

VS=Volumen de Servicio Veh./hora o Intensidad de servicio.

N= Número de carriles en un sentido.

V/C=Relación volumen capacidad.

W= Factor de ajuste por anchura de carril y claro lateral libre.

T=Factor de ajuste para camiones equivalentes en automóviles.

B=Factor de ajuste para ómnibus equivalentes en automóviles.

Los valores W, T, B se obtienen mediante tablas contenidas en el Manual de Capacidad de 2010.

Esta forma, lógicamente, se aplica a vías ininterrumpidas con velocidades superiores a 50km/h.

$$C = \frac{V}{S} \times (1,000)$$

C= Capacidad.

V= Velocidad en km/h.

S= Separación media mínima en metros entre las partes frontales de dos vehículos sucesivos, para una determinada velocidad.

Las variables V y S no son independientes. El valor de S es función de tres aspectos que se tienen que tomar en cuenta.

$$S = a + bv + cv^2$$

a = Longitud de los vehículos.

b = Tiempo de reacción de los conductores.

c= Distancia de frenado.

En el estudio realizado en Inglaterra por R.J. Smeed se encontró la siguiente fórmula para separación de vehículos en función de la velocidad.

$$S = 5,35 + 0,22V + 0,000094 V^2$$

b) FORMA CUALITATIVA

La manera de obtener la capacidad es por medio del llamado nivel de servicio, que más adelante definiremos.

#### **6.4. CAPACIDAD EN CASO DE CIRCULACIÓN DISCONTINUA O INTERMITENTE**

En una ciudad, excepto en las autopistas urbanas, raras veces la circulación es continua ya sea por las frecuentes intersecciones o por los obstáculos que constantemente surgen a lo largo de las calles.

Si la circulación es discontinua, existen tantas variables que es muy difícil establecer cifras tan concretas como en el caso de circulación continua, siendo preciso analizar con mayor detalle las circunstancias de cada situación.

El manual de Capacidad únicamente establece con carácter general las dos limitaciones siguientes:

- a) Raras veces pueden pasar por una vía más de 2,000 vehículos-tipo por carriles y hora real, dependen del porcentaje de luz verde en cada movimiento.
- b) Cuando los vehículos están parados por cualquier interrupción no es normal que se muevan a un ritmo superior a 1,500 vehículos/hora por carril y hora de luz verde.

Las capacidades por hora real dependen del porcentaje de luz verde en cada movimiento.

## **MÉTODOS PARA MEDIR LA CAPACIDAD**

La capacidad en caso de Circulación Discontinua, también puede ser medida de dos formas: Cuantitativas y Cuantitativamente.

Para el caso de capacidad en tramos rectos sólo emplearemos el nivel de servicio en que se encuentran los tramos rectos de nuestras avenidas en estudio.

#### a) Niveles de servicio

- Definición.

Se entiende por nivel de servicio una medida cualitativa del funcionamiento de una vía que tienen en cuenta un conjunto de factores.

- Factores que afectan la determinación de los Niveles de servicio.

En general cuando la intensidad de tráfico en una vía alcanza valores próximos a su capacidad, se circula mal por ella, la velocidad es baja, hay paradas frecuentes y el conductor está sometido a una tensión molesta.

Si se desea mantener un cierto nivel de Servicio, la intensidad compatible con un determinado nivel de servicio se denomina “Intensidad de Servicio” para ese nivel.

El Usuario de la calle no tiene conciencia exacta del número de vehículos que están pasando por ella, pero si el efecto de restricción que estos vehículos producen a su libertad de maniobra.

Para hacer más sistemático el tratamiento de las diversas circunstancias que intervienen en este fenómeno, el Manual de Capacidad recomienda

como hipótesis ideal, definir el nivel de servicio teniendo en cuenta los siguientes factores:

- a) Velocidad y tiempo de recorrido, considerando no solo la velocidad instantánea, sino el tiempo necesario para recorrer un tramo.
- b) Interrupciones de tráfico, es decir, número de paradas por kilómetro y su duración, así como la magnitud y frecuencia de los bruscos cambios de velocidad necesarios para mantenerse en la corriente de tráfico.
- c) Libertad de maniobra para mantener la velocidad deseada.
- d) Seguridad, no solo incluyendo los índices de accidentes sino el peligro potencial.
- e) Comodidad en la conducción.
- f) Economía, es decir el costo directo que supone recorrer un tramo.

Todos estos factores resultan ser tan complicados puesto que no existe la suficiente experiencia de comparar elementos tan heterogéneos.

El Manual justifica el criterio de basar la identificación de los niveles de servicio solo en el primero de los factores, es decir, en la velocidad o tiempo empleado en recorrer un tramo. El Manual recomienda añadir un segundo criterio el cual es la relación entre la intensidad de servicio y la capacidad, o de la intensidad de tráfico prevista y la capacidad (índice de Servicio o Relación  $i/c$ ).

- Condiciones que definen los niveles de servicio
  - El manual de capacidad establece con carácter general sus niveles de servicios, que comprenden todas las situaciones de tráfico que se pueden producir, aunque, por supuesto, podrían haberse considerado otros niveles intermedios. Los seis niveles de servicio se identifican por las letras A F.
1. Nivel de servicio A: Corresponde a una situación de tráfico fluido, con intensidad de tráfico baja y velocidades altas, sólo limitadas por las condiciones físicas de la vía. Los conductores no se ven forzados a mantener una determinada velocidad por causa de otros vehículos.
  2. Nivel de servicio B: corresponde a una circulación estable, es decir, que no se producen cambios bruscos en la velocidad, aunque ésta ya comienza a ser condicionada por los otros vehículos, pero los conductores pueden mantener velocidades de servicio razonables y, en general, eligen el carril por donde circulan.
  3. Nivel de servicio C: Corresponde también a una circulación estable, pero la velocidad y la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del tráfico. Los adelantamientos y cambios de carril son más difíciles, aunque las condiciones de circulación son todavía muy tolerables. El límite de velocidad que define este nivel, coincide en general con el que se recomienda para el dimensionamiento de arterias urbanas.

4. Nivel de servicio D: Corresponde a situaciones que empiezan a ser inestable, es decir, que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad, y la maniobrabilidad de los conductores está ya muy restringida por el resto del tráfico. En esta situación, unos pequeños aumentos de intensidad obligan a cambios importantes en la velocidad. Aunque la conducción ya no resulte cómoda, esta situación puede ser tolerable durante periodos muy largos.
5. Nivel de servicio E: supone que la intensidad de tráfico es ya próxima a la capacidad de la vía. Las detenciones son frecuentes, siendo inestables o forzadas las condiciones de circulación.
6. Nivel de servicio F: corresponde a una circulación muy forzada, a velocidades bajas y con colas frecuentes que obligan a detenciones que pueden ser prolongadas.

El extremo de este nivel F es la absoluta congestión de la vía, lo que normalmente se alcanza durante las horas punta en muchas vías céntricas de las grandes ciudades.

#### B) FACTOR DE HORA PUNTA PROBABLE:

$$F_{HP} = \frac{I}{4 I_{15 \max}}$$

$F_{HP}$  = Factor de hora punta.



I= Intensidad horaria máxima (hora punta).

$I_{15 \text{ máx.}}$ = Intensidad máximas registrada durante 15 minutos consecutivos dentro de la hora punta.

Además de las variaciones que se producen en la intensidad de tráfico a lo largo del día, se puede observar dentro de cada hora, y especialmente en la hora punta, variaciones más o menos grandes. Ante este hecho es muy importante tener una medida que refleje la uniformidad del tránsito.

Este factor de hora punta es distinto al que se utiliza en estudios de autopistas, en los que el periodo considerado dentro de la hora es de cinco minutos.

### C) ÍNDICE DE SERVICIO:

Es el número máximo de vehículos compatible con un nivel de servicio, se calcula por la relación:

$$\text{Índice de Servicio} = \frac{i}{c}$$

$i$ = Intensidad de servicio.

$c$ = capacidad.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES APROXIMADAS DE CIRCULACIÓN DEFINICIÓN VELOCIDAD MEDIA Km/h
A	Circulación fluida aunque son admisibles algunas detenciones >40
B	Circulación estable con pequeñas demoras >30
C	Circulación estable, con demoras considerables pero aceptables > 25
D	Circulación próxima a la inestabilidad, con demoras importantes >15 pero tolerables
E(1)	Circulación inestable, con situaciones de congestión no producidas >15 por insuficiente capacidad de salida de la calle Pero los vehículos se mueven
F	Circulación forzada y congestión total Detenciones prolongadas
<p>(l) La congestión no suele producirse por falta de capacidad de la calle, sino de alguna intersección crítica.</p> <p>Fuente "Highway Capacity Manual, 2010"</p>	

Cuadro N° 87: Niveles de Servicio para calles céntricas.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES TÍPICAS DE CIRCULACIÓN				
	Circulación fluida	Velocidad media (km/h)	Índice de congestión (I)	Falta de hora punta probable (2)	Índice I/c de servicio (3)
A	Circulación fluida	>45	0	0,7	0,60 (0,8)
B	Circulación estable, Ligeras demoras.	>40	0,1	0,8	0,70 (0,85)
C	Circulación estable. Demoras aceptables.	>35	0,3	0,85	0,80 (0,90)
D	Circulación próxima a la inestabilidad Demoras tolerables	>25	0,7	0,9	0,90 (0,95)
E	Circulación inestable y congestionada. Demoras intolerables	25	0,85 a 1	0,95	1 -
F	Circulación forzada. Congestión total.	< 25	No significativo	No significativo	No significativo

Cuadro N° 88: Niveles de Servicio en arterias urbanas y suburbanas.

- (1) El índice de congestión es una medida del nivel de servicio de cada intersección y puede utilizarse como criterio suplementario cuando sea preciso.
- (2) Es un valor probable en las condiciones específicas de cada nivel, aunque puede haber variaciones considerables.
- (3) Los valores entre paréntesis corresponden a ondas de progresión perfectas.

Fuente: "Highway Capacity Manual, 2010".

Ejemplo:

Av. Hipólito Unanue: tramo Industrial – Augusto B. Leguía

Dirección: SUR – ESTE (SE)

Distancia: 0,75 Km.

- El tiempo de recorrido se obtiene de establecer una regla de tres simple de los cuadros de velocidad de recorrido total de automóviles, por ser la más rápida.

1,3 Km \_\_\_\_\_ 164 s .

0,75Km \_\_\_\_\_ X                      X= 95 s .

