



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

TESIS

RACIONAMIENTO DE LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS COMO ALTERNATIVA
DE SOLUCIÓN PARA DESCONGESTIONAR EL TRÁFICO VEHICULAR EN LA
CIUDAD DE LIMA METROPOLITANA

PRESENTADO POR

Ing.. VILMA SORAYA COSSIO MENDIETA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN

ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

LIMA - PERU

2016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres José y Paulina, a mis hermanos Elizabeth y José Luis y a mis sobrinos Sara, Daniel, Samira y Aarón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la salud, el tiempo y las ideas para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradezco a mis padres por compartir mis desvelos.

Agradezco a mis profesores por sus enseñanzas y a todo el personal administrativo de la Universidad Alas Peruanas que siempre me brindaron su ayuda.

RECONOCIMIENTO

A todos los expertos en gestión del tránsito y a todas las instituciones y organismos vinculados al estudio de temas del tráfico vehicular, seguridad vial y medio ambiente, por sus valiosos aportes en la búsqueda de soluciones para lograr un transporte eficiente que contribuya en mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO	iv
INDICE	v
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xxii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Delimitación de la investigación	11
1.2.1. Delimitación espacial	11
1.2.2. Delimitación social	12
1.2.3. Delimitación temporal	12
1.2.4. Delimitación conceptual	12
1.3. Problemas de investigación	13
1.3.1. Problema principal	14
1.3.2. Problemas secundarios	14
1.4. Objetivos de la investigación	14
1.4.1. Objetivo general	14
1.4.2. Objetivos específicos	14
1.5. Hipótesis y Variables de la investigación	15
1.5.1. Hipótesis general	15

1.5.2. Hipótesis secundarias	15
1.5.3. Variables (definición conceptual y operacional)	16
1.6. Metodología de la investigación	20
1.6.1. Tipo y nivel de investigación	20
a) Tipo de investigación	20
b) Nivel de investigación	21
1.6.2. Método y diseño de la investigación	21
a) Método de la investigación	21
b) Diseño de la investigación	22
Descripción de la medida de racionamiento vehicular	23
1.6.3. Población y muestra de la investigación	26
a) Población	26
b) Muestra	26
1.6.4. Técnicas e instrumentos de la recopilación de datos	28
a) Técnicas	28
Procedimiento para la toma de datos	29
b) Instrumentos	32
1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación	35
a) Justificación	35
b) Importancia	35
c) Limitaciones	35
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	37
2.1. Antecedentes de la investigación	37
2.2. Bases Teóricas	49
2.3. Definición de términos básicos	50
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	56

3.1. Reporte de resultados	56
3.2. Cálculos y análisis de resultados	57
3.2.1. Cálculos y análisis de resultados de toma de tiempos antes de aplicar la medida de restricción vehicular	57
3.2.1.1. Cálculo del tamaño de la muestra	57
3.2.1.2. Resultados de la programación de la toma de información - estudio de tiempos-	58
3.2.1.3. Resultados de la toma de tiempos antes de aplicar la medida de restricción vehicular	60
3.2.2. Cálculos y análisis de resultados de toma de tiempos después de aplicar la medida de restricción vehicular	62
3.2.2.1. Criterios para cálculo de la velocidad promedio de circulación de vehículos aplicado medida de restricción vehicular	62
3.2.2.2. Criterios para cálculo del tiempo de duración promedio por viaje aplicando medida de restricción vehicular	64
3.2.2.3. Comparación de resultados de estudio de toma de tiempos antes y después de aplicar medida de restricción vehicular	66
3.2.2.4. Análisis de resultados de velocidad y tiempo de circulación después de aplicar medida de restricción vehicular	66
3.2.3. Cálculo y análisis del tiempo promedio perdido por congestión vehicular	68
3.2.3.1. Criterios en el diseño y realización de las encuestas	68
3.2.3.2. Resultado de encuestas a conductores y usuarios de	

Vehículos particulares y transporte público	72
3.2.3.3. Tiempo promedio perdido al día antes de aplicar medida de restricción vehicular, según encuestas	75
3.2.3.4. Tiempo promedio perdido al día después de aplicar la medida de restricción vehicular	75
3.2.4. Cálculos y análisis de costos por congestión vehicular	76
3.2.4.1. Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico	76
3.2.4.2. Resultados de cálculos y análisis de costos	84
3.2.5. Cálculos y análisis técnico por congestión vehicular	90
3.2.5.1. Cálculo del flujo vehicular	90
3.2.5.2. Resultados de cálculos y análisis técnico	92
CONCLUSIONES	95
1. Conclusiones en relación a la velocidad de circulación y tiempo de duración por viaje en vehículo	95
2. Conclusiones en relación al tiempo perdido al día por congestión vehicular	98
3. Conclusiones en relación al análisis de costos por congestión vehicular	100
4. Conclusiones en relación al análisis técnico	103
RECOMENDACIONES	106
FUENTES DE INFORMACIÓN	109

ANEXOS	112
1. Matriz de consistencia	112
2 <u>Figura 2</u> : Distribución de colores y representación gráfica de las placas de rodaje según categoría y uso del vehículo	115
3. <u>Figura 3</u> : Mapa de las zonas geográficas de Lima Metropolitana y relación de sus 43 distritos	117
4 <u>Figura 4</u> : Mapa de la ruta vial seleccionada como muestra	118
5 <u>Figura 5</u> : Formato para toma de tiempos	118
6 . <u>Figura 6</u> : Formato para reportar el flujo vehicular por día de semana según categoría y uso del vehículo	119
7. <u>Figura 7</u> : Formato para reportar cantidad de vehículos particulares	120
8 . <u>Figura 8</u> : Diseño de cuadro resumen de resultados	120
9. <u>Figura 9</u> : "El reto de Lima : menos autos particulares"	121
10. <u>Figura 10</u> : ¿Cómo se movilizan los limeños?	121
11. <u>Tabla 3</u> : Los cinco peores puntos críticos de congestión vehicular en Lima Metropolitana y flujo por hora según tipo de vehículo	122
12. <u>Figura 12</u> : Formato para toma de datos del flujo vehicular	123

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla 1</u> Parque automotor en la ciudad de Lima Metropolitana por uso de vehículo año 2013-2014	23
<u>Tabla 2</u> Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en Lima Metropolitana según estudio de investigación.	24
<u>Tabla 3</u> Los cinco peores puntos críticos de congestión vehicular en Lima Metropolitana y flujo por hora según tipo de vehículo	25
<u>Tabla 4</u> Restricción vehicular en América latina	37
<u>Tabla 5</u> Restricción vehicular en Europa	38
<u>Tabla 6</u> Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en Sao Paulo-Brasil	39
<u>Tabla 7</u> Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en La Paz-Bolivia	40
<u>Tabla 8</u> Cronograma de restricción vehicular por día de la semana y tipo de vehículo en Santiago -Chile	40
<u>Tabla 9</u> Cronograma de restricción vehicular para vehículos de transporte escolar en Santiago - Chile	41
<u>Tabla 10</u> Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en Bogotá-Colombia	43
<u>Tabla 11</u> Cuadro resumen de resultados	57
<u>Tabla 12</u> Base de datos de toma de tiempos antes de restricción vehicular – fragmento-	60
<u>Tabla 13</u> Resultados de la toma de tiempos antes de aplicar la medida de restricción vehicular	62
<u>Tabla 14</u> Velocidad promedio de circulación de vehículos en Lima Metropolitana aplicando la medida de restricción vehicular	63
<u>Tabla 15</u> Tiempo de duración promedio por viaje de 6km.en vehículo aplicando la medida de restricción vehicular	64

<u>Tabla 16</u> Cuadro comparativo de resultados de toma de tiempos antes de restricción vehicular y resultados de simulación aplicando la medida de restricción	66
<u>Tabla 17</u> Análisis de resultados de velocidad y tiempo de circulación después de aplicar medida de restricción vehicular	66
<u>Tabla 18</u> Rango de tiempos de duración por viaje a seleccionar en encuesta	70
<u>Tabla 19</u> Motivos o propósitos de viaje en Lima Metropolitana	71
<u>Tabla 20</u> Tiempo de viaje promedio actual y tiempo ideal según encuestas	73
<u>Tabla 21</u> Tiempo de viaje promedio ponderado actual y tiempo ideal según encuestas	73
<u>Tabla 22</u> Estructura de la distribución de viajes diarios en Lima Metropolitana según modo o forma de transporte	74
<u>Tabla 23</u> Estructura de la distribución de viajes diarios en Lima Metropolitana de vehículos motorizados	74
<u>Tabla 24</u> Tiempo promedio perdido al día antes de aplicar medida de restricción vehicular según encuestas	75
<u>Tabla 25</u> Tiempo promedio perdido al día después de aplicar medida de restricción vehicular	76
<u>Tabla 26</u> Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico	76
<u>Tabla 27</u> Fuentes de información de las variables utilizadas en los cálculos de costos y análisis técnico	81
<u>Tabla 28</u> Cálculos y análisis de costos	84
<u>Tabla 29</u> Resultados del cálculo del flujo vehicular	91
<u>Tabla 30</u> Cálculos y análisis técnico	92
<u>Tabla 31</u> Resumen de costos analizados por congestión vehicular en Lima Metropolitana	103

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1</u> Placas de rodaje- Sistema integral de identificación vehicular	25
<u>Figura 2</u> Representación gráfica de las placas de rodaje según categoría y uso de vehículo	115
<u>Figura 3</u> Mapa de las zonas geográficas de Lima Metropolitana y relación de sus 43 distritos	117
<u>Figura 4</u> Mapa de la ruta vial seleccionada como muestra	118
<u>Figura 5</u> Formato para toma de tiempos	118
<u>Figura 6</u> Formato para reportar el flujo vehicular por día de semana según categoría y uso del vehículo	119
<u>Figura 7</u> Formato para reportar cantidad de vehículos particulares según último dígito de placa de identificación vehicular	120
<u>Figura 8</u> Diseño de cuadro resumen de resultados	120
<u>Figura 9</u> "El reto de Lima : menos autos particulares"	121
<u>Figura 10</u> ¿Cómo se movilizan los limeños?	121
<u>Figura 11</u> Formato estándar para toma de datos de encuestas acerca del tiempo de duración por viaje	72
<u>Figura 12</u> Formato para toma de datos del flujo vehicular	123

RESUMEN

Estudios técnicos revelan que desde hace cinco años la congestión vehicular es el segundo problema más grave que afecta la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Lima Metropolitana.

Entre las principales consecuencias de la congestión vehicular están: la progresiva reducción de las velocidades de circulación, el incremento de tiempos de viaje, pérdidas de hora-hombre por incremento de tiempo de viaje, mayores índices de contaminación atmosférica y acústica, pérdidas de horas-hombre por inasistencia laboral debido a enfermedades atribuibles a la contaminación, mayor consumo de combustible, incrementa el estrés, violencia vial o conducción agresiva, mayor ocurrencia de accidentes de tránsito, deterioro de la calidad de vida.

El tema de investigación desarrollado en la presente Tesis, plantea una alternativa de solución al problema de la congestión del tráfico vehicular.

Esta alternativa de solución al problema en mención es la racionalización o restricción por días de la semana de la circulación de vehículos particulares los cuales representan actualmente el 47.8% -el mayor porcentaje -del total del parque automotor en la ciudad de Lima Metropolitana.

La racionalización se realizará en base al último dígito del número de matrícula del vehículo¹. Así cada día de la semana se prohíbe la circulación de los autos terminados con ciertos números predeterminados, los cuales van rotando a lo largo de la semana, prohibiéndose dos dígitos por día de lunes a viernes.²

¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

² <http://docplayer.es/7927049-Programa-de-restriccion-vehicular-hoy-no-circula-y-similares-en-el-mundo-sus-alcances-y-limitaciones.html>

Las restricciones vehiculares tienen como objetivo regular el uso de la red vial, principalmente durante las horas pico para reducir la congestión o disminuir los niveles de contaminación atmosférica producidas por los vehículos, por lo que tiene efectos positivos en la economía, salud y calidad de vida de las personas.³

El objetivo general del estudio de investigación es determinar si la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana disminuirá la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana.

Los objetivos específicos son:

- a) Demostrar que la velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana se incrementará si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- b) Determinar que el costo por tiempo perdido al día por persona en edad de trabajar en la ciudad de Lima Metropolitana se reducirá si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- c) Analizar que el costo por consumo de gasolina de los automóviles detenidos con el motor encendido en la ciudad de Lima Metropolitana se reducirá si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- d) Comprobar que los niveles de contaminación ambiental por la emanación de los gases de escape de los vehículos y el estridente ruido de las bocinas, se reducirán si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana.

El estudio de investigación abarca como población o universo todo el flujo de vehículos que circula por la ciudad de Lima Metropolitana. La muestra representativa es un tramo vial ubicado entre los distritos de Santiago de Surco y Surquillo que son los que encabezan la lista de los distritos con mayor congestión vehicular.

³ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

Los valores de los indicadores, “velocidad de circulación promedio de un vehículo”, “tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.”, “tiempo perdido al día por congestión vehicular ”y “flujo vehicular “, se han obtenido utilizando la técnica de observación directa de los hechos , encuestas, la técnica de estudio de tiempos y la técnica del análisis estadístico.

El valor del indicador “costo promedio diario por congestión vehicular” se ha obtenido utilizando la técnica del análisis matemático y la técnica del análisis económico de la información recopilada.

Se ha considerado como técnicas de recolección de datos, el análisis de información de estudios realizados por especialistas del tema del presente estudio de investigación, así como también el análisis de información de foros y conferencias asistidas y el análisis de información de publicaciones periodísticas, revistas, libros y boletines.

Este estudio de investigación se justifica porque su desarrollo y aplicación reducirán los sobrecostos que genera el problema de la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana y que cada día se va empeorando si no se aplican soluciones inmediatas.

Algunos resultados de la investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11 :CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS			
Indicadores para Lima Metropolitana	Unidad de medida	Antes de aplicar la restricción vehicular	Después de aplicar la restricción vehicular
1. Velocidad de circulación promedio de un vehículo. (*1)	kilometros/hora	11	12
2. Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km. (*1)	Minutos	32	29
3. Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular (* 2)	Minutos	28	20
4. Costo promedio diario por congestión vehicular (*3)	S/ / día	7'436,111	5'311,111
5. Flujo vehicular promedio	# Vehículos/hora	6,990	6,361

(*1) En horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes. (Ver tabla 16)

(*2) Resultados en base a encuestas realizadas en el presente estudio de investigación). (Ver tabla 24, Tabla 25)

(*3) Pérdida económica calculada en base a las horas laborales que pierden los trabajadores debido a la congestión vehicular. (Ver tabla 28, pto.4, pto.5)

La restricción de la circulación de vehículos particulares por día de la semana como alternativa de solución para descongestionar el tráfico vehicular, representa una disminución del 10% del total del universo de vehículos que circulan diariamente en Lima Metropolitana.