- La velocidad:  $V = \frac{d}{t} = \frac{0.75}{95} \times 3,600 = 28,4 \text{ Km/h}$
- Índice de servicio: Entramos a la tabla V-2 con la velocidad media de 28,4 Km/h, correspondiéndole un índice de servicio de 0,90
- Intensidad de servicio: Dato obtenido de Cuadro II-2 del volumen hora punta del Capítulo II.  
volumen = 288
- 4 I(15) Max: Dato obtenido de los aforos que es volumen que pasa y por la vía durante 15 minutos tomados en hora punta y multiplicados por 4, para nuestro caso tiene un valor de 255.
- Factor de hora punta probable (FHP):  
$$\text{FHP} = \frac{I}{4 I(15)_{max}} = \frac{228}{255} = 0,89$$
- Nivel de servicio: Con los datos obtenidos entramos a las tablas V-2 y calculamos el nivel de servicio para nuestro caso corresponde a un valor "D".

AVENIDA	AVENIDA BOLOGNESI					
DIRECCIÓN	SE			NO		
TRAMO	CALLE ARICA BASADRE Y FORERO			BASADRE Y FORERO CALLE ARICA		
SUBTRAMO (km)	Calle Arica	Pallardelli	Gustavo Pinto	Pallardelli	Gustavo Pinto	Basadre y Forero
	Pallardelli	Gustavo Pinto	Basadre y Forero	Calle Arica	Pallardelli	Gustavo Pinto
DISTANCIA HORIZONTAL	0,722	0,933	0,801	0,722	0,933	0,801
TIEMPO DE RECORRIDO	133	79	63	106	121	78
VELOCIDAD	19,56	42,52	45,77	24,55	27,76	36,97
INDICE DE SERVICIO	1	0,9	0,8	1	0,9	0,8
INTENSIDAD DE SERVICIO	978	754	512	794	712	583
4 l(15) MÁXIMA	1008	803	567	838	780	668
FACTOR HORA PUNTA	0,97	0,94	0,90	0,95	0,91	0,87
NIVEL DE SERVICIO	F	E	D	E	E	C

Cuadro N°89: Capacidad y niveles de servicio de la Avenida Francisco Bolognesi.



RESOR: ING. LUIS A. OMEZ ORDÓÑEZ		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TÍTULO: LÍNEA SIN EDIFICAR PALACIO JOSÉ GUSTAVO TORRES MUÑOZ		AVENIDA FRANCISCO BOLOGNESI	
MAPA: CALLE ARICA - AV. BASADRE Y FORERO		ESCALA: REFERENCIAL	
DEPART. PROY. DEPT. TACNA TACNA TACNA	FOLIO: DICIEMBRE 2016	LÁMINA: 05	

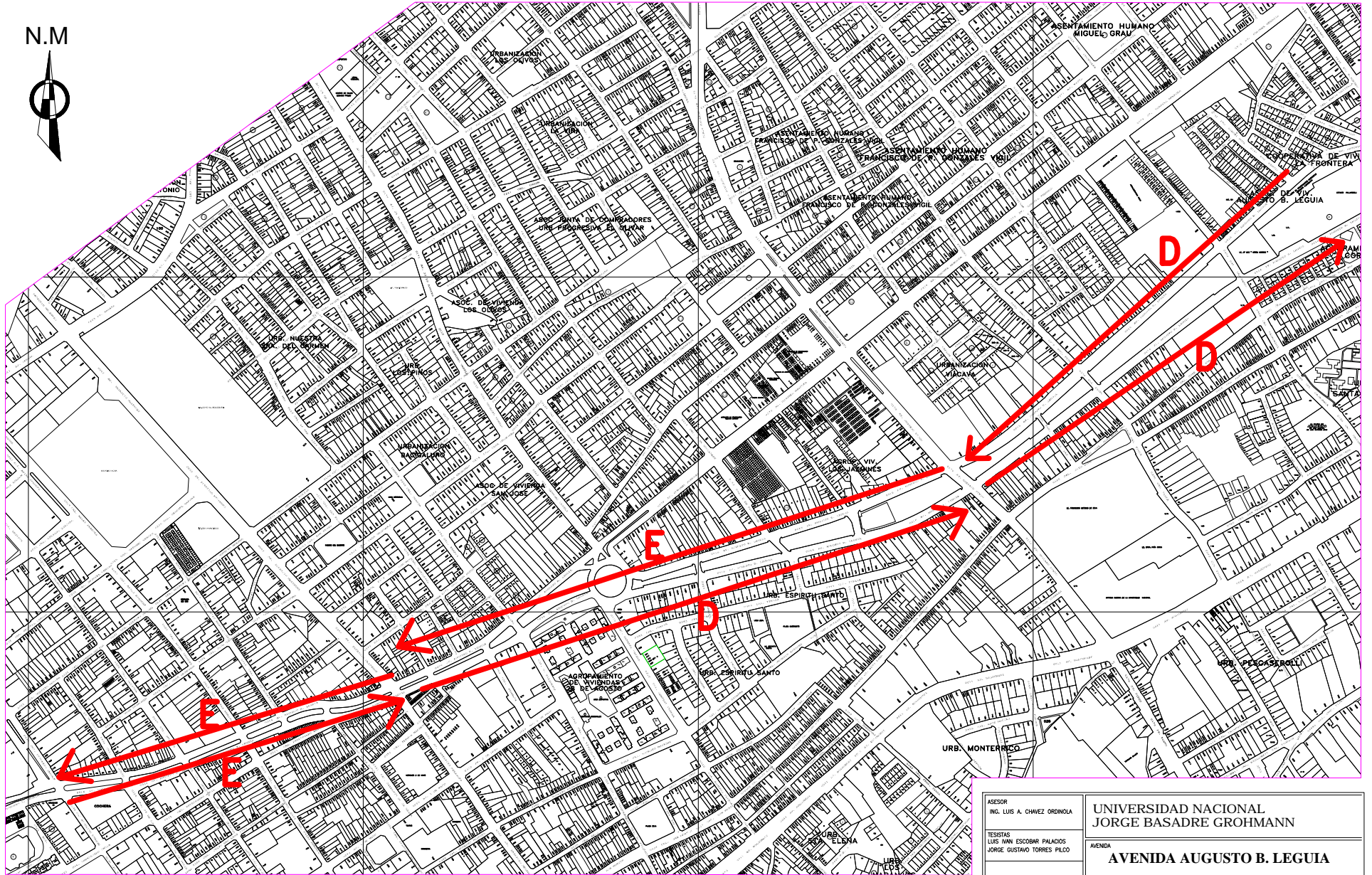
AVENIDA	AVENIDA LEGUÍA					
DIRECCIÓN	SE			NO		
TRAMO	HIPOLITO UNANUE BASADRE Y FORERO			BASADRE Y FORERO HIPOLITO UNANUE		
SUBTRAMO (km)	Hipolito Unanue	Patricio Melendez	Gustavo Pinto	Patricio Melendez	Gustavo Pinto	Basadre y Forero
	Patricio Melendez	Gustavo Pinto	Basadre y Forero	Hipolito Unanue	Patricio Melendez	Gustavo Pinto
DISTANCIA HORIZONTAL	0,521	0,904	0,823	0,521	0,904	0,823
TIEMPO DE RECORRIDO	114	106	85	78	105	86
VELOCIDAD	16,45	30,70	34,86	24,05	30,99	34,45
INDICE DE SERVICIO	1	0,92	0,9	1	0,9	0,9
INTENSIDAD DE SERVICIO	1457	645	575	938	1091	1109
4 l(15) MÁXIMA	1567	715	670	994	1200	1257
FACTOR HORA PUNTA	0,93	0,9	0,86	0,94	0,91	0,87
NIVEL DE SERVICIO	E	D	D	E	E	D

Cuadro N°90: Capacidad Y Niveles de Servicio de la Avenida Augusto B.

Leguía.



N.M

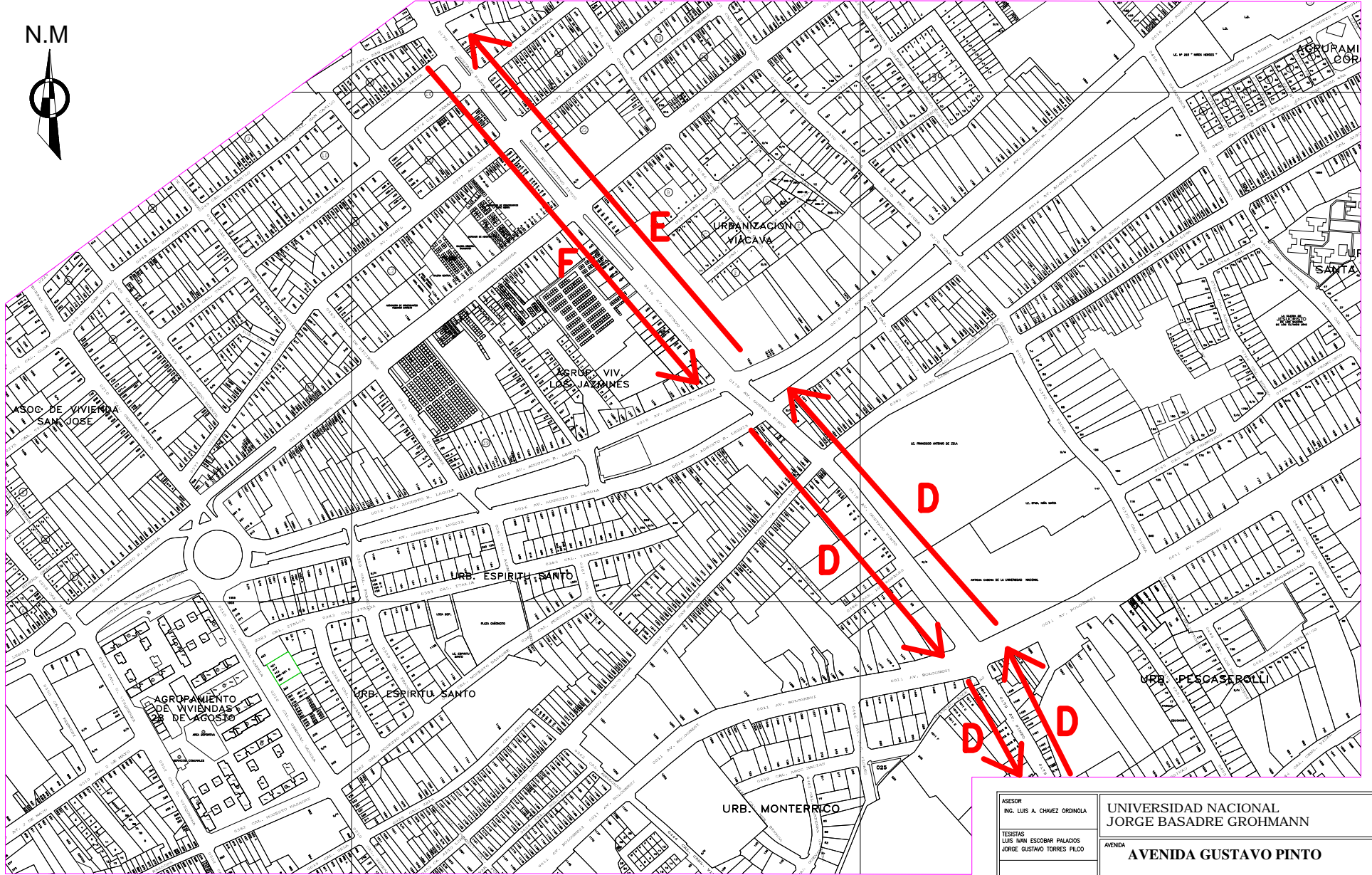


ASESOR ING. LUIS A. CHAVEZ ORDINOLA		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TESISTAS LUIS IVAN ESCOBAR PALACIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILO		AVENIDA <b>AVENIDA AUGUSTO B. LEGUIA</b>	
		TRAMO <b>HIPOLITO UNANUE - AV. BASADRE Y FORERO</b>	
DEPART.: TACHA	PROV.: TACHA	DISTR.: TACHA	ESCALA: REFERENCIAL
		FECHA: DICIEMBRE 2016	LAMINA: 06

AVENIDA	AVENIDA PINTO					
DIRECCIÓN	SE			NO		
TRAMO	AVENIDA INDUSTRIAL AVENIDA CIRCUNVALACIÓN			AVENIDA CIRCUNVALACIÓN AVENIDA INDUSTRIAL		
SUBTRAMO (km)	Avenida Industrial	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi	Av. Circunvalación
	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi	Av. Circunvalación	Avenida Industrial	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi
DISTANCIA HORIZONTAL	1,081	0,373	0,706	1,081	0,373	0,706
TIEMPO DE RECORRIDO	276	41	79	174	47	70
VELOCIDAD	14,10	32,75	32,17	22,37	28,57	36,31
INDICE DE SERVICIO	1	0,85	0,85	1	0,85	0,80
INTENSIDAD DE SERVICIO	821	425	501	1175	716	546
4 I(15) MÁXIMA	850	497	582	1267	810	636
FACTOR HORA PUNTA	0,97	0,86	0,86	0,93	0,88	0,86
NIVEL DE SERVICIO	F	D	D	E	D	D

Cuadro N°91: Capacidad Y Niveles de Servicio de la Avenida Gustavo Pinto.

N.M



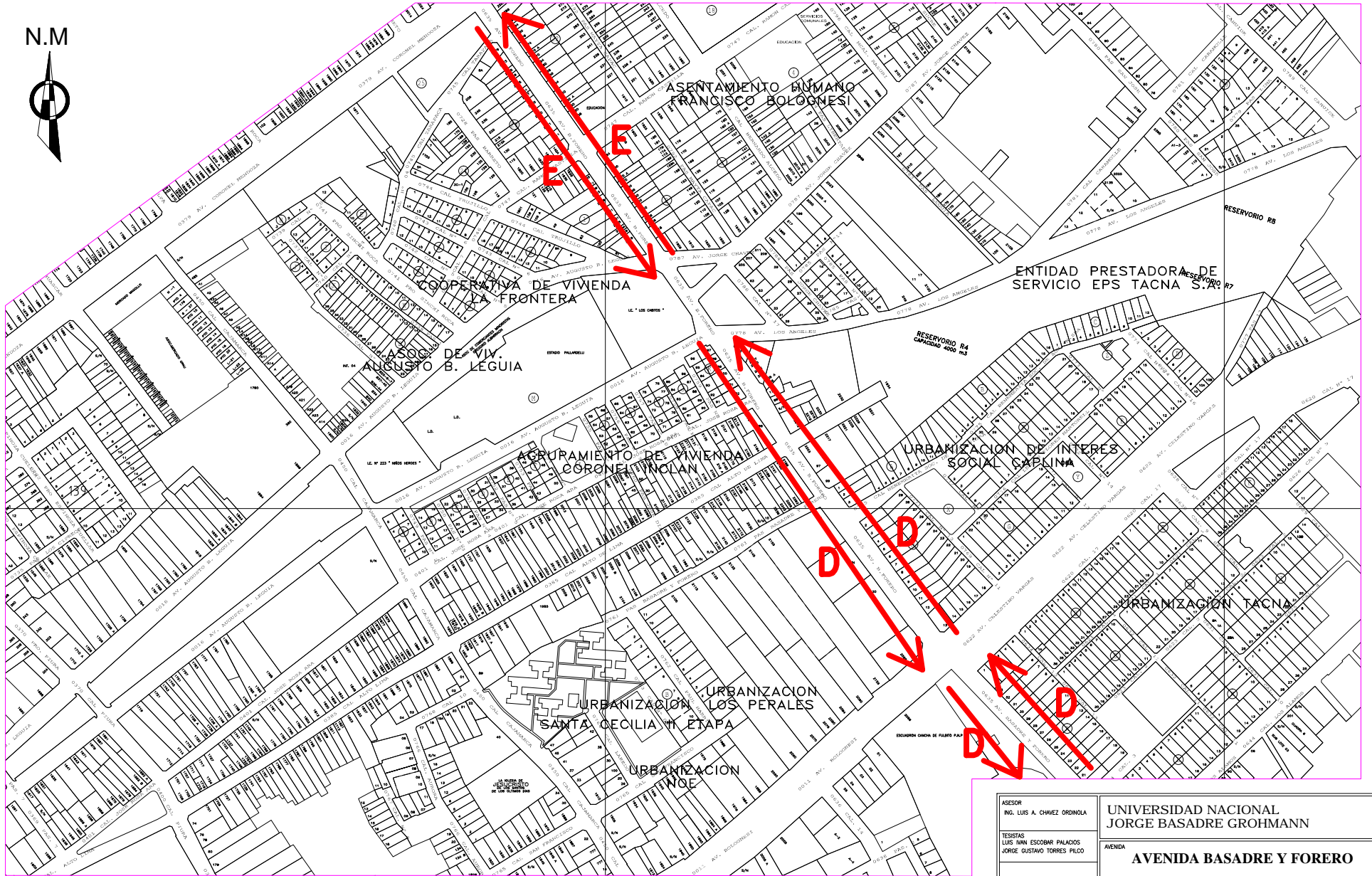
ASESOR ING. LUIS A. CHAVEZ ORDINGLA		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
TESISTAS LUIS IWAN ESCOBAR PALADIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILCO		AVENIDA <b>AVENIDA GUSTAVO PINTO</b>	
		TRAMO <b>AV. INDUSTRIAL - AV. CIRCUNVALACION SUR</b>	
DEPART.: TACNA	PROV.: TACNA	DISTR.: TACNA	FECHA : DICIEMBRE 2016
ESCALA: REFERENCIAL		LAMINA: 07	

AVENIDA	AVENIDA BASADRE Y FORERO					
DIRECCIÓN	SE			NO		
TRAMO	CORONEL MENDOZA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN			AVENIDA CIRCUNVALACIÓN CORONEL MENDOZA		
SUBTRAMO (km)	Coronel Mendoza	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi	Av. Circunva- lación
	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi	Av. Circunva- lación	Coronel Mendoza	Augusto B. Leguía	Avenida C. Bolognesi
DISTANCIA HORIZONTAL	0,309	0,363	0,590	0,309	0,363	0,590
TIEMPO DE RECORRIDO	41	42	61	42	49	57
VELOCIDAD	27,13	31,11	34,82	26,49	26,67	37,26
INDICE DE SERVICIO	0,95	0,80	0,85	0,95	0,95	0,80
INTENSIDAD DE SERVICIO	691	587	578	440	410	327
4 I(15) MÁXIMA	750	656	645	475	455	370
FACTOR HORA PUNTA	0,92	0,89	0,90	0,93	0,90	0,88
NIVEL DE SERVICIO	E	D	D	E	D	D

Cuadro N°92: De La Capacidad Y Niveles De Servicio De La Avenida  
Basadre Y Forero



N.M



ASESOR

ING. LUIS A. CHAVEZ ORDINGLA

TESISTAS

LUIS IWAN ESCOBAR PALACIOS

JORGE GUSTAVO TORRES PILCO

UNIVERSIDAD NACIONAL  
JORGE BASADRE GROHMANN

AVENIDA

**AVENIDA BASADRE Y FORERO**

TRAZADO

**AV. CORONEL MENDOZA - AV. CIRCUNVALACION SUR**

DEPART.: TACNA

PROV.: TACNA

DISTR.: TACNA

ESCALA: REFERENCIAL

FECHA:

DICIEMBRE 2016

LAMINA:

06

Como podemos apreciar, la velocidad que se considera en las vías urbanas, es la velocidad media, ya que la velocidad de servicio es aquí de definición muy difícil, siendo muy compleja la relación entre la intensidad de tráfico y la velocidad.

Influyen muchas variables, tales como la duración del ciclo, la separación entre intersecciones, el porcentaje de luz verde y el sistema de coordinación de los semáforos.

En las vías urbanas, la capacidad no representa el número máximo de vehículos que pueden pasar por la vía, de acuerdo con sus características físicas, sino la máxima utilización del tiempo disponible en los cruces, ya sea el tiempo verde si hay semáforos o bien el tiempo en que no existan otras interferencias.

Si el porcentaje de verde es aproximadamente igual a todos los cruces, la capacidad de un carril se puede definir como el máximo número de vehículos que pueden pasar en una hora de luz verde.

Por otro lado, mientras que el índice  $i/c$  no pasa de 0.5, la velocidad no sufre alteraciones y la probabilidad que se sobrecargue una intersección, obligando a algunos vehículos a esperar más de un ciclo, es pequeña.

## **6.5. CAPACIDAD DE INTERSECCIONES**

### **ASPECTOS GENERALES**

La capacidad de las vías urbanas debe analizarse fundamentalmente para intersecciones.

Es claro que cada intersección tiene una capacidad que representa el número de vehículos que la pueden atravesar en un determinado periodo de tiempo, en las condiciones geométricas, de tráfico y de regulación existentes.

El nivel de servicio es un indicador del funcionamiento de una vía a lo largo de un tramo en el que pueden existir algunas intersecciones.

No se refiere propiamente a una sola intersección, sino a una vía con una serie de intersecciones.

El nivel de servicio es también una medida del grado de comodidad del conductor al que está ligado el índice de congestión aparente de la intersección.