Al aplicar la medida de restricción vehicular, la velocidad de circulación promedio de un vehículo entre los días de lunes a viernes se incrementa en 9%, pasa de 11 a 12 km/hora y el tiempo de duración promedio por viaje de 6km. se reduce en 9% pasa de 32 a 29 minutos.

El tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular para vehículos particulares y vehículos de transporte público, se reduce de 28 a 20 minutos después de aplicar medida de restricción vehicular, lo que representa una disminución del 29% en tiempo.

La aplicación de la medida de restricción vehicular representa una disminución del 28.6% en el costo promedio diario por pérdida de horas laborales, que equivale a

un ahorro de S/. 2.125 millones diarios, al reducirse de S/. 7.436 millones diarios a S/. 5.311 millones diarios.

El ahorro en costos por consumo de gasolina al aplicar la medida de restricción vehicular es de S/. 170 millones al año, lo que representa una disminución del 29% en costos, al reducirse de S/. 585 millones al año a S/. 415 millones al año.

En base al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación, se recomienda aplicar el racionamiento de la circulación de vehículos como alternativa de solución para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana.

ABSTRACT

Technical studies reveal that for five years the traffic congestion is the second most serious problem that affects the quality of life of the inhabitants of the city of Lima.

The main consequences of traffic congestion include: the progressive reduction of the speed of circulation, the increase in journey times, loss of man-hour by increase in travel time, highest rates of atmospheric and acoustic pollution, loss of man-hours by labor absenteeism because of illness attributable to pollution, increased fuel consumption, increases stress, road rage or aggressive driving increased occurrence of traffic accidents, impairment of the quality of life.

The subject of research developed in this thesis, presents an alternative solution to the problem of traffic congestion. This alternative solution to the problem in question is rationalisation or restriction for days of the week for the movement of private vehicles, which currently represent the 47.8% - the highest percentage - of the total of the vehicle park in the city of Lima.

The streamlining will be based on the last digit of the serial number of the vehicle. So each day of the week is prohibited the circulation of cars finished with certain default numbers, which will rotate throughout the week, banning two digits per day from Monday to Friday.

Vehicle restrictions have as objective regular use of the road network, mainly during peak hours to reduce congestion or reduce the levels of air pollution produced by vehicles, so it has positive effects on the economy, health and quality of life of the people.

The overall objective of the research study is to determine if rationalization of vehicles for days of the week will decrease traffic congestion in the city of Lima.

The specific objectives are: a) show that the average speed of a car in the city of Metropolitan Lima will increase if you apply the rationalisation of vehicles for days of the week. (b) determine that the cost per lost time per day per person working in metropolitan Lima's age will be reduced if applies the rationalisation of vehicles for days of the week. (c) analyze the cost for fuel consumption of automobiles arrested with the engine on in the city of Metropolitan Lima will be reduced if applies the rationalisation of vehicles for days of the week. (d) check that the levels of environmental pollution by emission of fumes from vehicle exhaust and loud noise from the speakers, will decline if applies the rationalisation of vehicles by days of the week in the city of Lima.

The research study covers such as population or universe all the flow of traffic flowing through the city of Metropolitan Lima. The representative sample is a road stretch, located between the districts of Santiago de Surco and Surquillo are those who top the list of districts with more traffic congestion.

The values of indicators, "average speed of a vehicle", "duration time average vehicle for travel 6 km." "time lost a day due to traffic congestion" and "traffic flow", they have been used the technique of direct observation of the facts, surveys, time study technique and the technique of statistical analysis.

The value of the indicator "average daily cost by traffic congestion" has been obtained using the technique of mathematical analysis and the technique of the economic analysis of the information collected.

He has been considered as techniques of data collection, the analysis of information from studies carried out by specialists of the subject of this research study, as well as also assisted conferences and forums information analysis and analysis of information from publications, newspaper, magazines, books and newsletters.

This research study is justified because their development and implementation will reduce the cost overruns that generates the problem of traffic congestion in the city of Metropolitan Lima and that every day will worsen if immediate solutions are not applied.

Some research results are shown in the following table:

Table 11: Summary of results table			
Indicators for Metropolitan Lima	Unit of measure	Before applying the vehicle restriction	After applying the vehicle restriction
1. Average speed of a vehicle (*1)	kilometers/hour	11	12
2. Average duration in vehicle by 6 kilometers trip (*1)	Minutes	32	29
3. Average time lost a day due to traffic congestion (* 2)	Minutes	28	20
4 Average daily cost per traffic congestion (*3)	S// day	7'436,111	5'311,111
5. Average volume of vehicles	# Vehicles/hour	6,990	6,361

(*1) Hours of 7 a.m. to 10 p.m. Monday through Friday. (See table 16) (* 2). Results based on surveys conducted in this research study). (See table 24, table 25) (* 3). Economic loss calculated on the basis of working hours that lost workers due to traffic congestion. (See table 28, pto.4, pto.5)

The restriction of the movement of private vehicles by day of the week as alternative solution to decongest traffic, represents a decrease of 10% of the total of the universe of vehicles circulating daily in metropolitan Lima.

When applying the measure of vehicle restriction, the average speed of a vehicle between Monday to Friday is increased by 9%, passes from 11 to 12 km per hour and average time per trip of 6 km away is reduced by 9% passes from 32 to 29 minutes.

Average lost a day due to traffic congestion for private vehicles and public transport vehicles, reducing from 28 to 20 minutes after applying traffic restriction measure, which represents a decrease of 29% in time.

The application of the measurement of vehicle restriction represents a decrease of 28.6% in the average daily cost for loss of working hours, which is equivalent to a saving of S /. 2.125 million daily, to reduce of S /. 7.436 billion daily to S /. 5.311 billion daily.

The savings in costs of fuel consumption by applying the measure of vehicle restriction is S /. 170 million per year, which represents a 29% decrease in costs, reduced s /. 585 million a year to S /. 415 billion a year.

Based on the analysis and interpretation of the results obtained in this research study, it is recommended to apply the rationing of the circulation of vehicles as an alternative solution to decongest traffic in the city of Lima.

INTRODUCCIÓN

El problema de la congestión vehicular en Lima afecta a todos sus habitantes y se ha agravado en los últimos 20 años con el incremento del parque automotor, insuficiente vías de circulación, el incremento de construcciones de casas, condominios, centros comerciales, pool de oficinas, centros de estudios, incremento de la población y de migrantes que vienen de provincias a la capital en busca de mejores oportunidades de trabajo y mejor calidad de vida.

El caos del transporte en Lima Metropolitana nos sitúa como una de las peores ciudades de América⁴. El parque automotor en nuestra ciudad es de 1'453,028⁵ vehículos –lo cual representa el 65.3% del total a nivel nacional-, ello explica que un viaje promedio tarde 45 minutos y que la velocidad promedio de un auto en la ciudad sea apenas de 13 a 14 km/hora⁶.

Según estudios realizados en mayo del 2014 por la Fundación “Transitemos” acerca del problema del transporte en Lima, se llegó a la conclusión de que el tiempo perdido por viaje en transporte público es de 4 horas al día, lo que equivale a que una persona económicamente activa pierde en total 4 años y 6 meses de vida en 40 años de vida laboral – desde los 25 años hasta los 65 años de edad-⁷.

⁴ Martín Acosta, Los retos de un transporte que está en la cola de Sudamérica, diario “El Comercio”, 10 agosto 2014, A10

⁵ Cifra oficial . Anuario Estadístico 2013, MTC, abril 2014, pág.87. Informe Evaluando la movilidad en Lima 2013, setiembre 2014

⁶ Alfonso Flores Mazzini, Tendencias 2014, tráfico urgente golpe de timón, revista “Caretas”, 26 dic.2013, págs.. 49-51

⁷ René Zubieta, Caos en las pista de nunca acabar, diario “El Comercio”, 26 julio 2014, A10

Los excesivos costos y tiempos para el desplazamiento de bienes y personas, así como la nociva contaminación del ambiente y el daño emocional severo a los ciudadanos por el incremento del estrés, implican el diseño de políticas y medidas que contribuyan a la moderación y control de este fenómeno.

Problemas extraordinarios requieren la búsqueda de soluciones extraordinarias.⁸

El presente estudio de investigación pretende dar una alternativa de solución para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana.

La alternativa de solución que se plantea es la racionalización por días de la semana de la circulación de vehículos particulares.

Según opinión de Alfonso Flores Mazzini –gerente de la Fundación “Transitemos” y especialista en temas de transporte-, el orden de prioridad en el transporte y movilidad sostenible debe ser: 1. Peatón (traslado a pie), 2. Bicicleta, 3. Transporte público, 4. Transporte de carga, 5. Auto particular o privado.

Otros expertos en temas de transporte como Luis Quispe Candia – presidente de la ONG Luz Ámbar- opinan que se debe potenciar el uso de un transporte público que desincentive el uso de autos particulares todos los días en la ciudad de Lima Metropolitana⁹.

El racionamiento de la circulación de vehículos se realizaría en base al último dígito del número de la placa de matrícula para los días comprendidos entre Lunes a Viernes, es decir que un día a la semana no circularían determinados vehículos.

Esta medida de restricción vehicular se aplica actualmente en diversos países de América Latina - Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras,

⁸ Alfonso Flores Mazzini, Tendencias 2014, tráfico urgente golpe de timón, revista “Caretas”, 26 diciembre 2013, págs.. 49-51

⁹ René Zubieta, Caos en las pista de nunca acabar, diario “El Comercio”, 26 julio 2014, A10

México, Venezuela- y también en Europa – Francia, Grecia, China, Italia, Reino Unido- .

Para la realización del estudio de investigación se ha escogido como muestra representativa de la población, un tramo vial que abarca los distritos de Santiago de Surco y Surquillo por ser estos distritos los que encabezan la lista de los distritos con mayor índice de congestión vehicular del total de los 43 distritos de Lima Metropolitana.

Al finalizar el presente estudio de investigación se habrá respondido la pregunta problema, ¿El racionamiento de la circulación de vehículos particulares por días de la semana es una alternativa de solución para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana?.

La respuesta a esta pregunta se basará en la comparación de los siguientes indicadores, antes y después de aplicar la medida de restricción vehicular:

*Tiempo de viaje por una misma ruta de circulación.

*Costo del tiempo perdido por hora-hombre.

*Costo por consumo de gasolina de un automóvil detenido con el motor encendido.

* Niveles de contaminación ambiental por emanación de gases de los vehículos en circulación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Todos los que vivimos en la ciudad de Lima Metropolitana sufrimos por el problema del tráfico.

Según el quinto informe realizado por la organización “Lima Como Vamos”, el segundo¹⁰ problema que afecta la calidad de vida de los limeños es el transporte vehicular. Más de la mitad de la población -53.8%- lo considera como uno de los principales problemas de la ciudad, mantiene el segundo lugar desde hace cinco años.

En el mes de agosto del 2014 el diario “El Comercio” publicó un titular en relación al caos del transporte en Lima, que decía “Los retos de un transporte que está en la cola de Sudamérica”¹¹.

El 40.3%¹² de la población limeña percibe que el tiempo por viaje ha aumentado. La avenida El Derby en Surco, es el ejemplo más contundente del tráfico que se vive en la ciudad en hora punta. Atravesar sus cinco cuadras en la mañana o al

¹⁰ Encuesta Lima Como Vamos 2014:Quinto Informe de percepción sobre calidad de vida. 1ra edición Enero 2015. Lima. Pág. 10

¹¹ Martín Acosta, diario “El Comercio”, 10 agosto 2014, A10

¹² René Zubieta, diario “El Comercio”, 3 mayo 2014, A10

caer la noche, cuando la gente entra o sale del trabajo, puede hacer perder a un conductor hasta 20 valiosos minutos¹³.

Entre la 7a.m y 9.30a.m. ó las 5p.m y 8p.m, los autos en la avenida Primavera en Surco avanzan a ritmo de procesión. Salir de casa y recorrer apenas cuatro kilómetros puede tomar entre veinte y treinta minutos¹⁴.

“Me habían advertido sobre el desquiciado tráfico de Lima, pero lo que tengo ante mis ojos supera todo lo imaginable” (David Roas, escritor español, extracto de su libro “Bienvenidos a Incaland”, publicado en diario “El Comercio”, 18 enero 2015, D12).

La congestión de tránsito ha ido en aumento en gran parte del mundo, desarrollado o no, y todo indica que seguirá agravándose, constituyendo un peligro que afecta la calidad de vida urbana.

Las causas de la congestión vehicular en la ciudad de Lima se deben principalmente al incremento del parque automotor, insuficiencia de la infraestructura vial y mala planificación urbanística que ha permitido el incremento de construcción de casas, edificios para vivienda, edificios para oficinas, centros comerciales y centros de estudios sin considerar las suficientes vías de acceso, deficiente educación vial y el incremento de la población y de la migración.

La congestión vehicular es causada principalmente por el uso intensivo del automóvil, cuya propiedad se ha masificado en las últimas décadas en América Latina. El automóvil de uso particular posee ventajas en términos de facilitar la movilidad personal, y otorgar sensación de seguridad y de estatus especialmente en países en vías de desarrollo. Según estudios se ha llegado a la conclusión que el uso de vehículos o automóviles particulares es poco eficiente para el traslado de

¹³ René Zubieta, diario “El Comercio”, 26 julio 2014, A10

¹⁴ Martín Acosta, diario “El Comercio”, 16 agosto 2014, A10

personas, al punto que cada ocupante produce en las horas punta unas 11 veces¹⁵ la congestión atribuible a cada pasajero de autobús. La situación se agrava debido a problemas de diseño y conservación de las vías de circulación y estilo de conducción que no respeta a los demás.

A nivel nacional el parque automotor se incrementó en 63%¹⁶ en el periodo 2004 - 2013 al pasar de 1.3 millones de unidades a 2.12 millones de unidades. La tasa de crecimiento promedio anual en el periodo 2004-2013 ha sido 5.6%.

Este incremento del parque automotor se debe al crecimiento sostenido de la economía nacional que ha permitido el auge del transporte de pasajeros y carga por vía terrestre.

El crecimiento en ventas de vehículos nuevos en el año 2014 respecto al año 2013 a nivel nacional ha sido 7.3%¹⁷ según ARAPER –Asociación de Representantes Automotrices del Perú-.