Por ende, este índice es un factor valioso en la determinación de los niveles de servicio.

En caso de que existan varias intersecciones reguladas por semáforos, no se tiene en cuenta la mejor o peor coordinación, y, por lo tanto, en un tramo aún con nivel de servicio óptimo, en cada intersección existe la posibilidad de que un determinado número de vehículos tenga que detenerse.

## **ÍNDICE DE CONGESTIÓN**

En una intersección con semáforos se dice que un ciclo está congestionado en uno de sus movimientos, o mejor que una fase está saturada cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a) Hay siempre vehículos dispuestos a entrar a la intersección por todos los carriles cuando se enciende la luz verde.
- b) Sigue habiendo vehículos tratando de cruzar, sin que existan tiempos desperdiciados ni se observe una separación excesiva entre vehículos consecutivos a lo largo de toda la fase. La separación excesiva se deberá normalmente a la falta de tráfico, como ocurre normalmente al final de la fase o cuando se produce un atasco anterior a la intersección. También se considera que una fase está congestionada, si el tráfico no



se mueve durante toda ella, pero si hay detenciones, éstas tienen que ser debidas a las condiciones de la propia intersección y no a las condiciones de otra intersección situada más adelante.

En este último caso no se podría hablar con propiedad de congestión de uno de los movimientos de la intersección considerada.

El índice de congestión viene a ser una medida de la utilización que se hace de cada acceso a una intersección durante una hora punta.

## **CONCEPTO**

Según el “Manual de Capacidad”, es el resultado de dividir el número de intervalos en verde que están congestionados durante una hora por el número total de intervalos verdes que tienen lugar durante el mismo periodo.

## **VALORES DE ÍNDICE DE CONGESTIÓN**

$I_c=0$  El manual de capacidad recomienda los siguientes valores:

Valor mínimo que pueda alcanzarse. Indica que hay poco tráfico o que aun habiendo bastante, ningún verde se utiliza completamente.

$I_c=0,2$  Valor de buen funcionamiento ya que solo un 20% de los tiempos verdes están congestionados.

$I_c=0,4$  Valor a partir del cual el funcionamiento empieza a ser malo.

$I_c= 1,0$  Valor máximo posible, muy raro de alcanzar, incluso en las peores condiciones. En general, cuando se llega a dicho valor, suele deberse a que se ha tomado como congestión una situación que no es debida a la propia intersección sino a la repercusión de lo que ocurre en otros cruces.

Es importante advertir que los diferentes accesos a una intersección no tienen por qué tener el mismo índice de congestión.

Sin embargo, lo normal es que se interrelacionen y sus valores sean similares.

### **DEFINICIÓN DE NIVEL DE SERVICIO.**

Siguiendo los criterios del Manual de Capacidad, se define el nivel de servicio de una intersección o de uno de sus accesos en función del índice de congestión. Se dice que se tiene un nivel de Servicio de acuerdo a que no se presenta congestión en ningún ciclo, es decir, cuando  $I_c=0$ .

Con este índice de congestión ningún vehículo tiene que esperar más de un ciclo para cruzar, y lo normal es que nunca se aprovecha por completo la fase.

Al nivel del servicio B corresponde un valor  $I_c$  comprendido entre 0 y 0,1, siendo ya algo menor su libertad de movimiento.

El nivel B es el que normalmente, debe elegirse para proyectar las intersecciones en zonas rurales.

Cuando la congestión es más frecuente, aunque se presenta intermitentemente, se llega al nivel de servicio C.

Este nivel se define más exactamente como aquel que  $I_c$  es mayor que 0,1 y menor o igual que 0,3.

Se podrá observar que en algunos momentos se forman colas, especialmente detrás de vehículos que intentan colas, aunque éstas acaban disolviéndose.

Para el nivel D, en que  $I_c$  está comprendido entre 0,3 y 0,7, la congestión aparente es más bien grande, se puede observar largas colas que crecen y decrecen, aunque todavía haya algún ciclo sin congestionamiento.

Como para los tramos de carretera con circulación continua, el nivel E es aquel en que alcanza entre 0,7 y 1,0, por ello se podrá observar que prácticamente siempre habrá vehículos esperando entrar a la intersección.

Por último, el nivel F representa las condiciones de embotellamiento, o sea que el tráfico que pretende avanzar queda detenido a causa de largas colas iniciadas en la intersección siguiente o porque los vehículos de la calle transversal se hayan quedado detenidos en medio del cruce, cortando el paso.

Niveles de Servicio	Circulación	Índice de Congestión
A	Libre	0,0
B	Estable	$0 < I_c \leq 0,1$
C	Estable	$0,1 < I_c \leq 0,3$
D	Se aproxima a la inestabilidad	$0,3 < I_c \leq 0,7$
E	Inestable	$0,7 < I_c \leq 1,0$
F	Forzado	-

Cuadro nº 93: niveles de servicio de los accesos a una intersección

Fuente: Highway Capacity Manual, 2010

## **FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE LAS INTERSECCIONES A NIVEL**

El número de vehículos que pueden atravesar una intersección, así como la comodidad con que estos lo hacen, depende de un gran número de factores. Algunos de ellos son prácticamente fijos, tales como el trazado y tipo de regulación, siendo otros variables pues reflejan el uso momentáneo que se hace de la intersección, tanto por los vehículos, como por los peatones.

En el caso de que no existan semáforos, el número de combinaciones que puede presentarse, considerando las intensidades de tráfico y las características geométricas de las vías que forman la intersección, es tan elevado que no es posible un estudio sistemático del problema.

Puede, sin embargo, tomarse como punto de referencia la capacidad que existiría si en los semáforos el reparto de los tiempos verdes fuera directamente proporcional a las intensidades de tráfico en cada acceso e inversamente proporcional a la anchura de los mismos.

### **ANCHURA DE LA CALLE**

La práctica ha demostrado que el ancho de la calle mejor, que el número de carriles, es el factor más significativo que afecta a la capacidad de una intersección.

La experiencia demuestra, dentro de ciertos límites, que la capacidad y el nivel de servicio de un acceso de una intersección varían directamente con la anchura del mismo.

Por tanto, desde ahora se considerará siempre el ancho total y no el número de carriles como suele hacerse en tramos sin intersecciones a nivel.

Conviene no considerar sistemáticamente la anchura del acceso como la mitad de la distancia entre bordillos, ya que cada día es más usual pintar líneas de división de sentidos que no coinciden con el eje geométrico de la calle.

### **CIRCULACIÓN EN SENTIDO ÚNICO O DOBLE**

En general, una intersección de calzadas en sentido único tiene menos movimientos posibles, al mismo tiempo que los existentes suelen ser más simples. Como consecuencia de esto, los puntos de posible conflicto entre vehículos o entre vehículos y peatones se reducen notablemente.

Es obvio, también, que en la mayoría de los casos será posible proporcionar al tráfico una mejor progresión en vía de un sentido que en la de dos. Sin embargo, no siempre es así y no es aconsejable hacer generalizaciones sin considerar el sistema completo del que es parte la intersección de que se trata.

## **ESTACIONAMIENTO**

La reglamentación del estacionamiento siempre en las proximidades de una intersección puede y debe considerarse como una medida de control de tráfico, y no como una medida de política de estacionamiento.

Es sabido que la supresión de estacionamiento siempre proporciona un aumento sustancial de la capacidad. Por tanto, siempre que se esté estudiando la posibilidad de eliminar o restablecer el estacionamiento en uno o ambos lados de la calzada deberá considerarse el efecto que esta medida puede tener sobre la capacidad.

Supongamos, por ejemplo, que se tiene una calle con mala coordinación y con poco tiempo de verde, en ese caso se puede permitir el estacionamiento hasta muy cerca del cruce, porque los vehículos

aprovechan íntegramente el poco espacio útil disponible, ya que lo ocupan estando casi detenidos.

En el caso opuesto, es decir, en una calle con una coordinación de semáforos perfecta, sería necesario impedir el estacionamiento a lo largo de toda ella con el fin de que en la llegada a la intersección pueda hacerse uso de toda la anchura disponible, ya que la velocidad de marcha que en este caso será más bien elevada, no permitiendo maniobras bruscas.

## **OTRAS CARACTERÍSTICAS DE TRÁNSITO**

Estos factores son el de hora punta y el de población del área metropolitana. Ninguna de los dos factores se ha tenido expresamente en cuenta hasta la aparición del nuevo Manual de Capacidad 1 y vienen a sustituir lo que, en el antiguo Manual, se llama "Factor de Ciudad".

### a) Factor de hora punta

Ya se comentó ampliamente en el análisis de tramos rectos.

### b) Población

Una de las consecuencias que se ha podido extraer del gran número de datos recogidos en los últimos años es que entre dos intersecciones de



idéntico trazo y regulación tiene más capacidad aquella que está situada en una ciudad más importante.

Por un lado, el conductor de la gran ciudad tiene más experiencia en situaciones de congestión.

Por otro, ese conductor se da prisa en atravesarla la intersección congestionada, porque normalmente sabe que tiene que recorrer una mayor distancia bajo condiciones similares.

Algunas veces se presentará el problema de decidir cuál es la población que hay que considerar cuando la intersección está situada en una ciudad satélite. No se podrá decir a priori si se trata de una población grande o pequeña, sino que habrá que estudiar las características de su tráfico y, por último, emplear un criterio personal.

## **SITUACIÓN DE LA INTERSECCIÓN**

El manual americano de capacidad da las siguientes zonas:

a) Centro:

Zona que el uso del suelo es la actividad mercantil y de negocios, se caracteriza por el gran número de peatones, por la frecuencia con que los vehículos cargan y descargan personas y mercancías ligeras por la gran demanda de estacionamiento y por la alta rotación del mismo.

b) Zona Intermedia:

Contigua al centro; en ella se puede apreciar una mezcla de actividad mercantil, de negocios y servicios, con un uso del suelo de residencia de alta densidad. La mayor parte de tráfico no tiene ni su origen ni su destino dentro de la zona, que se caracteriza por la presencia en las calles de un número moderado de peatones y porque la renovación del estacionamiento es algo más baja que en el centro.

c) Centros Satélites:

Zonas con características similares a la del gran centro, con la diferencia que se observa una mezcla de tráfico de paso con el que tiene su origen o destino dentro de la zona.

d) Zonas Residenciales:

Aquellas en las que predomina el uso del suelo residencial. Sus características típicas son las de tener pocos peatones y una renovación del estacionamiento muy baja.