La AAP- Asociación Automotriz del Perú- prevé una recuperación de las ventas para el año 2015 con un crecimiento entre 12%¹⁸ y 13% respecto al año 2014.

El gremio AAP explicó que el repunte de las ventas en el sector automotriz responderá a las medidas dadas por el gobierno para reactivar la economía, la estabilización en las economías de EEUU y China, así como las inversiones en infraestructura, minería y agroindustria.

El INEI –Instituto Nacional de Estadística e Informática- informó que el flujo o circulación vehicular a nivel nacional entre noviembre del año 2013 a octubre del año 2014 creció en 4.2%.¹⁹

¹⁵ Escamilla Francisco, Programa de Restricción Vehicular “Hoy No Circula” y similares en el mundo, México, Junio 2012, pág.9

¹⁶ MTC, Anuario Estadístico 2013, abril 2014, pág. 87. Diario “Gestión” 20 diciembre 2014.

¹⁷ Diario “El Comercio” 17 diciembre 2014

¹⁸ Diario “El Comercio” 8 enero 2015

¹⁹ Diario “La Razón” y diario “El Comercio”, 20 diciembre 2014, secciones Actualidad y Portafolio, pág.9

El parque automotor en la ciudad de Lima Metropolitana en el año 2013 es de 1'453,028 vehículos²⁰ y representa el 65.3%²¹ del parque automotor a nivel nacional. La tasa de crecimiento promedio anual en el periodo 2004-2013 ha sido 5.9 % en Lima Metropolitana.

La cantidad de vehículos de uso particular o privado que transitan en la ciudad de Lima Metropolitana el año 2013 es 694,871 unidades que representan el 47.80% del total del parque automotor de la ciudad. (Datos estimados en base a información del Anuario Estadístico 2013 elaborado por el MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones- publicado en abril 2014, págs.87, 88).

En mayo del 2014, la SUNARP reveló que el parque automotor o vehicular en Lima Metropolitana es 2'688,594 unidades²².

Un estudio económico realizado por la ONG Luz Ambar y publicado en el diario "El Comercio" el 30 abril del 2010 concluye que cada 5 minutos, sólo por la avenida Javier Prado entre el óvalo Monitor y el Ministerio del Interior transitan 505 vehículos, 550 vehículos en su cruce con Rivera Navarrete; 450 y 360 vehículos en las intersecciones con Petit Thouars y Arenales respectivamente.

Según cifras del Centro de Investigación y Asesoría del Transporte (Cidatt), en la Av. Javier Prado sólo en el tramo que corresponde a San Isidro, el flujo vehicular es de 1,445 unidades en horas punta, lo que hace que debido a la congestión vehicular un viaje de 15 o 25 minutos por este tramo se prolongue hasta por 45 o 50 minutos (Fuente: Pamela Sandoval Del Aguila, diario "El Comercio", noviembre 2010).

²⁰ Anuario Estadístico 2013, MTC, abril 2014, pág.87. Informe Evaluando la movilidad en Lima 2013, setiembre 2014

²¹ ONG Lima Como Vamos, 3er.Informe de resultados sobre calidad de vida: Evaluando Lima al 2012, pág.6

²² Gálvez Victor ,analista de Sunarp, video de América Noticias 27 mayo 2014 "Ya no existe hora punta en Lima"

Los 75 cruces²³ de mayor caos vehicular en horas punta se ubican en 22 de los 43 distritos de Lima. La mayor cantidad de cruces críticos lo tienen los distritos de Cercado de Lima, San Martín de Porres, Santiago de Surco, Chorrillos y San Isidro.

Para hacer más fluido el tránsito por un eje vial, los policías de tránsito dejan pasar hasta 2 luces verdes. En julio del 2014, el ministro del Interior lanzó un plan para agilizar la fluidez vehicular en horas punta disponiendo que no solo los policías de tránsito vayan a los puntos críticos, sino también los de las comisarías, la División de Emergencias y la unidad de motociclistas Los Halcones, que se dedican a operaciones contra la delincuencia común. Actualmente también el personal de Serenazgo dirige el tránsito.

Según un estudio realizado en el año 2013 por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón para el MTC- Ministerio de Transportes y Comunicaciones- se concluyó que de los 17 millones²⁴ de viajes motorizados que se producen a diario en la ciudad de Lima Metropolitana, el 75% se realiza en transporte público.

En agosto del 2014 el Ministerio del Ambiente reveló que hay 150 vehículos²⁵ por cada 1,000 habitantes en Lima Metropolitana.

Según información del INEI- Instituto Nacional de Estadística e Informática-, la población en la ciudad de Lima Metropolitana es de 9'752,000 habitantes (publicado en diario "El Comercio", 27 setiembre 2014, A3).

La tasa de crecimiento promedio anual de la población de Lima Metropolitana es de 2.1%²⁶

Las principales consecuencias de la congestión vehicular son:

1. La progresiva reducción de las velocidades de circulación.

²³ René Zubieta, diario "El Comercio", 26 julio 2014, A10

²⁴ Diario "El Comercio", 10 agosto 2014, A10

²⁵ Diario "El Comercio", 31 agosto 2014, A4

²⁶ INEI, Compendio Estadístico del Perú 2013

2. El incremento de tiempos de viaje.
3. Pérdidas de hora-hombre por el incremento de tiempo de viaje.
4. Mayores índices de contaminación atmosférica y acústica que impactan negativamente en la salud de los ciudadanos.
5. Pérdidas de horas-hombre debido a la inasistencia laboral por enfermedades atribuibles a la contaminación.
6. Incrementa el estrés e impacta en la salud mental de la población.²⁷
7. Violencia vial o conducción agresiva.
8. Gastos hospitalarios para recuperar la salud afectada por accidentes de tránsito, la contaminación y el estrés.
9. Mayor consumo de combustible -pérdida innecesaria de combustible por tener el motor prendido del vehículo sin moverse-
10. Mayor gasto de mantenimiento de los vehículos al producirse con más frecuencia reparaciones y reemplazos de piezas como consecuencia de realizar una mayor cantidad de aceleraciones y frenados debido a la disminución de la velocidad de circulación.
11. Desvalorización de la propiedad inmueble a causa de la contaminación atmosférica y sonora.
12. Incremento del costo de mantenimiento de las edificaciones.
13. Disminución de los ingresos por turismo debido al deterioro de la ciudad – pérdida del patrimonio monumental- por la contaminación.
14. Deterioro de la calidad de vida.

Citaremos algunas cifras estadísticas y declaraciones que resumen la realidad problemática de la congestión vehicular en Lima Metropolitana:

La velocidad de circulación promedio de un vehículo en Lima Metropolitana es de 13 a 14 Km./hora ²⁸.

²⁷ <https://www.scribd.com/doc/280584907/Articles52016InformeEsradoMedioAmbienteCompleto2011>

Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 10.5 km. a velocidad de 14 km./hora: 45 minutos.²⁹

Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular en Lima Metropolitana: 30 minutos.³⁰

Tiempo promedio perdido al día por viaje en transporte público en Lima Metropolitana: 4 horas/día³¹

Días al año perdidos por congestión vehicular en Lima Metropolitana: 7 días³²

Tiempo promedio perdido al día por PEA(Población Económicamente Activa) en 40 años de vida laboral – desde los 25 hasta los 65 años de edad - debido a la congestión vehicular en Lima Metropolitana: 4 años y 6 meses de vida.³³

Tiempo promedio que cada habitante utiliza para desplazarse al día: 2 horas.³⁴

En el año 2006, el Banco Mundial estimó que 2,900 personas³⁵ mueren prematuramente cada año en Lima y Callao a causa de la contaminación del aire.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), en el año 2008 se registraron 3,872 muertes³⁶ relacionadas con la contaminación del aire en Lima.

²⁸ Alfonso Flores Mazzini, Tendencias 2014, tráfico urgente golpe de timón, revista "Caretas", 26 diciembre 2013, págs.. 49-51

²⁹ [Http://perú21.pe/actualidad/inei-mirada-lima-Metropolitana-elecciones-2014](http://perú21.pe/actualidad/inei-mirada-lima-Metropolitana-elecciones-2014)

³⁰ Fundación Transitemos, "Caótica Realidad", diario Perú 21, 28 octubre 2013

³¹ Alfonso Flores, Fundación Transitemos, diario "El Comercio", 26 julio 2014, A10

³² Fundación Transitemos, "Caótica Realidad", diario Perú 21, 28 octubre 2013

³³ René Zubieta, Caos en las pista de nunca acabar, diario "El Comercio", 26 julio 2014, A10

³⁴ Estudio realizado por la Municipalidad de Lima, publicada en diario "El Comercio", 3 agosto 2012

³⁵ Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, "Boletín de Economía y Ambiente" año XII, N°68, 2012

³⁶ Gustavo Kanashiro, diario "El Comercio", 31 agosto 2014, A4

Una consecuencia de la contaminación del aire son las infecciones respiratorias agudas (IRA). En el año 2009, las IRA causaron el 18% de las muertes en la ciudad de Lima y el 45% de las muertes de niños de entre 0 y 11 años de edad . Lo que convierte a las IRA en la primera causa de morbilidad en el Perú.

El exceso de exposición al dióxido de nitrógeno (NO₂) que proviene del proceso de combustión de los vehículos es una de las principales causas de la alteración de los mecanismos de defensa del sistema respiratorio humano. Por este motivo, la regulación del parque automotor es prioritaria.

La fuente que más material particulado (partículas contaminantes) emite es el parque automotor. El 88.42%³⁷ de la contaminación del aire en Lima Metropolitana proviene del parque automotor, el 11% proviene de las actividades industriales y fábricas y el 0.53% de labores agrícolas y de construcción entre otros.

El índice promedio de material particulado PM 2.5 que tiene Lima Metropolitana es 38 ug/m³ y el índice de material particulado PM 2.5 recomendado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) es 10 ug/m³(micrómetros por metro cúbico) ³⁸.

El transporte terrestre en Lima emana un 70% ³⁹ del total de dióxido de carbono (CO₂) que contamina el aire de la capital.

El caos del transporte incrementa el estrés e impacta en la salud mental de la población, debido al estado de tensión tanto de usuarios de transporte público como particular por conducir inmersos en una masa vehicular excesiva y necesitar llegar a tiempo a sus centros de trabajo, estudios y otros destinos, ello sumado al ruido de las bocinas, la contaminación del aire y la imprudencia de los conductores que no respetan las reglas de tránsito entre otros factores –semáforos

³⁷ Gustavo Kanashiro, diario "El Comercio", 31 agosto 2014, A4

³⁸ Ibid 37

³⁹ Luis Gutierrez Aparicio, "Declaración de Lima: Libro Blanco de la Movilidad Urbana Sustentable de América Latina", extractos publicados en diario "La Razón", 8 diciembre 2014, pág.12

malogrados, falta de policía de tránsito, desvío de calles por construcciones inmobiliarias, etc.-

Con el fin de poder llegar a tiempo a las diferentes obligaciones o compromisos, se sacrifican horas de sueño para salir más temprano y ello repercute tanto en la salud mental como física de las personas.

La directora de la Escuela de Psicología de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya, Beatriz Oré, manifestó :“La anarquía del transporte en Lima es un factor que está asociado a la salud mental”. Por su parte, la psiquiatra del Instituto Nacional de Salud Mental, Patricia Albornoz, comentó : “Es un factor de tantos que ya se agrava. Tenemos una población con trastornos mentales importantes, con tensión por estrés y niveles de insatisfacción importantes”. (Diario “El Comercio”, 3 mayo 2014).

Un automóvil o vehículo detenido con el motor prendido debido a la congestión vehicular, consume un galón de gasolina cada cinco horas, lo que vale S/ 15. Si consideramos que Lima Metropolitana tiene un parque automotor de un millón 400 mil vehículos, entonces el costo por mayor consumo de combustible es de S/ 42 millones al mes⁴⁰ o S/ 504 millones al año.

La congestión vehicular acarrea una pérdida económica de S/ 2,340 millones al año⁴¹ por causa de las horas laborales que pierden los trabajadores al estar atrapados en las pistas capitalinas.

La pérdida económica proyectada entre Marzo y Mayo del 2015 en Lima Metropolitana por causa de las horas laborales que pierden los trabajadores al estar atrapados en las pistas capitalinas es S/ 2,907 millones al año⁴².

⁴⁰ Fundación Transitemos, “Caótica realidad”, publicación Diario Perú 21, 28 octubre 2013

⁴¹ Ibid 40

Para el cálculo anterior se ha considerado que la proyección para el trimestre Marzo-Abril-Mayo del 2015 en Lima Metropolitana de la PET (Población de edad de trabajar) es 7'324,205 personas y que el incremento de la tasa promedio anual es 1.80%. Asimismo se ha considerado que la proyección para el trimestre Marzo-Abril-Mayo del 2015 en Lima Metropolitana del ingreso promedio mensual es S/ 1,566.7 y que el incremento de la tasa promedio anual es 9%.

La pérdida económica diaria en Lima Metropolitana a causa de horas laborales que se pierden debido a la congestión vehicular es de S/ 6'500,000 /día⁴³

La pérdida económica proyectada diaria entre Marzo y Mayo del 2015 en Lima Metropolitana a causa de las horas laborales que pierden los trabajadores al estar atrapados en las pistas capitalinas es S/ 8'074,936/ día⁴⁴

La pérdida económica diaria por persona en edad de trabajar (PET) a causa de las horas labores que se pierden debido a la congestión vehicular en Lima Metropolitana es S/ 3.65/día⁴⁵.

La pérdida económica proyectada diaria por persona en edad de trabajar (PET) a causa de las horas labores que se pierden debido a la congestión vehicular en Lima Metropolitana entre Marzo y Mayo del 2015 es S/ 4.08/día⁴⁶.

Según la “Fundación Transitemos” el perjuicio económico por el caos vehicular debido a pérdidas de tiempo, mayor gasto de combustible, accidentes, enfermedades por la contaminación ambiental y disminución de la productividad,

⁴² Fuente propia, estimado en base a datos del Boletín Estadístico INEI: indicadores económicos y sociales, año 4, edición 9, setiembre 2014, págs.6,7

⁴³ Fuente propia, estimada en base a información publicada en Diario Perú 21, 28 octubre 2013

⁴⁴ Fuente propia, estimado en base a datos del Boletín Estadístico INEI: indicadores económicos y sociales, año 4, edición 9, setiembre 2014, págs.6,7

⁴⁵ Fuente propia, estimada en base a información publicada en Diario Perú 21, 28 octubre 2013

⁴⁶ Ibid 44

entre otros factores, genera en Lima Metropolitana una pérdida de US\$7,000 millones al año⁴⁷.

En artículo publicado el 3 de mayo del 2014 en el diario “El Comercio”, Adrián Revilla, presidente de la Asociación Cruzada Vial, declaró que las proyecciones para el 2015 respecto a los gastos por congestión vehicular en Lima Metropolitana por pérdidas de horas hombre, combustible, accidentes de tránsito y la cobertura de daños materiales y humanos que estos generan, serán de US\$ 8,000 millones al año si todo sigue como está -cifra que representa aproximadamente el 4% del actual PBI (Producto Bruto Interno) anual peruano-.

Un estudio realizado por el Banco Mundial el año 2000 y publicado en el Informe de Defensoría del Pueblo # 137: “ El transporte urbano en Lima Metropolitana un desafío en defensa de la vida”, en noviembre del 2008, señala que el costo estimado de la congestión vehicular en ciudades como Santiago, São Paulo y Buenos Aires va desde el 1.37% al 3.42% del PBI.

El Perú pierde US\$ 20 mil millones al año⁴⁸ por causa de la problemática del transporte vehicular, informó Luis Gutierrez Aparicio –especialista en transporte sostenible-, dicho monto equivale al 10% del PBI anual peruano y es la sumatoria de los gastos por pérdida de horas-hombre, desperdicio de combustible, contaminación ambiental, accidentes de tránsito, entre otras consecuencias.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El estudio de investigación se desarrolla en la ciudad de Lima Metropolitana.

⁴⁷ Martín Acosta G., “Los retos de un transporte que está en la cola de Sudamérica”, diario “El Comercio” 10 agosto 2014, pág.A10

⁴⁸ Luis Gutierrez Aparicio, “Declaración de Lima: Libro Blanco de la Movilidad Urbana Sustentable de América Latina”, extractos publicados en diario “La Razón”, 8 diciembre 2014, pág.12

1.2.2. Delimitación social

El estudio involucra a todas las clases o grupos sociales.

1.2.3. Delimitación temporal

El desarrollo del estudio de investigación tiene una duración de 14 meses y se ha iniciado en el mes de abril del 2014.

1.2.4. Delimitación conceptual

El presente estudio de investigación está inmerso en los conceptos de “racionamiento de la circulación vehicular” y “congestión del tráfico vehicular”.

Respecto al concepto “racionamiento de la circulación vehicular”

El racionamiento de la circulación vehicular, llamado en economía del transporte como racionamiento del espacio vial, es un tipo de restricción vehicular.

La restricción vehicular es una medida de gestión de la demanda de transporte que es usada con la finalidad de llevar a cabo prohibiciones a la circulación de diversas clases de vehículos, en cierto tiempo o en cierto lugar.⁴⁹ Estas restricciones se aplican principalmente dentro de las zonas urbanas o en situaciones de emergencia. Son usualmente creadas e implementadas por el gobierno o las autoridades públicas. Las restricciones vehiculares tienen como objetivo regular el uso de la red vial, principalmente durante las horas pico para reducir la congestión o disminuir los niveles de contaminación atmosférica producidas por los vehículos, por lo que tiene efectos positivos en la economía, salud y calidad de vida de las personas.⁵⁰

⁴⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

⁵⁰ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

Esta medida forma parte de las estrategias utilizadas por la gestión de la demanda vial ante la escasez de capacidad vial para permitir un uso más eficiente y equitativo del sistema de transporte urbano, evitando así grandes inversiones en infraestructura vial o la asignación de más espacio urbano para los autos.⁵¹

En nuestro estudio de investigación, el racionamiento de la circulación vehicular se aplicará al restringir el uso de un porcentaje de los vehículos de uso particular cada día. La racionalización se realizará en base al último dígito del número de matrícula del vehículo. Así cada día de la semana se prohíbe la circulación de los autos terminados con ciertos números predeterminados, los cuales van rotando a lo largo de la semana, prohibiéndose dos dígitos por día de lunes a viernes ⁵².

Respecto al concepto “congestión del tráfico vehicular”

En este estudio de investigación, se analiza que es la congestión vehicular, cuáles son sus causas y cuáles son sus consecuencias de este flagelo moderno de las zonas urbanas que causa grandes pérdidas económicas y que amenaza la calidad de vida de sus habitantes.

La congestión del tráfico vehicular es la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico cuando el volumen del tráfico genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las carreteras, lo que trae como consecuencia pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

1.3. Problemas de investigación

⁵¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

⁵² https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

1.3.1. Problema principal

¿La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana disminuiría la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana?

1.3.2. Problemas secundarios o específicos

1) ¿Cómo el incremento de la congestión vehicular disminuye la velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana?

2) ¿Cómo se relaciona el costo por tiempo perdido al día por persona en edad de trabajar con el incremento de la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana?

3) ¿En qué medida el incremento de la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana influye en el costo por consumo de gasolina de los automóviles detenidos con el motor encendido?

4) ¿La disminución de la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana puede reducir los niveles de contaminación ambiental –atmosférica y sonora- ?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar si la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana disminuirá la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Demostrar que la velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana se incrementará si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.

- 2) Determinar que el costo por tiempo perdido al día por persona en edad de trabajar en la ciudad de Lima Metropolitana se reducirá si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- 3) Analizar que el costo por consumo de gasolina de los automóviles detenidos con el motor encendido en la ciudad de Lima Metropolitana se reducirá si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- 4) Comprobar que los niveles de contaminación ambiental por la emanación de los gases de escape de los vehículos y el estridente ruido de las bocinas, se reducirán si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana.

1.5. Hipótesis y Variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis General

La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana disminuiría la congestión vehicular.

1.5.2. Hipótesis Secundarias o específicas

- 1) La velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana sería mayor a 13 Km/hora si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- 2) El costo por tiempo perdido al día por persona en edad de trabajar en la ciudad de Lima Metropolitana sería menor a S/4.08/día si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.

- 3) El costo por consumo de gasolina de los automóviles detenidos con el motor encendido se reduciría en la ciudad de Lima Metropolitana a un nivel menor a S/ 42 millones al mes si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.
- 4) Los niveles de contaminación ambiental por la emanación de los gases de escape de los vehículos y el estridente ruido de las bocinas se reducirían en la ciudad de Lima Metropolitana si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.

1.5.3. Variables (definición conceptual y operacional)

Para las hipótesis planteadas, se detallan a continuación las variables y sus respectivos indicadores.

Variables Independientes (X)	Indicadores
1. Racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.	1.1.Cantidad promedio de vehículos por hora que circulan sin aplicar la medida de racionalización vehicular.

Variable dependiente (Y)	Indicadores
1. Congestión vehicular	<p>1.1.Velocidad de circulación promedio de un vehículo por viaje.</p> <p>1.2.Tiempo promedio perdido por horas hombre por demora durante la congestión vehicular.</p>

Variable dependiente (Y)	Indicadores
<p data-bbox="358 1161 691 1192">1. Congestión vehicular</p>	<p data-bbox="857 289 1425 426">1.3.Nivel de contaminación ambiental por emanación de gases de escape de los vehículos en circulación.</p> <p data-bbox="857 506 1425 590">1.4.Nivel de contaminación por ruido de las bocinas de vehículos.</p> <p data-bbox="857 669 1425 863">1.5.Tiempo promedio de transporte por una misma ruta de circulación sin aplicar la medida de racionalización vehicular.</p> <p data-bbox="857 942 1425 1136">1.6.Tiempo promedio de transporte por una misma ruta de circulación aplicando la medida de racionalización vehicular.</p> <p data-bbox="857 1215 1425 1352">1.7.Tiempo promedio perdido de transporte por demora durante la congestión vehicular.</p> <p data-bbox="857 1432 1425 1579">1.8.Cantidad promedio de vehículos por hora que circulan aplicando la medida de racionalización vehicular.</p> <p data-bbox="857 1659 1425 1795">1.9.Costo por tiempo perdido por hora hombre debido a la congestión vehicular.</p>

Variable dependiente (Y)	Indicadores
	<p>1.10. Consumo de gasolina por minuto de un automóvil detenido con el motor encendido.</p> <p>1.11. Tiempo de espera en reiniciar su marcha de un automóvil detenido con el motor encendido debido a la congestión vehicular.</p> <p>1.12. Costo del consumo de gasolina de un automóvil detenido con el motor encendido debido a la congestión vehicular.</p>
<p>2. Contaminación ambiental</p>	<p>2.1. Cantidad promedio de vehículos por hora que circulan aplicando la medida de racionalización vehicular.</p> <p>2.2. Nivel de contaminación ambiental por emanación de gases de escape de los vehículos en circulación sin aplicar y aplicando la medida de racionalización vehicular.</p> <p>2.3. Nivel de contaminación por ruido de las bocinas de vehículos sin aplicar y aplicando la medida de racionalización vehicular</p>

Delimitación o definición conceptual de la variable “Racionalización de la circulación de vehículos.-

Es un tipo de restricción vehicular que es usada con la finalidad de llevar a cabo prohibiciones a la circulación de diversas clases de vehículos, en cierto tiempo o en cierto lugar. Estas restricciones se aplican principalmente dentro de las zonas urbanas o en situaciones de emergencia y tienen como objetivo regular el uso de la red vial, principalmente durante las horas pico para reducir la congestión o disminuir los niveles de contaminación atmosférica producidas por los vehículos, por lo que tiene efectos positivos en la economía, salud y calidad de vida de las personas ⁵³.

Delimitación o definición conceptual de la variable “Congestión vehicular”.-

La congestión del tráfico vehicular es la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico cuando el volumen del tráfico genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las carreteras, lo que trae como consecuencia pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

La congestión vehicular es el segundo⁵⁴ problema más grave que afecta la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Lima Metropolitana.

Delimitación o definición conceptual de la variable “Contaminación ambiental ”.-

La contaminación ambiental –atmosférica- es la alteración de la composición natural de la atmósfera como consecuencia de la entrada de pequeñas partículas - polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento, polen- cuyo diámetro es menor a 10 micrómetros.

⁵³ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

⁵⁴ Encuesta Lima Como Vamos 2014:Quinto Informe de percepción sobre calidad de vida. 1ra edición Enero 2015. Lima. Pág. 10

Los contaminantes atmosféricos aumentan cada vez que se produce una congestión vehicular, lo que daña directamente la salud de las personas atrapadas en los embotellamientos, pero también perjudican a la vegetación y ecosistemas, causan daños materiales, contaminación auditiva, entre otros muchos efectos negativos.

Los contaminantes producen una gran variedad de efectos en la salud, entre los principales se encuentran: asma, efectos en el desarrollo neonatal, mayor sensibilidad en las vías respiratorias y enfermedades respiratorias crónicas, cáncer, principalmente pulmonar, arritmia cardiovascular, entre otros.

Es importante una buena planeación vial en las ciudades que permita a que los vehículos fluyan de manera adecuada para evitar estancamientos.

La contaminación ambiental es el tercer⁵⁵ problema más grave que afecta la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Lima Metropolitana.

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y Nivel de Investigación

a) Tipo de Investigación

El presente estudio de investigación es una investigación de diseño experimental y de tipo “explicativa”.

Es de tipo “explicativa” porque se van a analizar relaciones entre una o más variables independientes y una o más variables dependientes y los efectos causales de las primeras sobre las segundas.

Es una investigación de diseño experimental porque habrá un manipuleo intencional de una acción para analizar las posibles consecuencias.

⁵⁵ Diario “El Comercio”, 26 noviembre 2014

En una investigación de diseño experimental se ejecuta una acción y se observan las consecuencias. Es decir se construye una situación y se manipula de manera intencional la variable independiente

b) Nivel de Investigación

El nivel del presente estudio de investigación tiene el siguiente alcance: Descriptivo , porque mide conceptos y define variables.

Correlacional, porque explica y cuantifica la relación entre variables y ofrece predicciones.

Explicativo, porque determina las causas de los fenómenos –hechos o acontecimientos-

1.6.2. Método y Diseño de la Investigación

a) Método de la Investigación

Se usa el método de investigación “Cuantitativo” el cual comprende las siguientes fases o etapas:

Fase 1: Idea

La cual ayudará a resolver un problema. En este caso el problema es el congestionamiento vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana y una “idea” para resolver este problema es la racionalización por días de la semana de la circulación de vehículos.

Fase 2: Planteamiento del problema

Orientado hacia la descripción, predicción y explicación. Dirigido hacia datos medibles y observables.

Fase 3: Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico

Justificación para el planteamiento y la necesidad del estudio.

Fase 4: Visualización del alcance del estudio

Fase 5: Elaboración de hipótesis y definición de variables

Fase 6: Desarrollo del diseño de la investigación

Fase 7: Definición y selección de la muestra

Se generalizan los datos de una muestra a una población. De un grupo pequeño a uno mayor.

Fase 8: Recolección de los datos

Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos.

Los datos son numéricos y se obtienen por observación, medición y documentación de mediciones.

Los principales criterios en la recolección de los datos son: la objetividad, la confiabilidad y la validez.

Fase 9 : Análisis de los datos

Se realiza un análisis estadístico de los datos. Se compara los resultados con predicciones y estudios previos.

La finalidad del análisis de datos es describir las variables y explicar sus cambios.

Fase 10: Elaboración del reporte de resultados

b) Diseño de la investigación

En este estudio de investigación, para probar la hipótesis central *“La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana, disminuiría la congestión vehicular”*, se manipula deliberadamente la variable independiente “Racionalización de la circulación de vehículos” realizando la restricción vehicular por días de la semana y se analizan las consecuencias que la manipulación tiene sobre la variable dependiente “Congestión vehicular”.

A continuación se describe el plan o estrategia diseñada para probar la hipótesis planteada:

“La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana, disminuiría la congestión vehicular”:

Se detallará primero en qué consiste la medida de racionamiento o restricción vehicular y luego se explicará que acciones se han realizado para demostrar que la hipótesis es válida.

Descripción de la medida de racionamiento o restricción vehicular

El tema de investigación desarrollado en la presente Tesis, plantea una alternativa de solución al problema de la congestión del tráfico vehicular.

Esta alternativa de solución al problema en mención es la racionalización o restricción por días de la semana de la circulación de vehículos particulares los cuales representan actualmente el 47.8%, el mayor porcentaje del total del parque automotor en la ciudad de Lima Metropolitana.