## **6.6. TRANSPORTE COLECTIVO DE OMNIBUSES**

### **ASPECTOS GENERALES**

Los vehículos de transporte colectivo por su mayor tamaño y menor manejabilidad representan un obstáculo importante en la vía pública, pero su rendimiento el medio de transporte es muy superior al de los coches privados, ya que cada viajero ocupa menor superficie de calzada. Por ello en las vías congestionadas pueden estar perfectamente justificadas, desde el punto de vista del beneficio público, las preferencias a los autobuses.

### **EFFECTO DE LOS AUTOBUSES EN LA CIRCULACIÓN**

Cuando se considera la capacidad de una vía o de un carril referida al número de vehículo/h que pueden pasar por ella en condiciones determinadas, suele hacerse referencia a un vehículo tipo que en general corresponde a un coche de condiciones medias.

En los diversos estudios de capacidad, se trata siempre de encontrar los factores de equivalencia entre un autobús y un vehículo tipo.

El Manual de Capacidad, llega a la conclusión de que en condiciones de tráfico ininterrumpido y en calzadas horizontales de un solo sentido, la equivalencia de es 1,6 coches tipo por autobús, variando de 1,4 a 1,7 en diferentes estudios.

En condiciones ideales, si un carril con capacidad para 1 500 vehículo/h se reservase exclusivamente para autobuses, tendría una capacidad máxima de 940 vehículos/h y si se pretende, por ejemplo, un nivel c, su capacidad sería de 690 autobuses/hora (1100 vehículos/h). En condiciones de tráfico intermitente es mucho más difícil establecer un factor de equivalencia, no siendo posible fijar una cifra con carácter general.

Sólo como primera aproximación y si se siguen los criterios del Manual de Capacidad Americano, puede estimarse que cuando la parada esté después de la intersección, cada autobús equivale a 1,5 vehículos tipo y que cuando la parada está inmediatamente antes, equivale a 2,5 vehículos-tipo.

## **PARADA DE AUTOBUSES**

### **A) TIEMPO DE PARADA Y UTILIZACIÓN DEL ESPACIO DE PARADA:**

Las paradas de autobuses tienen una influencia considerable en la circulación que depende de factores muy diversos, duración, situación antes o después del cruce, frecuencia de autobuses por los que es preciso un análisis individual de cada situación.

Cada vehículo requiere un cierto tiempo de parada que varía con el número de viajeros que suben o bajan, con la estructura de las tarifas y con la forma de explotación (uno o dos agentes por autobuses). El Manual de Capacidad Americano, establece las duraciones medias de las paradas que se recogen de la tabla V-6, y que en general corresponden a autobuses con un solo agente.

En algunas medidas realizadas en el centro de Madrid en 1966 en autobuses con dos agentes, resultó que el tiempo empleado por viajero variaba de 1,7 a 4 segundos al subir, siendo la media de 2,5 segundos y al bajar de 1,3 a 2,3 segundos con una media de 1,7 segundos por viajero.

## B) SITUACIÓN DE LAS PARADAS:

En general las paradas han de disponerse cerca de los cruces para facilidad de los viajeros, de forma que los recorridos a pie sean mínimos y se faciliten los trasbordos.

Si hay importantes generadores de viajeros en el centro de las manzanas pueden justificarse las paradas próximas a ellos.

Cuando las llegadas de los autobuses a una intersección de modo que normalmente se encuentran un semáforo rojo, es deseable disponer la parada antes del cruce, para aprovechar el tiempo de detención ante el semáforo para la carga y descarga de viajeros.

Si, por el contrario, es más probable encontrar la fase verde, es preferible disponer la parada una vez pasado el cruce.

Estos no son los únicos criterios, el problema es más complejo y es preciso considerar otras circunstancias.

## C) CARACTERÍSTICAS DE LAS PARADAS SEGÚN SU SITUACIÓN RESPECTO AL CRUCE

### C.1. Paradas antes del cruce:

- Si el tráfico es más intenso a la salida del cruce que a la entrada, se producen interferencias. Normalmente para una misma anchura, la capacidad es menor antes del cruce que después del cruce.
- Si la calle que cruza es de sentido único de derecha a izquierda, se producen menos interferencias.
- En general los viajeros se bajan más cerca del cruce.
- Hay menos interferencias con el tráfico que entre en la calle desde los laterales.
- Los giros a la derecha son más difíciles.
- Los autobuses a veces tapas las señales.
- La visibilidad de los vehículos que entran por la derecha se dificulta.
- Si la longitud de la parada es corta para la demanda, el exceso de los autobuses obstruye los otros carriles.

### C.2. Paradas después del cruce:

- Los giros a la derecha se dificultan menos.

- Si el tráfico es más intenso a la llegada del cruce que a la salida, se producen menos interferencias.
- Si la calle que cruza es de sentido único de izquierda a derecha, se producen menos interferencias.
- Los autobuses que giran a la izquierda, si parten una parada, una vez iniciado el cruce, pueden iniciar el giro desde el carril adecuado. Si parten de una parada antes del cruce, para girar a la izquierda, tienen que cruzarse con otros carriles en puntos adecuados.
- Los autobuses parados no obstruyen la vista a los coches que entran a la calle o la cruzan.
- En intersecciones con semáforos, los autobuses pueden encontrar un espacio adecuado para incorporarse a la circulación sin interferencias, excepto cuando hay movimientos de giro importantes.
- Los autobuses no tapan las señales.
- Si hay vehículos ilegalmente aparcados en la parada, los autobuses pueden provocar colas de tráfico que favorecen el tráfico.
- Si la parada es muy corta, el exceso de autobuses puede taponar la calle que cruza.



### C.3. Paradas en el centro de las manzanas:

- Los autobuses causan interferencias mínimas a la visibilidad de los coches y peatones.
- Las paradas pueden situarse junto a los puntos que generan mayor demanda.
- En general, las colas de viajeros molestan menos.
- Obligan a suprimir un número muy importante de plazas de aparcamiento.
- A los viajeros que proceden de las calles laterales se les obliga a mayores recorridos a pie.

### D) CRITERIOS PARA SITUAR PARADAS:

Los criterios que pueden establecerse no son rígidos, pues hay circunstancias locales que deben examinarse en cada caso, como transferencias de viajeros para los viajeros que esperan. A continuación, se dan algunas normas de carácter general:

- En intersecciones controladas por señales STOP o CEDA EL PASO, cuando es más importante el transporte colectivo que la circulación general y el aparcamiento, es preferible la parada antes del cruce.

- Si hay unos giros muy importantes, debe situarse la parada después del cruce y si esto no es posible, debe disponerse en el centro de la manzana o en otro cruce menos difícil.
- En cruces donde la corriente principal no coincide con la línea de autobuses, es preferible disponer la parada después del cruce.
- Si la línea de autobuses gira a la derecha y la congestión de tráfico no es importante, conviene establecer la parada antes del cruce donde se gira, y si el tráfico que gira a la derecha es importante, ha de separarse bastante de la intersección. Si se trata de una calle congestionada, es preferible disponer la parada después del cruce, una vez realizado el giro.
- Si la línea de autobuses gira a la izquierda, la parada debe establecerse una vez pasado el cruce. Después de haber girado, aunque ello pueda suponer una parada de gran longitud para permitir que el giro se realice.
- Si hay importantes generadores de viajeros en el centro de las manzanas se puede justificar ciertas paradas, pero en general, son preferibles en puntos próximos a los cruces. Si en estos puntos hay paso de peatones la parada debe disponerse después del cruce, para no reducir la visibilidad de los conductores.

## E) FRECUENCIAS Y LONGITUDES DE LAS PARADAS

Las longitudes de paradas recomendadas por las Normas Americanas para Autobuses de 12 m son de 30 m si la parada está antes del cruce, y 45 m para paradas situadas en el centro de una manzana.

Si la parada después del cruce es para una línea que ha girado a la derecha, se requiere una longitud de 40 m .

Por cada autobús de más, que se espera coincida en la parada, es preciso añadir un tramo de 13,50 m .

Se supone que las longitudes indicadas son las que han de estar libres de vehículos aparcados.

### **6.7. CALCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LAS AVENIDAS DE ESTUDIO**

Para el cálculo del índice de congestión, previamente debemos conocer los ciclos existentes de los semáforos de las intersecciones en la ciudad de Tacna.

### **6.8. CICLOS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE TACNA:**

INTERSECCIÓN	FASE ROJA	FASE ÁMBAR	FASE VERDE	CICLO MÁXIMO
<input type="checkbox"/> Basadre y Forero – Coronel Mendoza	30	3	35	68
<input type="checkbox"/> Basadre y Forero – Augusto B. Leguía	23	3	30	56
<input type="checkbox"/> Basadre y Forero – Bolognesi	61	3	17	81
<input type="checkbox"/> Basadre y Forero – Circunvalación Sur	40	3	25	68
<input type="checkbox"/> Gustavo Pinto - Bolognesi	59	3	19	81
<input type="checkbox"/> Gustavo Pinto - Industrial	60	3	18	81
<input type="checkbox"/> Gustavo Pinto – Circunvalación Sur	24	3	19	46
<input type="checkbox"/> Augusto B. Leguía – Patricio Meléndez	46	3	37	86
<input type="checkbox"/> Augusto B. Leguía – Hipólito Unanue	28	3	24	55
<input type="checkbox"/> Augusto B. Leguía – Gustavo Pinto	29	3	26	58
<input type="checkbox"/> Bolognesi – Arica	27	3	25	55
<input type="checkbox"/> Bolognesi – Junín/Pallardelli	39	3	40	82

Cuadro N°94: Ciclos Existentes De Semáforos

## 6.9. CÁLCULO DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN Y NIVEL DE SERVICIO EN INTERSECCIONES

- Sabemos:

$$\text{No. Intervalos verde totales} = \frac{3600}{N_0 \text{ segundos de ciclo}}$$

No. Segundos de ciclo = Obtenidos del cuadro de ciclos existentes  
en la ciudad de Tacna.

- Las intersecciones que no tienen semáforo se supone que lo tienen, realizando los aforos y conteo de fases.
- El número de intervalos verde congestionados es igual a los tomados en los aforos correspondientes.
- El índice de congestión ( $I_c$ ) resulta de la relación:

$$I_c = \frac{\text{No. intervalos verde congestionados}}{\text{No. Intervalos verde totales}} \quad (1 \text{ hora})$$

- Con el índice de congestión se entra a la tabla V-7 y se halla el nivel de servicio correspondiente.