Tabla 1

Parque automotor en la ciudad de Lima Metropolitana por uso de vehículo
(año 2013 - 2014)

USO	UNIDADES VEHICULARES	%
1. <u>Para transporte de personas</u> (Categorías M1, M2, M3)		
a. Particulares	694,871	47.8%
b. Taxis y colectivos	42,893	3.0%
c. Ómnibus, cústers, combis	120,101	8.3%
	857,865	59%
2. <u>Para transporte de materiales</u> (Categorías N , O)		
a. Camiones, camionetas	538,339	37.0%
b. Remolcadores, semiremolques	56,824	3.9%
	595,163	41%
GRAN TOTAL	1,453,028	100.0%

Fuente: Informe "Lima Como Vamos- Evaluando la movilidad en Lima año 2013" elaborado por el Instituto de Opinión Pública de la PUCP, publicado el 30 setiembre 2014

Este racionamiento de la circulación de vehículos particulares por días de la semana se basa en la tenencia de calcomanías de colores diferentes para identificar los días en que el vehículo no está facultado para circular. Las calcomanías se pegan en la luna del parabrisas delantero junto con la del SOAT y la de Revisión Técnica.

El racionamiento de la circulación vehicular se realiza en base al último dígito del número de matrícula para los días entre Lunes a Viernes de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 2

Cronograma de restricción vehicular por día de la semana

Día de la semana	No circulan los dígitos	Color de la calcomanía
Lunes	1 y 2	Blanco
Martes	3 y 4	Celeste
Miércoles	5 y 6	Amarrillo
Jueves	7 y 8	Rojo
Viernes	9 y 0	Verde

La restricción vehicular es solo para los vehículos particulares los cuales son usados para el transporte de personas y se caracterizan por tener menos de 8 asientos sin incluir el del conductor. En esta categoría estarían exceptuados de la restricción vehicular los taxis y colectivos.

Las placas de rodaje de los vehículos particulares a los que se le aplica la restricción de circulación por días de la semana se distinguen de las placas diseñadas para los taxis y colectivos y otros tipos o categorías de vehículos.

Las placas vehiculares en el caso de los vehículos particulares a los que se le aplica la restricción de circulación son de fondo de color blanco y no llevan franja en la parte superior.

Figura 1

Placas de Rodaje- Sistema Integral de Identificación Vehicular-



Fuente: MTC, Reglamento de Placas de Rodaje, vigente a partir del 1ro.enero 2010

Estarían exceptuados de esta medida de racionalización los siguientes tipos de vehículos:

- Taxis y colectivos
- Vehículos utilizados para el transporte masivo de personas –ómnibus, microbuses, minibuses-. (en este tipo de vehículos se incluye a los de transporte escolar y transporte de trabajadores)
- Vehículos utilizados para el transporte de mercaderías –camionetas, camiones-

- Vehículos no motorizados utilizados para el transporte de mercaderías – remolques, semirremolques-
- Vehículos blindados para el transporte de valores
- Vehículos porta tropas
- Vehículos funerarios
- Ambulancias
- Bomberos
- Vehículos gubernamentales
- Vehículos policiales
- Vehículos del cuerpo diplomático
- Vehículos de exhibición

1.6.3. Población y Muestra de la investigación

a) Población

El presente estudio de investigación abarca como población o universo todo el flujo de vehículos que circulan por la ciudad de Lima Metropolitana.

(Ver en Anexos, Figura 3 “Mapa de las zonas geográficas de Lima Metropolitana y relación de sus 43 distritos”).

Según el anuario estadístico año 2013⁵⁶ elaborado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, el parque automotor de la ciudad de Lima Metropolitana es de 1'453,028 vehículos y representa el 65% del parque automotor a nivel nacional que es de 2'223,002 vehículos.

⁵⁶ Anuario Estadístico 2013, MTC, abril 2014, pág.87. Informe Evaluando la movilidad en Lima 2013, setiembre 2014

Considerando que en la ciudad de Lima Metropolitana hay un total de 9'752,000 habitantes –en base a información del I.N.E.I ⁵⁷ -, se obtiene el índice de 149 vehículos por cada 1,000 habitantes.

b) Muestra

Se ha escogido como muestra representativa de la población, el tramo vial –ruta de circulación- de la avenida Angamos Este con la avenida Primavera de los distritos de Surquillo y Santiago de Surco respectivamente y que abarca desde la cuadra # 1 de la avenida Angamos Este en el distrito de Surquillo - cruce con la avenida Arequipa- hasta el puente “Primavera” cuadra # 10 de la avenida Primavera en el distrito de Santiago de Surco.

(Ver en Anexos, Figura 4 “Mapa de la ruta vial seleccionada como muestra”)

Una de las razones del porque se ha escogido este tramo o ruta de circulación vial como muestra representativa de la población, es que está ubicado en los distritos de Santiago de Surco y Surquillo , que son los distritos que encabezan la lista de los distritos con mayor congestión de vías junto con El Cercado de Lima, San Martín de Porres, Chorrillos y San Isidro ⁵⁸.

La otra razón de la selección de la muestra, es que por este tramo vial cruzan algunas de las avenidas con mayor afluencia vehicular, como la Av. Pettit Thoars, Av.Paseo de la República, Av. República de Panamá, Av. Tomás Marsano,, Av. Principal, Av. Aviación, Av. Caminos del Inca, Av. San Luis y Av.Velasco Astete,

La toma de datos en la muestra representativa se realiza para dos escenarios o situaciones. El primer escenario o situación es el actual, es decir antes de aplicar la medida de restricción vehicular. El segundo escenario o situación es después

⁵⁷ Publicación diario “El Comercio” 27 setiembre 2014, pág.A3, tomada de información del I.N.E.I.

⁵⁸ “Caos vehicular en la capital no tiene fin”, diario “El Comercio” 26 julio 2014, pág.A10

de la simulación de la aplicación de la medida de restricción vehicular por días de la semana en base al último dígito del número de matrícula vehicular.

1.6.4. Técnicas e Instrumentos de la recolección de datos

a) Técnicas

La recolección de datos se ha realizado con la participación de alumnos del VII al X ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, al amparo de convenios existentes entre la Universidad y organismos e instituciones relacionados al presente estudio de investigación.

La recolección de datos tiene una duración mínima de tres meses y se realiza en campo y oficina.

Para obtener los valores de los indicadores, “velocidad de circulación promedio de un vehículo”, “tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.”, “tiempo perdido al día por congestión vehicular ”y “flujo vehicular “, se utiliza la técnica de observación directa de los hechos , la técnica de estudio de tiempos y la técnica del análisis estadístico.

Para obtener el valor del indicador “costo promedio diario por congestión vehicular” se utiliza la técnica del análisis matemático y la técnica del análisis económico de la información recopilada.

Se ha considerado como técnicas de recolección de datos, el análisis de información de estudios realizados por especialistas del tema del presente estudio de investigación, así como también el análisis de información de foros y conferencias asistidas y el análisis de información de publicaciones periódicas, revistas, libros y boletines.

La medición en la muestra representativa de los indicadores, “velocidad de circulación promedio de un vehículo”, “tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.”, “tiempo perdido al día por congestión vehicular ”y “flujo vehicular “ se realiza de la siguiente manera:

1. Fechas, horario y tiempo de duración de la toma de datos:

La toma de datos se realiza todos los días de la semana de lunes a domingo, durante 11 meses en los siguientes horarios:

Mañana:	7 a.m. a 12 m.
Tarde:	12 m. a 5 p.m.
Noche:	5 p.m. a 10 p.m.

Siendo 3 turnos de trabajo al día de 5 horas consecutivas cada uno.

2. Procedimiento para la toma de datos

- 2.1. Se ha seleccionado para la toma de información el tramo vial –ruta de circulación- de la avenida Angamos Este con la avenida Primavera de los distritos de Surquillo y Santiago de Surco respectivamente y que abarca desde la cuadra # 1 de la avenida Angamos Este en el distrito de Surquillo - cruce con la avenida Arequipa hasta el puente “Primavera” cuadra # 10 de la avenida Primavera en el distrito de Santiago de Surco.
- 2.2. Los requerimientos para la toma de datos, el análisis de la información y los resultados, incluyen el uso de “formatos” diseñados exclusivamente para el presente estudio de investigación.
- 2.3. Se utiliza “cronómetros de minuto decimal” para la toma de tiempos.

- 2.4. Se requiere para la toma de datos un alumno por turno de trabajo o tres alumnos al día.
- 2.5. El valor del indicador “flujo vehicular” expresado en cantidad de vehículos que circulan por hora y que se obtiene aplicando la técnica “observación directa de los hechos” se realiza registrando la cantidad de vehículos en circulación en periodos de 15 minutos durante una hora.

Por ejemplo:

<u>Intervalos de tiempo</u> (horas : minuto)	<u>Volumen de vehículos</u> cada 15 minutos
7:00 – 7:15	412
7:15 – 7:30	698
7:30 – 7:45	387
7:45 – 8:00	<u>307</u>
	1,804 vehículos/hora

- 2.6. El valor de los indicadores -“velocidad de circulación promedio de un vehículo”, “tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.” y “tiempo perdido al día por congestión vehicular ” – se obtienen aplicando la técnica de estudio de tiempos y la técnica del análisis estadístico.
- 2.7. El valor del indicador “costo promedio diario por congestión vehicular” y el análisis y procesamiento de la información recopilada y resultados finales se obtienen utilizando la técnica del análisis matemático y la técnica del análisis económico.
- 2.8. La recopilación, análisis y procesamiento de información se realizan para conocer los valores de los indicadores por cada día de la semana.
- 2.9. El cálculo del tiempo promedio perdido debido a la congestión vehicular será la diferencia entre el tiempo promedio de transporte en un día

laborable en el escenario o situación actual – es decir antes de aplicar la medida de restricción vehicular y el tiempo promedio de transporte en un día simulado de restricción vehicular.

Comentarios acerca de la técnica del análisis estadístico

La técnica estadística como el diseño experimental permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto

La inferencia estadística es la parte de la estadística matemática que se encarga del estudio de los métodos para la obtención del modelo de probabilidad (forma funcional y parámetros que determinan la función de distribución) que sigue una variable aleatoria de una determinada población, a través de una muestra (parte de la población) obtenida de la misma.

Los dos problemas fundamentales que estudia la inferencia estadística son "Problema de la estimación" y el "Problema del contraste de hipótesis"

Cuando se conoce la forma funcional de la función de distribución que sigue la variable aleatoria objeto de estudio y sólo tenemos que estimar los parámetros que la determinan, estamos en un problema de inferencia estadística paramétrica, por el contrario cuando no se conoce la forma funcional de la distribución que sigue la variable aleatoria objeto de estudio, estamos ante un problema de inferencia estadística no paramétrica.

En la inferencia estadística paramétrica la variable aleatoria objeto de estudio sigue una distribución normal, y sólo tendremos que tratar de estimar los parámetros que la determinan, la media y la desviación típica. Esta situación se presenta con frecuencia debido a que es posible a menudo conocer la forma funcional de la distribución de probabilidad, por consideraciones teóricas, quedando únicamente no determinados los parámetros que determinan la función de distribución.

Como las poblaciones en las que se pretende estudiar una determinada variable aleatoria, son grandes, es muy caro o imposible, estudiar a todos sus individuos; lo que se hace, es estudiar una muestra - una parte- de la población

Para tomar muestras de manera apropiada se utiliza las técnicas basadas en la "Teoría de Probabilidades" - distintas formas funcionales de las distribuciones de probabilidad de Poisson- y la "Teoría de Muestras".

La distribución de Poisson se aplica a varios fenómenos discretos de la naturaleza (esto es, aquellos fenómenos que ocurren 0, 1, 2, 3,... veces durante un periodo definido de tiempo o en un área determinada) cuando la probabilidad de ocurrencia del fenómeno es constante en el tiempo o el espacio. Ejemplos de estos eventos que pueden ser modelados por la distribución de Poisson incluyen:

- El número de autos que pasan a través de un cierto punto en una ruta durante un periodo definido de tiempo.
- El número de errores de ortografía que uno comete al escribir una única página.
- El número de llamadas telefónicas en una central telefónica por minuto.
- El número de servidores web accedidos por minuto.

b) Instrumentos

1. Para la toma de los tiempos de duración por viaje en vehículo según el tramo vial seleccionado se utilizan cronómetros de minuto centesimal.
2. Para la recolección de los datos y los reportes de resultados del presente estudio de investigación se han diseñado diferentes formatos. Se muestran a continuación algunos de ellos.

Figura 5

FORMATO PARA TOMA DE TIEMPOS

(*) distancia = 6 Kms.

Fecha	Día de la semana	Hora de Inicio	Hora de Término	Tiempo de duración (minutos)	Velocidad (Km / hora) (*)

Figura 6

FORMATO PARA REPORTAR EL FLUJO VEHICULAR POR DÍA DE LA SEMANA SEGÚN CATEGORÍA Y USO DE VEHICULO (unidades de vehículos por hora)

	Categoría	Descripción del uso	Lunes		Martes			Domingo	
			vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%
1	M1	Vehículo Particular para el transporte de personas								
2	M1	Taxis y Colectivos								
3	M2 Y M3	Vehículo para el transporte urbano e interurbano de personas (ómnibus, minibuses, microbuses)								
4	M2 Y M3	Vehículo para el transporte								

FORMATO PARA REPORTAR EL FLUJO VEHICULAR POR DÍA DE LA SEMANA SEGÚN CATEGORÍA Y USO DE VEHICULO
(unidades de vehículos por hora)

	Categoría	Descripción del uso	Lunes		Martes			Domingo	
			vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%
		interprovincial de personas								
5	N	Vehículo para el transporte de mercaderías (camiones)								
6	O	Vehículos no motorizado para el transporte de mercaderías (remolques, semiremolques)								
7	Especiales	Vehículos policiales								
8	Especiales	Vehículos de emergencia (ambulancias, bomberos)								
9	Especiales	Vehículos de exhibición								
10	Especiales	Vehículos gubernamentales								

Nota: Las categorías son establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Cada una de las categorías tiene una placa de identificación vehicular con diferente diseño.

Figura 7

FORMATO PARA REPORTAR CANTIDAD DE VEHICULOS PARTICULARES SEGÚN ULTIMO DIGITO DE PLACA DE IDENTIFICACION VEHICULAR

Ultimo dígito	Cantidad de vehículos	%
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
Total		

1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación

a) Justificación

El estudio de investigación se justifica porque su desarrollo y aplicación reducirán los sobrecostos que genera el problema de la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana y que cada día se va empeorando si no se aplican soluciones inmediatas.

b) Importancia de la investigación

El estudio de investigación es importante por la trascendencia social económica que tendrá si con la disminución de la congestión vehicular se logra:

- a. Incrementar la velocidad promedio de circulación vehicular y con ello la disminución de los tiempos de viaje y la reducción del tiempo perdido de horas-hombre por la congestión vehicular. Ese ahorro de tiempo también será beneficioso para todos los habitantes de Lima Metropolitana porque les permitiría utilizarlo en otras actividades y pasar mayor tiempo con su familia.
- b. Reducir los riesgos de la contaminación ambiental y niveles de estrés que afectan la salud física y mental de los habitantes de Lima Metropolitana y como consecuencia de ello, rebajar los gastos por salud y las pérdidas de horas-hombre por inasistencia laboral debido a enfermedades causadas por la contaminación ambiental –atmosférica y acústica- y el estrés.
- c. Reducir los costos por consumo innecesario de combustible como también los costos relacionados al mantenimiento operativo de los vehículos.
- d. Incrementar los ingresos por turismo al mostrar una ciudad más limpia y saludable.

c) Limitaciones de la investigación

- a) En cuanto a las facilidades para conseguir información estadística actualizada de las diferentes organizaciones e instituciones relacionadas al tema de investigación.

- b) En cuanto a las condiciones para la toma de información. Se realiza al aire libre, de pie y requiere mucha concentración visual.

- c) En cuanto a la disponibilidad del tiempo para desarrollar el tema de investigación, no se tiene tiempo a dedicación exclusiva sino que se realiza paralelamente con otras actividades cotidianas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Muchas instituciones y organismos han propuesto soluciones al problema de la congestión vehicular pero no se han puesto en práctica por falta de compromiso de la entidad responsable de ejecutar las acciones necesarias o debido a limitaciones de financiamiento.

Esta solución al problema de la congestión vehicular y contaminación ambiental mediante la restricción de la circulación de vehículos por días de la semana se aplica en ciudades de América Latina y Europa.⁵⁹

Tabla 4

Restricción vehicular en América Latina

País	Ciudades	Año de implementación
1.Bolivia	La Paz	2003, Enero
2.Brasil	Sao Paulo	1997, Octubre
3.Chile	Santiago	2011, Abril

⁵⁹ Escamilla Francisco, Salazar Jesús, "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

País	Ciudades	Año de implementación
4.Colombia	Bogotá, Medellín, Cali, Manizales, Barranquilla, Cartagena, Pereira, Cúcuta, Armenia, Pasto	1998
5.Costa Rica	San José	2011, Abril
6. Ecuador	Quito	2010, Marzo
7.Honduras	Todo el país	2008, Abril
8.Venezuela	Caracas	2012, Marzo
9. México	Guadalajara, Pachuca, Puebla, Toluca, Ciudad de México (*)	1990, (*) 2008

Fuente: Elaboración propia en base a información "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

Tabla 5

Restricción vehicular en Europa:

País	Ciudades	Año de implementación
1.China (país euroasiático)	Pekín	2008, Octubre
2.Francia	Paris	2014, Marzo
3.Grecia	Atenas	1982
4.Italia	Milán, Turín, Pavia, Vercelli, Alessandria	2002, Enero
5.Reino Unido	Londres	2012, Julio

Fuente: Elaboración propia en base a información "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

Restricción vehicular en Brasil ⁶⁰

⁶⁰ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

En el caso de Sao Paulo- Brasil desde el año 1997 a la fecha se aplica la medida de restricción vehicular, mediante una ordenanza municipal del 03 de octubre del año 1997. Hay una tabla que determina en qué días de la semana qué vehículos no pueden circular. Esta tabla es regida por el último dígito de la matrícula del vehículo, siendo:

Tabla 6

Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en Sao Paulo- Brasil

Día de la semana Dígitos prohibidos

Lunes	1 y 2
Martes	3 y 4
Miércoles	5 y 6
Jueves	7 y 8
Viernes	9 y 0

Fuente: "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

La tabla no incluye los fines de semana ya que durante estos días la restricción no es aplicada. La restricción tampoco se aplica durante los feriados, en el período de vacaciones escolares o en los días en que se considera necesaria la suspensión debido a calamidades, huelga en el transporte público o reducción en el número de vehículos en circulación.

Los conductores que son encontrados violando la restricción de circulación son multados y se les computan cuatro puntos en la Carteira Nacional de Habilitação.

Restricción vehicular en Bolivia

En el caso de La Paz-Bolivia, la restricción vehicular es una medida de gestión vial implementada con el fin de regular el uso de la red vial en el centro de la ciudad,

evitando la congestión principalmente durante las horas pico y disminuyendo los niveles de contaminación ambiental y acústica producidas por los vehículos.⁶¹

No ingresan al centro las placas con terminación indicadas en la tabla.

Tabla 7

Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en La Paz-Bolivia

Lunes	1-2
Martes	3-4
Miércoles	5-6
Jueves	7-8
Viernes	9-0

Fuente: "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

Restricción vehicular en Chile

En el caso de Santiago- Chile, la restricción vehicular por días de la semana se aplica para reducir la contaminación ambiental. Esta medida se viene aplicando en la provincia de Santiago y las comunas de San Bernardo y Puente Alto. desde abril del 2011 para todos los vehículos sin convertidor catalítico (sin sello verde). La medida tiene vigencia de lunes a viernes, excepto festivos, entre las 07:30 y las 21:00 horas.⁶²

⁶¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

⁶² https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

Tabla 8

Cronograma de restricción vehicular por día de la semana y tipo de vehículo en Santiago- Chile

Restricción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Permanente	3-4-5-6	7-8-9-0	1-2-3-4	5-6-7-8	9-0-1-2

Tipo de vehículo	Horario	Perímetro
Vehículos Particulares	Entre las 07:30 y las 21:00 hrs.	La Provincia de Santiago más las comunas de San Bernardo y Puente Alto
Transporte Escolar	Entre las 21:00 y las 06:30 hrs. del día siguiente	
Buses rurales e interurbanos y los vehículos adscritos al transporte privado remunerado de pasajeros	Entre las 10:00 y las 16:00 hrs.	
Transporte de Carga	Entre las 10:00 y las 18:00 hrs.	Área interior delimitada por el Anillo A. Vespucio

Fuente: "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
 "Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

Los sábados, domingos y festivos tienen prohibición de circulación los vehículos de transporte remunerado de escolares, entre las 00:00 y las 24:00 horas, en toda la Provincia de Santiago y en las comunas de San Bernardo y Puente Alto, de acuerdo al siguiente calendario:

Tabla 9

Cronograma de restricción vehicular para vehículos de transporte escolar en Santiago- Chile

Período 2011	Sábado	Domingo
01 de abril al 30 de abril	Impares (1-3-5-7-9)	Pares (0-2-4-6-8)
01 de mayo al 31 de mayo	Pares (0-2-4-6-8)	Impares (1-3-5-7-9)

01 de junio al 30 de junio	Impares (1-3-5-7-9)	Pares (0-2-4-6-8)
01 de julio al 31 de julio	Pares (0-2-4-6-8)	Impares (1-3-5-7-9)
01 de agosto al 31 de agosto	Impares (1-3-5-7-9)	Pares (0-2-4-6-8)

Fuente: "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012

"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

Restricción vehicular en Costa Rica ⁶³

Se aplica de lunes a viernes y en una zona restringida.

Su fundamento técnico se basó en el informe denominado: "Evaluación del impacto producido por eliminar la restricción vehicular por número de placa en San José" elaborado por la Dirección de Ingeniería de Tránsito del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, remitido mediante oficio N° DGIT-0626-2009 del 9 de julio del 2009 así como el informe "Evaluación del impacto producido al establecer la restricción vehicular por número de placa en San José únicamente en horas pico", elaborado por la Dirección de Ingeniería de Tránsito del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, remitido mediante oficio N° DGIT-ED- 2740-2011 del 25 de abril del 2011.

Aplica durante los días de lunes a viernes, inclusive, y en el período comprendido entre las 06:00 a las 8:30 horas en la mañana y de las 16:30 a las 19:00 horas por la tarde, del respectivo día, según el número final (último dígito) de la respectiva placa de circulación:

Lunes (1 y 2), Martes (3 y 4), Miércoles (5 y 6), Jueves (7 y 8) y Viernes (9 y 0).

Restricción vehicular en Colombia ⁶⁴

Es conocida como Pico y Placa y su objetivo ha sido desde su creación, de que el tráfico vehicular se reduzca a partir de una restricción alternada en la circulación de los vehículos particulares y de servicio público del país.

⁶³ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

⁶⁴ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

Esta medida fue inaugurada por el alcalde de Bogotá en 1998. Desde entonces, varias ciudades del país y del mundo la han acogido como base para solucionar los problemas de movilidad que padecen. En Colombia rige en Bogotá, Medellín, Cali, Manizales, Bucaramanga, Barranquilla, Cartagena, Pereira, Cúcuta, Armenia y Pasto.

En el transcurso del tiempo ha presentado modificaciones a través de varios decretos distritales. Por ejemplo, el decreto distrital 626 de julio 15 de 1998 establece la medida de restricción opera de lunes a viernes en la mañana de 7:00 a 9:00 am y en la tarde de 5:30 a 7:30 pm específicamente de la siguiente forma:

Tabla 10

Cronograma de restricción vehicular por día de la semana en Bogotá- Colombia

Placas: 1 y 2 los días lunes y miércoles

Placas: 3 y 4 los días lunes y jueves

Placas: 5 y 6 los días martes y jueves

Placas: 7 y 8 los días martes y viernes

Placas: 9 y 0 los días miércoles y viernes

Fuente: "Programa de Restricción Vehicular Hoy No Circula y similares en el mundo", Documento Técnico DDA/02/2012, México, Junio 2012
"Restricción Vehicular", http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular, Febrero 2015

El último decreto distrital 025 de enero 06 del 2012 establece que el nuevo horario de restricción es de 6:00 a 8:30 am y de 3:00 a 7:30. La restricción es de acuerdo al último dígito de las placas. Para los días calendario hábiles pares la restricción es para las placas terminadas en números pares contando el cero como número par y los días hábiles impares la restricción es para las placas finalizadas en números impares.

El pico y placa para vehículos particulares ha permitido (caso Bogotá), a partir del 3 de julio de 2012 que las personas utilicen su vehículo más tiempo, ya que la restricción pasó de 112 a 70 horas mensuales o de 14 a 7 horas al día.

Algunas de las ventajas de la restricción vehicular en Bogotá son:

- Se reduce la cantidad de automóviles particulares en hora pico dando mayor movilidad al transporte público.
- La implementación mediante placas pares e impares, permite que circulen un menor número de vehículos en las horas pico, mejorando la movilidad en estos periodos.
- Al disminuir el número de vehículos que circulan se observa un incremento en la velocidad promedio de recorrido, presentando un beneficio para los usuarios en la disminución de su tiempo de desplazamiento.

El castigo por no cumplir con el pico y placa es de 15 salarios mínimos diarios legales vigentes.

Restricción vehicular en Ecuador

Debido a los problemas de tráfico en la Ciudad de Quito, por el alto número de vehículos que circulan en la ciudad; se decidió implementar una iniciativa del tipo “pico y placa”.

Con esta medida se estimó una reducción en el número de vehículos que circulan dentro del perímetro urbano del distrito metropolitano de Quito y con esto disminuir los altos niveles de congestión vehicular, también como un incentivo al uso del transporte público. La restricción no se aplica al transporte escolar, público, interprovincial, ni de taxis.⁶⁵

⁶⁵ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

La medida es de lunes a viernes y no aplica el fin de semana, comenzó con campañas de información desde enero de 2010 y su implementación obligatoria en el mes de Marzo del mismo año con la restricción de dos dígitos diarios.

La medida fue para descongestionar el tráfico de la ciudad, que actualmente es de 41,500 vehículos. Según los estudios previos a la regulación, diariamente salen de circulación 8,000 vehículos. Lo que significa que el 19.3% del total de vehículos salen de circulación al aplicar la restricción vehicular.

Su fundamento legal se basa en la Ordenanza Metropolitana 305, relacionada con la “Regulación de la Circulación vehicular”, denominada “PICO y PLACA”, cada vehículo tiene restricción de circular un día a la semana (de lunes a viernes), y 6 horas en ese día (en la mañana de 07h00 a 09h30, y en la tarde y noche de 16h00 a 19h30), así, el lunes los vehículos cuyas placas terminen en 1 y 2, el martes en 3 y 4, el miércoles en 5 y 6, el jueves en 7 y 8, y el viernes en 9 y 0. En el resto de horas que no son pico, todos los autos pueden circular sin restricción, al igual que los fines de semana y feriados.

Las sanciones son: la primera detención implica un día de retención vehicular y 97.33 dólares. La reincidencia (segunda ocasión), tres días de retención vehicular y 146 dólares, y la tercera detención, 5 días de retención vehicular y 292 dólares.

La aplicación de la medida ha permitido que los habitantes de la capital de Ecuador mejoren los tiempos de desplazamiento al aumentar la velocidad en los principales corredores viales, ampliar la oferta y mejorar la calidad del servicio del transporte colectivo y también disminuir la contaminación vehicular y ambiental, así como reducir los accidentes de tránsito.

Restricción vehicular en Honduras⁶⁶

Honduras, oficialmente República de Honduras, es un país con aproximadamente 7,8 millones de habitantes, y está entre las que registra un mayor número de crecimiento en Latinoamérica.

⁶⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

Debido al incremento del parque vehicular en este país y al crecimiento de la población, ha surgido una problemática que es el congestionamiento vial en las principales ciudades ya que la infraestructura vial en vez de ir mejorando continúa deteriorándose por la circulación de gran cantidad de vehículos.

La medida HNC “Hoy No Circula” fue una medida de gestión vial usada para establecer prohibiciones a la circulación de diversas clases de vehículos, en un cierto tiempo o en un cierto lugar, y utilizada a nivel nacional. Esta restricción fue creada con el fin de regular el uso de la red vial, principalmente durante las horas pico para reducir la congestión. Este tipo de restricción artificial de la demanda ante la escasez de capacidad vial se denomina, en economía como racionamiento del espacio vial.

A partir del 7 de abril de 2008 se implementó en todo el país el programa “Hoy No Circula” con el propósito de reducir el consumo del petróleo. A diferencia de otros países, la selección del día de restricción era opcional y a criterio de cada usuario seleccionar el día de la semana que no iba a circular y luego inscribirse en el programa informando su elección. Los vehículos debían usar una calcomanía identificando el día en que no podían circular.