Cuadro N°95: Cálculo De Índice De Congestión Y Nivel De Servicio En  
Intersecciones

INTERSECCION	SC	IVC	IVT	Ic	NS
□ Basadre y Forero – Coronel Mendoza	68	25	53	0.5	D
□ Basadre y Forero – Augusto B. Leguía	56	35	64	0.5	D
□ Basadre y Forero – Bolognesi	81	14	44	0.3	C
□ Basadre y Forero – Circunvalación Sur	68	22	53	0.4	D
□ Gustavo Pinto – Bolognesi	81	35	44	0.8	E
□ Gustavo Pinto – Industrial	81	35	44	0.8	E
□ Gustavo Pinto – Circunvalación Sur	46	36	78	0.5	D
□ Augusto B. Leguía – Patricio Meléndez	86	34	42	0.8	E
□ Augusto B. Leguía – Hipólito Unanue	55	28	65	0.4	D
□ Augusto B. Leguía – Gustavo Pinto	58	40	62	0.6	D
□ Bolognesi – Arica	55	40	65	0.6	D
□ Bolognesi – Junín/Pallardelli	82	40	44	0.9	E

SC : Número de segundos del ciclo.

IVC : Número de intervalos verdes congestionados.

IVT : Número de intervalos verdes totales.

Ic : Índice de congestión.

NS : Nivel de servicio.

## 6.10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

- La mayoría de vías se encuentran en un nivel de servicio entre D y E, por lo tanto, tiene una circulación próxima a la inestabilidad e inestable y congestionada en muchos de los casos.
- El índice de congestión en intersecciones varia de 0,32 a 0,91 estos valores indican que gran número de las intersecciones están próximas a una circulación inestable, y otras ya se encuentran en estado de Inestabilidad, por lo que la circulación forzada se vuelve algo inevitable.
- La Avenida Bolognesi presenta en el tramo Av. Pinto – Basadre y Forero presenta un nivel de servicio igual a C lo que indica un adecuado nivel de servicio y el menor de todas nuestras avenidas en estudio, aunque se encuentra en su límite (Factor de Hora Punta probable 0,85) para llegar al Nivel de Servicio D.
- El índice de servicio en tramos rectos tiene como promedio un valor 0.9 lo que indica que están próximas a una circunvalación inestable e incluso muchas ya se encuentran en estado de inestabilidad, lo que genera demoras intolerables.

- Las Avenidas Bolognesi (Tramo Calle Billingurst – Calle Pallardelli), y Pinto (tramo plaza vigil - Crnl. Mendoza) tienen un Nivel de Servicio de F en sus tramos rectos, lo que las convierte en las avenidas más congestionadas de las 4 en estudio, y en las cuales existe mucha pérdida de combustible y horas hombre.
- La Avenida Basadre y Forero es la avenida en estudio con menor congestión, y aun así se encuentra próxima a la inestabilidad, lo que significa que el centro urbano de la ciudad de Tacna necesita un reordenamiento para un correcto flujo de vehículos con proyección futura.



## CAPITULO VII

### PLANTEO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

#### 7.1. ASPECTOS GENERALES

Los resultados de los estudios hechos en cada uno de los capítulos anteriores, muestran una problemática de tránsito con bajas velocidades, vías congestionadas en algunos tramos, accidentes de tránsito, entre otros.

Teniendo volúmenes horarios no mayores de 1 200 vehículos por hora, las velocidades promedio en las vías deberían ser mayores a las actuales, las que tienen un promedio de 27 km/h.

Mostraremos un cuadro resumen de las características operacionales de las vías estudiadas.

<b>AVENIDAS</b>	<b>VH.</b>	<b>VP.</b>	<b>NS</b>
AV. GUSTAVO PINTO	1 755	26,89	E
AV. CORONEL BOLOGNESI	1 615	26,42	E
AV. BASADRE Y FORERO	884	29,10	D
AV. AUGUSTO B. LEGUÍA	1 618	33,38	D

Cuadro N°96: Resumen De Las Caract. Operacionales Principales Vías

Dónde: VH. : Volumen Horario

VP. : Velocidad Promedio

NS : Nivel de Servicio

Como vemos la velocidad de operación es baja con respecto a los volúmenes del tránsito vehicular, en consecuencia, lo es también en nivel de servicio.

## **SOLUCIÓN EN VÍAS**

Las medidas que presentamos a continuación, permitirán mejorar el movimiento, logrando aumentar la capacidad y la velocidad de operación.

Medidas de Solución:

- a) Racionalizar el estacionamiento en la vía y tratar de acondicionar estacionamientos en zonas que no obstaculicen el movimiento vehicular.
- b) Ubicar los paraderos de vehículos de transporte público en zonas que no impidan el movimiento y la visibilidad de los vehículos y peatones.
- c) Colocación de las señales reguladoras necesarias.
- d) Ejecutar una Educación Vial a los usuarios de la vía.

## 7.2. SOLUCIONES INTEGRALES

- **RE-ORDENAMIENTO DEL TRANSPORTE PÚBLICO:**

El reordenamiento de transporte público consistiría en evitar en su mayoría que los Omnibuses transiten por el centro de la ciudad, debido a que las vías no están diseñadas para el tránsito vehicular de diversos tipos de vehículos, así mismo las autoridades como método de orden separaron los carriles de la Av. Coronel Bolognesi en el tramo Calle Miller – Calle Junín/Pallardelli conforme se muestra en la Figura 14 donde a su vez se observa que los vehículos se encuentran en estado de reposo pese a que el semáforo se encuentra en ciclo verde y todo esto debido a que la capacidad vial se redujo a la mitad por la medida impuesta por las autoridades, se nota además una ausencia total del transporte público y a su vez un gran desperdicio de capacidad vial que claramente podría ser utilizado por los taxis para evitar tal congestionamiento y a su vez solucionar problemas de reglamento de tránsito que se detallará a continuación.



FIGURA N°14: Separación de carriles por tipo de vehículo

Como podemos Observar en la Figura 15 sin mencionar la ausencia del transporte público un peatón se encuentra en medio del carril derecho de la avenida, debido a que sale de los centros comerciales que se encuentran frente a dicha avenida (La Virreyna, Solari Plaza, El Rey, El Arco, etc.) con sus compras realizadas y por la prohibición que indica que los taxis no pueden circular por el carril derecho, las personas se ven obligadas a cometer este tipo de infracciones para alcanzar un taxi de la manera más rápida posible atentando así contra su propia integridad, sin mencionar que está prohibido subir pasajeros en el carril izquierdo por ser considerada una acción temeraria y con justa razón.



FIGURA N°15: Imprudencia de peatones

En tal sentido nuestra alternativa de solución busca un reordenamiento del transporte público con el cual los buses tomen otras rutas que rodeen el casco urbano de la ciudad y no transiten por en medio de ella, de tal manera los taxis puedan utilizar el carril derecho con lo cual se logra un mejor aprovechamiento de ambos carriles a su máxima capacidad vial y también se evita acciones temerarias como la indicada anteriormente.

- **DESCENTRALIZACIÓN DE LA CIUDAD:**

Dicha Descentralizar la ciudad consiste en dejar de ser una ciudad “Dormitorio” en la cual las personas utilizan el centro de la ciudad para satisfacer sus necesidades diarias como lo son Salud, educación (lógicamente cada distrito tiene centros educativos pero no con el adecuado nivel de enseñanza e infraestructura como los del centro de la ciudad), trabajo, recreación, y por tal motivo en horas punta (7-9h, 11-13h, 18-20h) el traslado de las personas se vuelve masivo por ir y regresar a sus respectivos distritos donde vivan; en tal sentido se desea implementar que las municipalidades distritales de cada uno de los 5 distritos de la ciudad cumpla con sus necesidades básicas como lo son educación de calidad, salud y bienestar (hospitales en cada distrito), trabajo, recreación, con lo cual las personas evitan la necesidad de trasladarse de un distrito a otro para cubrir dichas necesidades, ya que el traslado masivo de gente es lo que genera la actividad de tantos vehículos en horas punta. Cabe mencionar que esta solución no generará una solución definitiva pero debido al poco desarrollo de la ciudad no se puede plantear otras soluciones como implementar pasos a desnivel, pero cabe mencionar que con el transcurso del tiempo será necesario implementar tal medida pensando en proyecciones a no menos de

20 años, en donde el parque automotor se incrementará considerablemente.

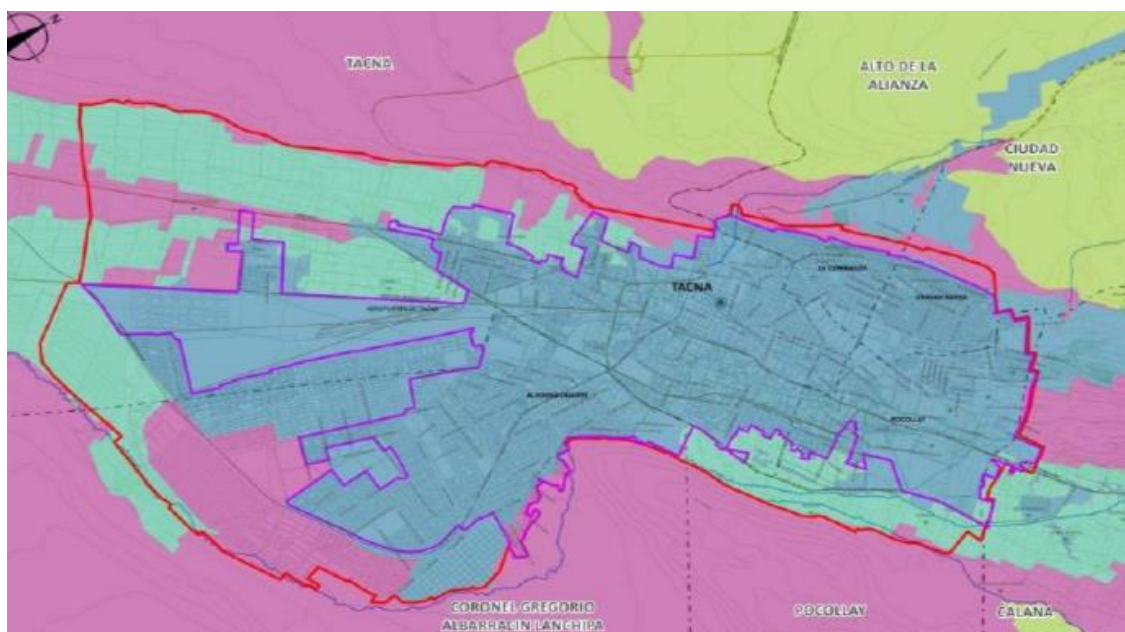


FIGURA N°16: Distritos de la ciudad de Tacna

### 7.3. SOLUCIONES EN INTERSECCIONES

En las soluciones dadas en las vías, se recomienda el mejoramiento de las intersecciones que, por sus defectos actuales, constituyen una de las principales causas de congestionamiento y de accidentes.