Restricción vehicular en Venezuela⁶⁷

El decreto de “Día de Parada” establece que el día lunes no pueden circular por el tramo indicado de la Avenida Venezuela los vehículos de uso particular, cuyas placas terminen en 1 y 2, el martes no podrán hacerlo las terminaciones 5 y 6, el miércoles corresponde a 3 y 4, el jueves a los 7 y 8, el viernes solamente estará restringido el tráfico para las placas terminadas en 0 y el sábado para las placas terminadas en 9.

La restricción rige las 24 horas del día y quedan exceptuadas del cumplimiento de la medida las unidades de transporte público, vehículos de uso oficial, transporte

⁶⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

de carga internacional, también los carros de matrícula extranjera y los venezolanos que no tengan el dispositivo Tag o Chip. El conductor que infrinja la restricción será multado con el pago de 7 Unidades Tributarias. La Guardia Nacional Bolívar, Cuerpo de Tránsito Terrestre, Milicia Nacional, Cuerpo Integral Vial (Civitt), garantizarán el cumplimiento del decreto. El decreto de “Día de Parada” es de obligatorio cumplimiento a partir del martes 27 de marzo de 2012.

Antecedentes de restricción vehicular en nuestro país ⁶⁸

La presente propuesta se sustenta también en hechos ocurridos en nuestro país el año 1974 durante el gobierno de la dictadura militar, en donde se implantó una medida para restringir la circulación de vehículos por días de la semana, basado en la tenencia de calcomanías de tres colores, las que facultaban para circular unos días y otros no. Con ello se esperaba reducir el consumo de la gasolina mayoritariamente importada cuyo precio internacional se incrementó como consecuencia del embargo del petróleo crudo por los países árabes, la disminución de su producción y su restringida disponibilidad internacional.

Las calcomanías eran de color rojo, blanco y celeste. Los poseedores de calcomanías de color rojo no podían circular ni lunes ni miércoles. Los poseedores de calcomanías de color blanco no podían circular ni martes ni jueves. Los poseedores de calcomanía de color celeste usadas para las movilidades escolares podían circular todos los días útiles de la semana excepto los sábados y domingos.

Las calcomanías tenían un diámetro de 10 centímetros y un logo que decía “Ahorro es Progreso”.

La medida de restricción vehicular se implementó el 1ro. de febrero de 1974 y tuvo una vigencia de un año y medio.

⁶⁸ Fuente: <http://www.arkivperu.com/ahorro-es-progreso-1974/>

El tema de investigación desarrollado en la presente tesis, plantea una alternativa de solución al problema de la congestión del tráfico vehicular. Esta alternativa de solución al problema en mención es la racionalización o restricción por días de la semana de la circulación de vehículos particulares que actualmente representan el 47.8% ⁶⁹, el mayor porcentaje del total del parque automotor en la ciudad de Lima Metropolitana.

Este racionamiento de la circulación de vehículos particulares por días de la semana se basa en la tenencia de calcomanías de colores diferentes para identificar los días en que el vehículo no está facultado para circular. Las calcomanías se pegan en la luna del parabrisas delantero junto con la del SOAT y la de Revisión Técnica.

El racionamiento de la circulación vehicular se realiza en base al último dígito del número de matrícula para los días entre Lunes a Viernes.⁷⁰

Día de la semana	No circulan los dígitos	Color de la calcomanía
Lunes	1 y 2	Blanco
Martes	3 y 4	Celeste
Miércoles	5 y 6	Amarrillo
Jueves	7 y 8	Rojo
Viernes	9 y 0	Verde

Estarían exceptuados de esta medida de racionalización los taxis y colectivos, los vehículos utilizados para el transporte masivo de personas –ómnibus, microbuses, minibuses-, los vehículos utilizados para el transporte de mercaderías – camionetas, camiones- los vehículos blindados para el transporte de valores, los vehículos no motorizados –remolques, semirremolques- , los vehículos porta

⁶⁹ Fuente propia. Estimado en base a información del “Anuario Estadístico 2013” elaborado por MTC, Abril 2014, págs.. 87-88

⁷⁰ https://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular

tropas, los vehículos funerarios, las ambulancias, los bomberos, los vehículos gubernamentales y los vehículos policiales.

2.2. Bases Teóricas

Los resultados del estudio de investigación se fundamentan en el análisis y evaluación de los costos generados por la pérdida de tiempo y consumo extra de gasolina debido al caos vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana en diferentes horas del día.

El objetivo del análisis y evaluación de los costos generados por el caos vehicular, es reducirlos y si es posible eliminarlos al implementar una alternativa de solución al problema como es la restricción vehicular por días de la semana.

Para el análisis y evaluación de costos se han realizado toma de datos en campo y también se ha considerado las referencias de estudios técnicos y publicaciones de información estadística realizadas por diversas instituciones como “Asociación Cruzada Vial”, “Fundación Transitemos”, “ONG Luz Ambar”, “ONG Lima Como Vamos”, “ONG Cidatt” –Centro de Investigación y Asesoría del Transporte Terrestre- , “Apeseg”-Asociación Peruana de Empresas de Seguros-, “Araper” -, Asociación de Representantes Automotrices del Perú-, Empresa Ipsos Apoyo, y de entidades estatales como el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Ministerio de Vivienda y Construcción, Ministerio de Comercio y Turismo, Ministerio de Educación, Ministerio de Salud, Ministerio del Medio Ambiente, “INEI” -Instituto Nacional de Estadística e Informática- “Sunarp” –Superintendencia Nacional de Registros Públicos”, Municipalidad de Lima Metropolitana y otras municipalidades distritales.

La respuesta a la pregunta problema, *¿El racionamiento de la circulación de vehículos particulares por días de la semana es una alternativa de solución para*

descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana? , se basa en la comparación de “*indicadores*”, antes y después de aplicar la medida de restricción vehicular.

Figura 8

DISEÑO DE CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS			
Indicadores para Lima Metropolitana	Unidad de medida	Antes de aplicar la restricción vehicular	Después de aplicar la restricción vehicular
1. Velocidad de circulación promedio de un vehículo	kilometros/hora		
2. Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.	Minutos		
3. Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular	Minutos		
4. Costo promedio diario por congestión vehicular	S/ / día		
5. Flujo vehicular promedio	# Vehículos/hora		

Los valores de los indicadores - “velocidad de circulación promedio de un vehículo”, “tiempo de duración promedio en vehículo por viaje ”, “tiempo perdido al día por congestión vehicular ”y “flujo vehicular “- , se obtienen en base a la observación directa de los hechos y a la aplicación de la teoría de “Estudio de tiempos”.

El valor del indicador “costo promedio diario por congestión vehicular” se obtiene en base a la teoría del “Análisis y evaluación de costos” de la información recopilada.

Por ejemplo para el cálculo del costo de horas laborales que pierden los trabajadores debido al caos vehicular, se tiene que considerar además del tiempo perdido, el ingreso promedio mensual y la cantidad de la población en edad de trabajar.

2.3. Definición de Términos Básicos

Congestión Vehicular.-

Obstrucción, atasco, atolladero, paralización, obstáculo, embotellamiento, estancamiento.

Contrastación de Hipótesis.-

Actividad que mediante la observación, experimentación y la documentación, demuestra si una hipótesis es verdadera o falsa.

En la observación, el investigador es receptor y registrador –con o sin instrumentos- de los datos que emanan del objeto de la investigación.

En el experimento, el investigador manipula deliberadamente el objeto de investigación para que se produzca los datos que le interesa.

La contrastación de hipótesis mediante documentación se realiza comparando un enunciado hipotético con una fuente de información de credibilidad y con base a esta comparación, se realiza una inferencia –conclusión- sobre la veracidad o falsedad del enunciado.

Densidad, Congestionamiento o Concentración Vehicular.-

Es el número de vehículos que ocupan una longitud específica de una viabilidad en un momento dado. Se expresa generalmente en cantidad de vehículos por kilómetro, ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada.

Diseño.-

Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en un trabajo de investigación.

Experimento.-

Investigación planeada para descubrir nuevos hechos o para confirmar o negar los resultados de investigaciones previas.

Situación de control en la cual se manipulan de manera intencional una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos).

Flujo Vehicular.-⁷¹

Número de vehículos que pasan durante un intervalo de tiempo específico a una hora determinada. Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. Se mide en cantidad de vehículos/hora

Hora punta u Hora pico.-

Hora de máxima demanda. Denominación que se le da al periodo de tiempo, no necesariamente una hora, en el que se producen congestiones vehiculares debido a que en las grandes ciudades, la mayor parte de la masa laboral ingresa y se retira de sus puestos de trabajo a una misma hora.

Indicadores.-

Datos cuantitativos que nos permiten darnos cuenta de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que nos interesa conocer. Los Indicadores pueden ser números, gráficos, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Los “Indicadores Económicos” son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de pronóstico que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto.

Los indicadores representan importantes herramientas para la toma de decisiones ya que transmiten información científica y técnica que permite un análisis de la realidad económica y social.

Ingreso mensual.-

⁷¹ <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/analisis-de-flujo-vehicular-cal-y-mayor.pdf>

Remuneración que se da a un trabajador por realizar una actividad para la cual ha sido contratado. El cálculo del ingreso promedio mensual considera la combinación de las siguientes variables a) nivel de educación – primaria, secundaria, superior no universitaria, universitaria-, b) principales ramas de actividad – manufactura, construcción, comercio, servicios- c) sexo –hombre, mujer-, d) grupos de edad – 14 a 24 años, 25 a 44 años, 45 a más años-.

Investigación.-

Conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno.

Movilidad Sostenible.-

Se refiere a un conjunto de procesos y acciones orientados a conseguir como objetivo final el uso racional de los medios de transporte a fin de reducir el número de vehículos que circulan por las vías y de esta manera disminuir la contaminación ambiental producida por los vehículos y lograr asimismo un ahorro energético al usar menos combustible.

El modelo de movilidad sostenible promueve el uso en mayor cantidad de los medios de transporte menos contaminantes y que menos energía consumen como, ir a pie, la bicicleta, combinándolo con el transporte público y el coche compartido en vez del vehículo particular o privado.

Muestra.-

Proporción –parte o subconjunto- de una población específica. Hay dos tipos de muestra. Muestra probabilística, cuando todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser incluidos en la muestra. Muestra no probabilística, cuando se consideran algunos criterios de selección previa para la toma de la muestra, otorgando mayor posibilidad de inclusión a un segmento de la población. Cuando a partir del análisis de la muestra se llega a conclusiones del conjunto poblacional, se llama inferencia estadística.

Placa de exhibición.-

Son las placas de rodaje que se utilizan en vehículos nuevos que requieren circular en las vías públicas terrestres antes de su inmatriculación en el registro de propiedad vehicular. Sirve para que las empresas comercializadoras de vehículos automotores puedan trasladar por sus propios medios, las unidades desde la zona de desembarque hasta el almacén o punto de venta.

Placa rotativa.-

Son las placas de rodaje que se utilizan en los vehículos nuevos que requieren circular en las vías públicas terrestres y que encuentran en proceso de inmatriculación en el registro de propiedad vehicular.

Población en Edad de Trabajar (PET)

Conjunto de personas que están aptas en cuanto a edad para el ejercicio de funciones productivas. En el Perú, se considera a toda la población de 14 años y más como población en edad activa o población en edad de trabajar.

Población Económicamente Activa (PEA).-

Comprende todas las personas en edad de trabajar que se encuentren trabajando o buscando trabajo.

Simulación.-

Hace referencia a aquello que permite enfrentar un problema trabajando con una imitación del mismo en vez de lidiar con el problema real.

Tipo de vehículo.-

Es la categoría o clasificación de los vehículos determinado por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y se divide en dos categorías : a) vehículos menores b) vehículos livianos y pesados.

Uso del vehículo.-

Se refiere al servicio que se realiza con el vehículo sólo para el caso de los vehículos clasificados como livianos y pesados. La clasificación por el uso del vehículo es la siguiente:

a) Para el servicio de transporte de personas .-

Vehículos Particulares

Taxis

Colectivos

Vehículos de transporte urbano de personas

Vehículos de transporte interurbano de personas

Vehículos de transporte interprovincial

b) Para el servicio de transporte de mercancías.-

Vehículos motorizados

Vehículos no motorizados

Vehículo liviano .-

Vehículos cuyo peso bruto es inferior a 3,500 kilos.

Vehículo pesado.-

Vehículos cuyo peso bruto es igual o superior a 3,500 kilos.

Violencia Vial.-

Violencia vehicular o conducción agresiva, hace referencia a una serie de acciones cometidas por automovilistas y que son motivadas por disputas con otros conductores o peatones, a causa de la ira o enojo por la pérdida de tiempo debido a la congestiones vehiculares.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. REPORTE DE RESULTADOS

La hipótesis general planteada *“La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana, disminuiría la congestión vehicular”* se prueba obteniendo valores de “indicadores” en la situación actual, es decir antes de aplicar la medida de racionalización de circulación vehicular y luego comparando estos valores de “indicadores” con los obtenidos después de la simulación de la aplicación de la medida de racionalización de la circulación vehicular.

Los “indicadores” son los siguientes y los valores obtenidos se detallan en el “Cuadro Resumen de Resultados” Tabla 11.

1. Velocidad de circulación promedio de un vehículo en kilómetros por hora.
2. Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.
3. Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular.
4. Costo promedio diario por congestión vehicular.
5. Flujo vehicular promedio expresado en cantidad de vehículos por hora.

Tabla 11

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS			
Indicadores para Lima Metropolitana	Unidad de medida	Antes de aplicar la restricción vehicular	Después de aplicar la restricción vehicular
1. Velocidad de circulación promedio de un vehículo. (*1)	kilometros/hora	11	12
2. Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km. (*1)	Minutos	32	29
3. Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular (* 2)	Minutos	28	20
4. Costo promedio diario por congestión vehicular (*3)	S/ / día	7'436,111	5'311,111
5. Flujo vehicular promedio	# Vehículos/hora	6,990	6,361

(*1) En horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes. (Ver tabla 16)

(*2) Resultados en base a encuestas realizadas en el presente estudio de investigación). (Ver tabla 24, Tabla 25)

(*3) Pérdida económica calculada en base a las horas laborales que pierden los trabajadores debido a la congestión vehicular. (Ver tabla 28, pto.4, pto.5)

3.2. CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.2.1. Cálculos y análisis de resultados de toma de tiempos antes de aplicar la medida de restricción vehicular

Para el cálculo de los indicadores “Velocidad de circulación promedio de un vehículo” y “Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.” antes de aplicar la medida de restricción vehicular, se ha utilizado la técnica del estudio de tiempos.