En esta parte del capítulo se expondrán como pueden efectuarse mejoras; para ello se tomó como referencia una intersección de las avenidas principales (Una de las más críticas)

Las soluciones o mejoras que se proponen, tienen la finalidad de lograr aumentar la capacidad vial y permitir un movimiento rápido y continuo en sus accesos y salidas.

Para encontrar la solución se hizo primeramente un análisis de la intersección en el aspecto físico y funcional, utilizando para ello los datos obtenidos en los capítulos anteriores (volumen, velocidad, etc.) y de observaciones de campo.

Para ello, se pensó en varias alternativas, de todas ellas se escogió aquella que por su fácil aplicación y bajo costo, pueda ser aplicada en la ciudad.

## **SOLUCIÓN A LA INTERSECCIÓN BOLOGNESI – JUNÍN/PALLADELLI**

### **FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL TRANSITO**

#### **A) Avenida Bolognesi**

- Volumen Hora Punta : SE = 978; NO = 712



- Volumen Hora Punta 15 min. : SE = 1008; NO = 780

- Velocidad de punto 85 porcentual:

Automóvil : SE = 17,96; NO = 35,87

Ómnibus : SE = 32,17; NO = 35,08

Camión : SE = 0,00; NO = 0,00

#### B) Avenida Junín/Pallardelli

- Volumen Hora Punta : NE = 993; SO = 0,00

- Volumen Hora Punta 15 min. : NE = 1020; SO = 0,00

- Velocidad de punto 85 porcentual:

Automóvil : NE = 22,08; SO = 0,00

Ómnibus : NE = 17,59; SO = 0,00

Camión : NE = 0,00; SO = 0,00

### CAPACIDAD EN TRAMOS RECTOS E INTERSECCIONES

#### A) Avenida Bolognesi

- Índice de Servicio : SE = 0,95; NO = 0,90

- Nivel de Servicio : SE = E; NO = E

- Índice de congestión : 0,90

- Nivel de Servicio (intersección): E
- Causas de Congestionamiento : SE = CG, OP, S  
NO = CG, OP, S

#### B) Avenida Junín/Pallardelli

- Índice de Servicio : NE = 0,85; SO = 0,90
- Nivel de Servicio : NE = D; SO = D
- Causas de Congestionamiento : NE = CG, OP, S

### CRITERIOS DE SOLUCIÓN

#### A) Avenida Bolognesi

- Los tramos rectos de la Avenida Bolognesi en los sentidos NO y SE no sufrirán variaciones en su geometría, debido a que es un patrimonio cultural donde transitan los turistas y por ello deberá considerarse un reordenamiento del transporte público como propuesta integral.
- Los tramos rectos de la Avenida Bolognesi serán completamente señalizados.

- Los criterios para situar paradas serán para los omnibuses que siguen de frente, el de establecer una parada antes del cruce (Según reglamento será colocada a 15 metros de dicha intersección).

#### B) Avenida Junín/Pallardelli

- Los tramos rectos de la Avenida Junín/Pallardelli en los sentidos NE y SO no sufrirán variaciones en su geometría, especialmente porque dicha avenida presta un óptimo servicio.
- Creación de Estacionamiento a los márgenes derecho, dichos carriles de estacionamientos alojarán vehículos particulares, omnibuses y camionetas, las bermas existentes servirán como carriles de estacionamiento.
- Prohibición de giro a la izquierda, estos se canalizarán tomando una ruta alterna que siga el tramo directamente más allá de la intersección.

Se tomarán en cuenta el mismo procedimiento para los demás avenidas e intersecciones del estudio, de forma tal se consideren los parámetros anteriormente descritos, y pueda seguirse una secuencia lógica de

alternativas de solución que permitan una mejor transitividad vehicular, descongestionando los tramos más críticos.

## CONCLUSIONES

1. Se elaboró un diagnóstico las Avenidas en estudio en el cual obtenemos datos importantes como que los tramos más congestionados son en la Av. Gustavo Pinto tramo Plaza Vigil – Av. Coronel Mendoza, Av. Coronel Bolognesi tramo Calle Miller – Calle Pallardelli, así mismo las Avenidas en estudio presentan lentitud en su desplazamiento lo que se traduce en pérdidas de horas hombre y perdidas económicas correspondientes al combustible que se promedia S/. 600 por auto anualmente; en tal sentido el diagnóstico obtenido nos indica que la Av. Basadre y forero y Av. Leguía presentan menor congestionamiento y por lo tanto menores pérdidas.
2. El crecimiento poblacional se ha incrementado en las últimas décadas, mayoritariamente en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa producto de las migraciones, asimismo según el MTC se tiene un parque automotor al año 2015 de 48 201 vehículos. Esto ha generado volúmenes de tránsito vehicular masivo en las principales vías de estudio, las cuales se encuentran congestionadas. La Avenida con mayor flujo vehicular resulta ser la Av. Gustavo Pinto,

la cual soporta la circulación del 47% del parque automotor de Tacna.

3. La Capacidad Vial en las Avenidas Coronel Bolognesi y Gustavo Pinto demuestra se encuentran con una circulación inestable y congestionada debido al Nivel de Servicio E en el que se encuentran, Cabe resaltar que la Av. Bolognesi se descongestiona mientras más avanza al norte, así mismo la Av. Pinto se descongestiona mientras más se aproxima al Oeste. Mientras que la las Avenidas Augusto B. Leguía y Basadre y Forero se encuentran con una circulación próxima a inestabilidad con demoras tolerables debido al Nivel de Servicio D, lo que quiere decir que de las avenidas en estudio son las menos congestionadas.
4. Para dar solución al congestionamiento existente y la capacidad vial se plantearon 2 soluciones integrales, pues la “solución” parcial en tramos congestionados generan mayor desorden, dichas soluciones integrales son:
  - Re-organizar las rutas de transporte público, con lo cual se cambiaría el sistema actual de la Av. Coronel Bolognesi que separa por carriles el transporte público con taxis y vehículos

particulares en el tramo más congestionado de la avenida. Así mismo se evita que el transporte público ingrese al centro del casco urbano.

- Descentralizar la ciudad de tal manera que cada uno de los 5 distritos de la ciudad cumpla sus necesidades básicas como lo son educación de calidad, salud y bienestar, trabajo, recreación, con lo cual las personas evitan la necesidad de trasladarse de un distrito a otro para cubrir dichas necesidades, ya que el traslado masivo de gente es lo que genera la actividad de tantos vehículos en horas punta.

## RECOMENDACIONES

1. Capacitar al personal que labora en la Dirección de Transporte Urbano del Consejo Provincial sobre las técnicas de la Ingeniería de Tránsito, para que puedan enfocar las soluciones a los problemas de tránsito con mayor criterio Técnico.
2. Se debe crear un departamento de Ingeniería de tránsito que planifique, reglamente, proyecte y supervise la construcción o reconstrucción de obras viales, todo ello con personal capacitado y con el equipo adecuado.
3. Siendo los semáforos una de las mayores causas de congestión recomendamos considerar la reubicación de los existentes de acuerdo a estudios de intensidad y capacidad, calculando y optimizando los ciclos, lo que permitiría mayor fluidez en las vías.
4. Se recomienda que las distintas dependencias administrativas del tránsito coordinen y orienten los diferentes aspectos del tránsito



coordinen y orienten los diferentes aspectos del tránsito urbano a través de políticas definidas.

5. Es recomendable ejecutar un reordenamiento de transporte público, en el cual se divida el transporte en las muchas vías secundarias que a su vez descongestionaría el tránsito urbano el Tacna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### TEXTOS

**Reyes Spíndola**, Rafael Cal y Mayor y **Cárdenas Grisales**, James. “Ingeniería de Transito: Fundamentos y Aplicaciones”. (7a Edición) México, D.F. (México). Ediciones Alfaomega, S.A. (1994).

**Gonzales Roldan**, Antonio Valdez. “Ingeniería de Tráfico”. (1a Edición) Madrid. (España). Ediciones Dossat S.A. (1982).

**Alonso Salomón**, Lauro Ariel y **Rodríguez Rufino**, Gabriel J. “Carreteras”. (1a Edición) Mérida, Yucatán. (México). Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. (2005).

**Islas Rivera**, Víctor M. y **Lelis Zaragoza**, Martha “Análisis de los Sistemas de Transporte Vol. I: Conceptos Básicos”. (Publicación Técnica No 307) México, D.F. (México). Publicaciones imt. (2007).

**Tapia Arandia**, Juan Gabriel y **Veizaga Balta**, Romel Daniel. “Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Ingeniería de Tráfico”. Trabajo Dirigido, por Adscripción, Presentado para Optar al Diploma Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil,

Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba (Bolivia), Septiembre (2006).

**Méndez T**, Douglas. “Ingeniería de Tránsito”. Maestría en Vías Terrestres Propedéutico, Abril (2009).

**DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, TACNA.** “Compendio Estadístico 2016”. Tacna. (Perú), (2016).

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, TACNA.** “Compendio Estadístico 2016”. Tacna. (Perú), (2016).

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** “Anuario Estadístico 2013”. Lima. (Perú). Edición (2013).

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** “TACNA: CAMINO AL DESARROLLO, MTC 2011-2016”. Lima. (Perú). (2011).

**Cornejo Ramírez**, Enrique Javier y **Chang Escobedo**, José Antonio. “Guía de Educación en Seguridad Vial para profesores y tutores de primaria”. (1a Edición) Lima. (Perú). Ediciones JB Grafic EIRL. (2008).

**NICHES.** “Conceptos Innovadores en Materia de Transporte Urbano: De la Teoría a la Práctica”. Madrid, Barcelona, Bilbao. (España), (2011).

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA.** “Evaluación Técnica del estudio de actualización del Plan Regulador de Rutas de Transporte

Urbano e Interurbano de la Provincia de Tacna”. Editorial IDESUNI. Tacna. (Perú), (2000).

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA.** “Plan de Desarrollo Local Concertado de la provincia de Tacna al 2021”. Tacna. (Perú), (2016).

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA.** “Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2014-2023”. Tacna. (Perú), (2014).

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA.** “Manual de Organización y Funciones: Subgerencia de Transporte Público y Tránsito”. Tacna. (Perú), Septiembre (2009).

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA.** “Reglamento Complementario de Administración del Transporte Público Urbano e Interurbano de Pasajeros de la Municipalidad Provincial de Tacna”. Tacna. (Perú), Junio (2016).

## **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS**

**Luque Rodríguez, Pablo y Álvarez Mántaras, Daniel.** “Accidentes de Tránsito”. Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Accidente\\_de\\_tr%C3%A1fico](http://es.wikipedia.org/wiki/Accidente_de_tr%C3%A1fico) (2016).

**INEI.** “Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones”.  
<http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD/inicio.html#app=8d5c&d4a2-selectedIndex=0&d9ef-selectedIndex=0> (2012).

**Mamani, Yulitza.** “La policía Nacional de Tránsito”. Recuperado de  
<https://es.slideshare.net/yuditzaapaza/la-polica-nacional-de-transito>  
(2014).

**OBSERVATORIO IBEROAMERICANO DE SEGURIDAD VIAL.**  
“Límites Legales de Velocidad. Recuperado de  
<http://www.oisevi.org/a/index.php/normativas/limites-legales-y-sanciones/limites-legales-de-velocidad> (2010).

**García Apaza, Víctor Hugo.** “Estudios de Velocidades en Carreteras”.  
Recuperado de <https://es.slideshare.net/ingarciapaza/estudios-de-velocidades-en-carreteras-8348342> (2011).

**Vildoso Montalván, Alfredo.** “Métodos de Aforo Vehicular”.  
Recuperado de [https://prezi.com/6radno-5\\_7jf/metodos-de-aforo-vehicular/](https://prezi.com/6radno-5_7jf/metodos-de-aforo-vehicular/) (2015).

**Zuleima, Olan.** “Generalidades de la Ingeniería de Tránsito”.  
Recuperado de <https://prezi.com/mfuuyiraffee/generalidades-de-la-ingenieria-de-transito/> (2016).

**Osnaghi**, Humberto. “El problema del Tránsito tiene Solución”. Recuperado de <https://ejempla.com/actualidad/el-problema-del-transito-tiene-solucion> (2016).

**Lagos**, Humberto y **Quesada**, Bruno y **Ramírez**, Alberto. “El problema vial en el Perú”. Recuperado de <https://cuestionessociales.wordpress.com/2013/06/09/el-problema-vial-en-el-peru/> (2013).

**Paz Navarro**, Carlos y **Tuesta Serrano**, Jessica y **Graziani Torres**, Raphaela y **Reginaldo Medina**, Jhonny. “Evolución del Transporte en el Perú”. Recuperado de <http://evoluciondeltransporte-upc.blogspot.pe/> (2010).

**Conde Pérez**, Gilberto. “Definición y Función Transporte Urbano”. Recuperado de <https://prezi.com/msftopvzeq08/definicion-y-funcion-transporte-urbano/> (2015).

**Richard**. “Rutas de Tacna: Características y Transportes”. Recuperado de [http://www.turismotacna.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=455:rutas-de-tacna-caracteristicas-y-transportes&Itemid=193](http://www.turismotacna.com/index.php?option=com_content&view=article&id=455:rutas-de-tacna-caracteristicas-y-transportes&Itemid=193) (2016).

**Macha Parillo**, André Juniors. “Problemas del Tránsito y su Solución”. Recuperado de <http://solucionandoeltransporte.blogspot.pe/2015/02/problemasdeltransitoysusolucion.html/> (2015).

**Sánchez Paquera**, Alberto. “Geografía Regional de Tacna”. Recuperado de <http://albertotacna.blogspot.pe/2010/10/geografia-regional-de-tacna.html> (2010).

**Navarro Hudiel**, Sergio. “Volumen de Tránsito”. Recuperado de <http://www.encyclopediadetareas.net/2013/09/que-es-el-volumen-de-transito.html> (2008).

**Mosesic**. “Ingeniería de Tránsito 2010”. Recuperado de <https://es.slideshare.net/mosesic/ingeniera-de-trnsito-2010> (2010).

**CREANDO CONCIENCIA ONG EN EDUCACIÓN, PREVENCIÓN Y SEGURIDAD VIAL**. “Generalidades de los Accidentes de Tránsito”. Recuperado de <http://creandoconciencia.org.ar/enciclopedia/accidentologia/relevamiento-de-rastros>, Edición N° 07(2016).

**DIARIO CORREO**. “Transporte: avenida es dividida definitivamente con delineadores de tránsito”. Recuperado de

<http://diariocorreo.pe/edicion/tacna/transporte-avenida-es-dividida-definitivamente-con-delineadores-de-transito-601352/> (2015).

**DIARIO CORREO.** “Reinician labores en último Tramo de carretera Ticaco Candarave”. Recuperado de <http://diariocorreo.pe/economia/tacna-reinician-labores-en-ultimo-tramo-de-carretera-ticaco-candarave-696217/> (2016).

**DIARIO LA REPUBLICA.** “Humala inicia construcción de ansiada carretera Tacna-La Paz”. Recuperado de <http://larepublica.pe/impres/sociedad/759546-humala-inicia-construccion-de-ansiada-carretera-tacna-la-paz> (2016).

**DIARIO PERU21.** “Lima quedó atrás: Ica, Tacna y Chiclayo atraen migrantes”. Recuperado de <http://peru21.pe/economia/lima-ya-no-preferida-ica-tacna-y-chiclayo-atraen-migrantes-2169189> (2014).

**RADIO UNO.** “Instalan separadores viales en carril de bajada de la Av. Bolognesi”. Recuperado de <http://www.radiouno.pe/noticias/55154/instalan-separadores-viales-carril-bajada-av-bolognesi> (2016).

**TODOS AUTOS.** “10 Cosas que debes saber del Nuevo Reglamento de Tránsito”. Recuperado de <http://www.todoautos.com.pe/portal/sat/205->



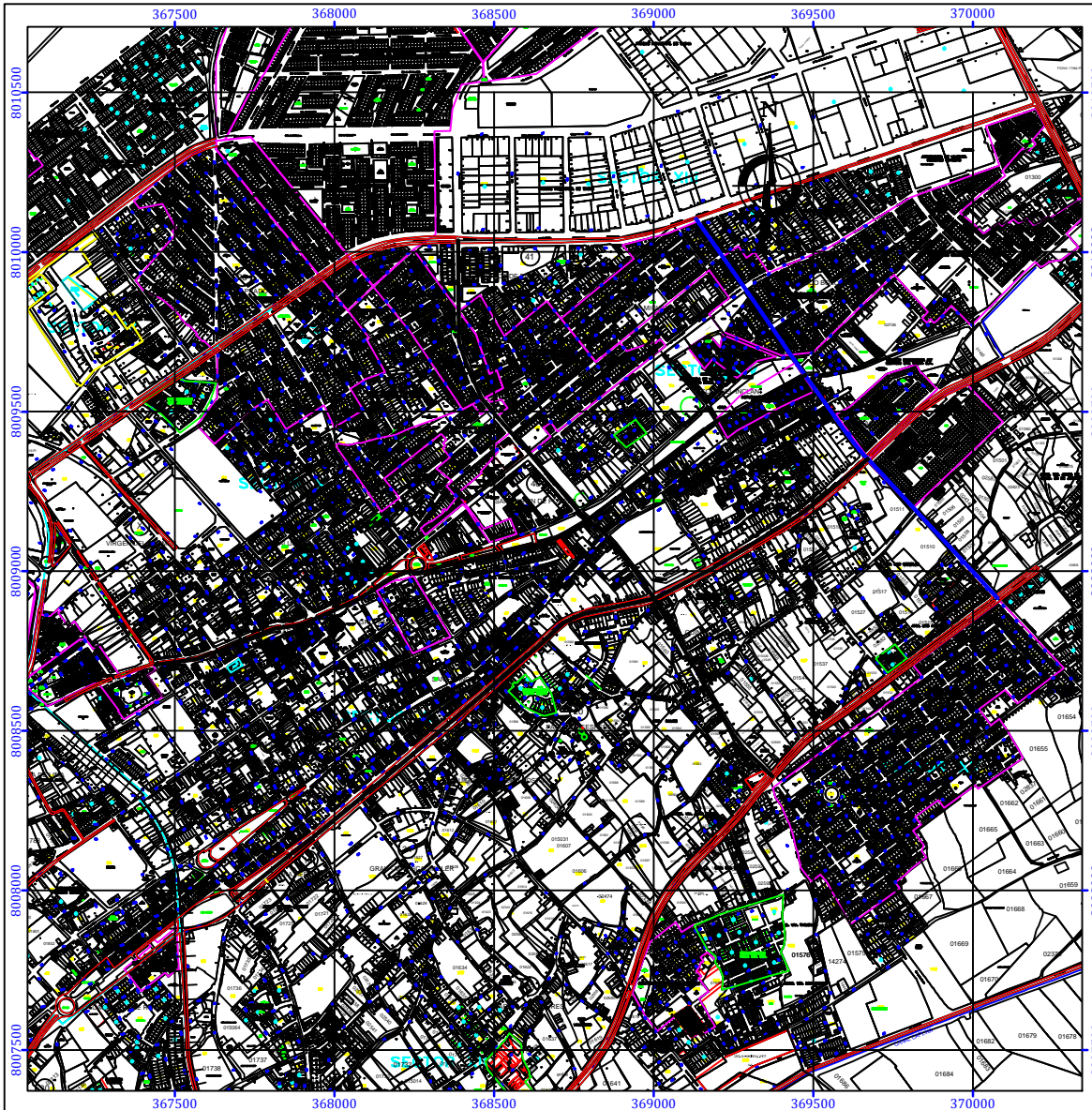
reglamento-transito/8063-10-cosas-que-debes-saber-reglamento-transito-peru (2016).

**VIALIDAD NACIONAL.** “Características del Tránsito”. Recuperado de <http://www.vialidad.gov.ar/caracter%C3%ADsticas-del-tr%C3%A1nsito> (2016).

**ANEXO**

# **ANEXO 01**

## **PLANO GENERAL DE LAS VÍAS EN ESTUDIO**



PLANO UBICACION  
ESCALA : 1/10000

**LEYENDA :**

- Zona de estudio: Av. Basadre y Forero.
- Zona de estudio: Av. Bolognesi.
- Zona de estudio: Av. Pinto.
- Zona de estudio: Av. Leguia.

**DATOS TECNICOS :**

Departamento : Tacna  
 Provincia : Tacna  
 Distrito : Tacna

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		<b>01</b>
TITULO DIAGNOSTICO DEL TRANSITO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION DE LAS PRINCIPALES VIAS DEL CENTRO URBANO DE TACNA		
PLANO PLANO GENERAL DE LAS PRINCIPALES VIAS		<b>PG</b>
AUTOR LUIS IVAN ESCOBAR PALACIOS JORGE GUSTAVO TORRES PILCO		
FECHA INDICADA	FECHA AGOSTO 2016	
UBICACION DISTRITO DE TACNA - PROVINCIA DE TACNA - DEPARTAMENTO DE TACNA.		