3.2.1.1. Cálculo del tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se ha utilizado la siguiente fórmula considerando que se desconoce el tamaño exacto de la población:

$$n = \frac{Z^2 p q}{e^2}$$

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza o seguridad

p: probabilidad de éxito

q: probabilidad de fracaso

e: límite de error aceptable –precisión o margen de error-

El nivel de confianza de la toma de información es 95% (donde $Z = 1.96$) con un margen de error (e) del 5%. Los valores de probabilidad de éxito y fracaso son de 50% respectivamente.

Aplicando la fórmula, se requiere un tamaño mínimo de muestra de 385 observaciones –viajes-.

3.2.1.2. Resultados de la programación de la toma de información –estudio de tiempos-

Para la programación de la toma de información se han considerado los siguientes criterios:

1. Tiempo de duración del estudio de tiempos: 3 meses equivalente a 12 semanas – 4 semanas/mes-
2. Población: comprende la circulación de vehículos motorizados en Lima Metropolitana.
3. Muestra: circulación de vehículos en la ruta vial que abarca desde la cuadra # 1 de la avenida Angamos Este en el distrito de Surquillo hasta la cuadra # 10 de la avenida Primavera - puente “Primavera” - en el distrito de Santiago de Surco.

4. Tamaño de la muestra: 400 observaciones –viajes- (Se requiere un tamaño mínimo de 385 observaciones).
5. Distancia de un viaje: 6 kilómetros
6. Días de toma de información: Lunes a Domingo
7. Horario de toma de información: 7:00 a.m. a 10:00 p.m.
8. Cantidad de días de toma de información a la semana: 5 días –escogiendo entre lunes a domingo-
9. Turno de trabajo al día: 3 (1 en la mañana, 1 en la tarde, 1 en la noche)
10. Horarios por turno de trabajo: Mañana de 7 a.m. a 12 m. Tarde de 12 m. a 5 p.m. Noche de 5 p.m. a 10 p.m.
11. Cantidad de analistas (observadores) por turno: 1/ turno, equivalente a 3 analistas/día.

Los resultados de la programación de la toma de información –estudio de tiempos- son los siguientes:

1. Cantidad de observaciones realizadas por analista en el periodo de estudio:
 $135 = 400 \text{ observaciones} / 3 \text{ analistas}$
2. Cantidad de observaciones realizadas al mes por analista: $45 = 135 \text{ observaciones} / 3 \text{ meses.}$
3. Cantidad de observaciones realizadas a la semana por analista: $12 = 45 \text{ observaciones} / 4 \text{ semanas}$
4. Cantidad de observaciones realizadas al día por analista: $3 = 12 \text{ observaciones} / 5 \text{ días a la semana}$
5. Cantidad de observaciones realizadas al día por los 3 analistas: 9
6. Cantidad total de observaciones realizadas en todo el periodo de estudio por los 3 analistas: $540 = 9 \text{ observac./día} \times 5 \text{ días/semana} \times 12 \text{ semanas.}$

La cantidad total de observaciones realizadas durante todo el estudio es 540. Esta cantidad supera a la cantidad mínima exigida del tamaño de muestra que es 385.

3.2.1.3. Resultados de la toma de tiempos antes de aplicar la medida de restricción vehicular

Las observaciones realizadas en el estudio de tiempos se tabularon en una “Base de Datos” cuya estructura se diseñó para el presente estudio de investigación. En la tabla 12 se muestra un fragmento de esta “Base de Datos”.

Tabla 12

Base de Datos de toma de tiempos antes de restricción vehicular (fragmento)

FRAGMENTO DE TABULACION DE DATOS DE TOMA DE TIEMPOS SIN RESTRICION VEHICULAR

Fecha de toma de datos: desde el 18 julio 2014 hasta el 11 julio 2015

Tramo “A”: desde puente Primavera -cuadra 10 Av. Primavera, Surco- hasta Av. Angamos Este -cuadra 1, cruce con Av. Arequipa, Surquillo-

Tramo “B”: desde Av. Angamos este -cuadra 1, cruce con Av. Arequipa, Surquillo- hasta puente Primavera -cuadra 10 Av. Primavera, Surco-

Distancia entre tramo “A” y tramo “B”: 6 kilómetros

	FECHA	DIA	TRAMO	HORA INICIO hr:min	HORA FIN hr:min	DURACIÓN (MINUTOS)	VELOCIDAD KM/HORA
1	18-jul-14	viernes	B	01:45 p.m.	02:22 p.m.	37	10
2	22-jul-14	martes	A	09:00 a.m.	09:29 a.m.	29	12
3	22-jul-14	martes	B	11:56 a.m.	12:31 p.m.	35	10
4	04-ago-14	lunes	A	02:00 p.m.	02:18 p.m.	18	20
5	04-ago-14	lunes	B	06:34 p.m.	07:20 p.m.	46	8
6	05-ago-14	martes	A	02:50 p.m.	03:13 p.m.	23	16
7	05-ago-14	martes	B	06:47 p.m.	07:27 p.m.	40	9
8	06-ago-14	miércoles	A	08:07 a.m.	08:46 a.m.	39	9
9	06-ago-14	miércoles	B	01:16 p.m.	01:46 p.m.	30	12
10	09-ago-14	sábado	A	09:23 a.m.	09:42 a.m.	19	19
11	09-ago-14	sábado	B	12:05 p.m.	12:37 p.m.	32	11
12	09-ago-14	sábado	A	02:39 p.m.	03:07 p.m.	28	13
13	09-ago-14	sábado	B	06:29 p.m.	06:57 p.m.	28	13
14	12-ago-14	martes	A	03:21 p.m.	03:47 p.m.	26	14
15	12-ago-14	martes	B	06:51 p.m.	07:35 p.m.	44	8
16	16-ago-14	sábado	A	01:37 p.m.	02:03 p.m.	26	14
17	16-ago-14	sábado	B	06:24 p.m.	06:50 p.m.	26	14

FRAGMENTO DE TABULACION DE DATOS DE TOMA DE TIEMPOS SIN RESTRICCION VEHICULAR

Fecha de toma de datos: desde el 18 julio 2014 hasta el 11 julio 2015

Tramo "A": desde puente Primavera -cuadra 10 Av. Primavera, Surco- hasta Av. Angamos Este -cuadra 1, cruce con Av. Arequipa, Surquillo-

Tramo "B": desde Av. Angamos este -cuadra 1, cruce con Av. Arequipa, Surquillo- hasta puente Primavera -cuadra 10 Av. Primavera, Surco-

Distancia entre tramo "A" y tramo "B": 6 kilómetros

	FECHA	DIA	TRAMO	HORA INICIO hr:min	HORA FIN hr:min	DURACIÓN (MINUTOS)	VELOCIDAD KM/HORA
18	18-ago-14	lunes	A	07:31 a.m.	08:07 a.m.	36	10
19	18-ago-14	lunes	B	09:50 a.m.	10:09 a.m.	19	19
20	19-ago-14	martes	A	07:32 a.m.	08:00 a.m.	28	13
21	19-ago-14	martes	B	10:12 a.m.	10:40 a.m.	28	13
22	19-ago-14	martes	A	04:10 p.m.	04:40 p.m.	30	12
23	19-ago-14	martes	B	07:28 p.m.	08:00 p.m.	32	11
24	21-ago-14	jueves	A	03:33 p.m.	03:59 p.m.	26	14
25	21-ago-14	jueves	B	08:38 p.m.	09:16 p.m.	38	9
26	25-ago-14	lunes	A	03:23 p.m.	03:54 p.m.	31	12
27	25-ago-14	lunes	B	08:13 p.m.	08:48 p.m.	35	10
28	28-ago-14	jueves	A	03:26 p.m.	03:52 p.m.	26	14
29	01-sep-14	lunes	A	03:49 p.m.	04:24 p.m.	35	10
30	01-sep-14	lunes	B	08:19 p.m.	08:52 p.m.	33	11
31	02-sep-14	martes	A	04:08 p.m.	04:39 p.m.	31	12
32	02-sep-14	martes	B	08:22 p.m.	08:48 p.m.	26	14
33	08-sep-14	lunes	A	08:00 a.m.	08:38 a.m.	38	9
34	08-sep-14	lunes	B	12:22 p.m.	12:54 p.m.	32	11
35	15-sep-14	lunes	A	03:37 p.m.	04:04 p.m.	27	13
36	16-sep-14	martes	A	04:54 p.m.	05:18 p.m.	24	15
37	16-sep-14	martes	B	08:46 p.m.	09:16 p.m.	30	12
38	22-sep-14	lunes	A	03:30 p.m.	04:00 p.m.	30	12
39	22-sep-14	lunes	B	07:50 p.m.	08:23 p.m.	33	11
40	13-oct-14	lunes	A	03:37 p.m.	04:10 p.m.	33	11
41	13-oct-14	lunes	B	10:03 p.m.	10:23 p.m.	20	18
42	23-oct-14	jueves	A	04:49 p.m.	05:20 p.m.	31	12
43	23-oct-14	jueves	B	10:19 p.m.	10:42 p.m.	23	16
44	27-oct-14	lunes	A	03:42 p.m.	04:11 p.m.	29	12
45	27-oct-14	lunes	B	10:58 p.m.	11:18 p.m.	20	18
46	30-oct-14	jueves	A	03:37 p.m.	04:11 p.m.	34	11
47	30-oct-14	jueves	B	10:34 p.m.	10:51 p.m.	17	21

La información registrada en la “Base de Datos” se ordenó por horario y por día de la semana para obtener los resultados que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13

Resultados de la toma de tiempos antes de aplicar la medida de restricción vehicular

Escenarios	Tiempo de duración por viaje de 6 km. (minutos)	Velocidad promedio (KM./hora)
1. Hora Punta de 7:00 a.m. a 9 a.m. de lunes a viernes	39	9
2. Hora Punta de 5:30 p.m. a 8:30p.m. de lunes a viernes	34	11
3. Horario de 7:00 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes	32	11
4. Horario no Punta de 9 a.m. a 5:30 p.m. y de 8:30 p.m. a 10 p.m. de lunes a viernes	29	12
5. Días sábado de 7:00 a.m. a 10 p.m. (*)	29	13
6. Días domingo de 7:00a.m. a 10p.m. (*)	19	19

(*) La restricción vehicular no incluye sábados ni domingos, se aplica sólo de lunes a viernes

3.2.2. Cálculos y análisis de resultados de toma de tiempos después de aplicar la medida de restricción vehicular

El cálculo de los indicadores “Velocidad de circulación promedio de un vehículo” y “Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.” después de aplicar la medida de restricción vehicular, se ha realizado en base a simulaciones.

3.2.2.1. Criterios para cálculo de la velocidad promedio de circulación de vehículos aplicando medida de restricción vehicular

Tabla 14

Velocidad promedio de circulación de vehículos en Lima Metropolitana aplicando la medida de restricción vehicular

(En horario de 7 am. a 10 p.m. de lunes a viernes)

Días de la semana	No circulan últimos dígitos	Cantidad de vehículos particulares que no circulan	Cantidad de vehículos que si circulan	Velocidad promedio de circulación (Km./hora)
Lunes	1 y 2	138,974	1,314,054	12
Martes	3 y 4	138,974	1,314,054	12
miércoles	5 y 6	138,974	1,314,054	12
Jueves	7 y 8	138,974	1,314,054	12
Viernes	9 y 0	<u>138,974</u>	1,314,054	12
		694,871		

Variables:

1. Cantidad total de vehículos que circulan en Lima Metropolitana 1,453,028
2. Cantidad de vehículos particulares que circulan en Lima Metropolitana 694,871
3. Velocidad promedio de circulación de vehículos en Lima Metropolitana antes de restricción -según estudio de tiempos, en horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes- 11 km/hora
4. Se asume que la cantidad de vehículos particulares que circulan en Lima Metropolitana tienen una distribución igual según el último dígito del número de su placa vehicular.
5. Cantidad de grupos con restricción según último dígito de placa vehicular 5

El cálculo de la velocidad promedio de circulación de vehículos aplicando la medida de restricción vehicular se determina con una regla de tres simple e inversa, suponiendo que la velocidad de circulación aumenta si el número de vehículos que circulan disminuye.

Entonces si con 1'453,028 vehículos totales que circulan sin restricción, la velocidad promedio de circulación es 11 km. por hora -según el estudio de tiempos-, con 1'314,054 vehículos que circulan después de aplicar la medida de restricción vehicular, la velocidad sería:

$$\frac{1'453,028 \times 11}{1'314,054} = 12.2 \text{ Km./hora}$$

$$1'314,054$$

También podemos llegar a este resultado considerando que la restricción de circulación de vehículos particulares de lunes a viernes representa una disminución del 10% del total del universo de vehículos que circulan diariamente en Lima Metropolitana - *Cantidad de vehículos particulares en Lima Metropolitana que no circulan por restricción vehicular/ Cantidad total de vehículos que circulan sin restricción en Lima Metropolitana = 138,974/1'453,028 =9.6% = 10%-*.

Es decir la cantidad de vehículos en circulación aplicando la medida de restricción vehicular es el 90 % del total de vehículos antes de aplicar la medida, $0.904 \times 1'453,028 = 1'314,054$ (redondeando).

$$\frac{1 \times 11}{0.9} = 12.2 \text{ Km./hora}$$

0.9

3.2.2.2. Criterios para cálculo del tiempo de duración promedio por viaje aplicando medida de restricción vehicular

Tabla 15

TIEMPO DE DURACIÓN PROMEDIO POR VIAJE DE 6 KM. EN VEHICULO APLICANDO LA MEDIDA DE RESTRICCIÓN VEHICULAR

(En horario de 7 am. a 10 p.m. de lunes a viernes)

Días de la semana	No circulan últimos dígitos	Cantidad de vehículos particulares que no circulan	Cantidad de vehículos que si circulan	Tiempo de duración promedio por viaje (minutos)
Lunes	1 y 2	138,974	1,314,054	29
Martes	3 y 4	138,974	1,314,054	29
miércoles	5 y 6	138,974	1,314,054	29
Jueves	7 y 8	138,974	1,314,054	29
Viernes	9 y 0	<u>138,974</u>	1,314,054	29
		694,871		

Variables:

1. Cantidad total de vehículos que circulan en Lima Metropolitana: 1,453,028
2. Cantidad de vehículos particulares que circulan en Lima Metropolitana: 694,871
3. Tiempo promedio de circulación de vehículos por viaje de 6 KM. en Lima Metropolitana antes de restricción -según estudio de tiempos, en horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes-: 32 minutos

4. Se asume que la cantidad de vehículos particulares que circulan en Lima Metropolitana tienen una distribución igual según el último dígito del número de su placa vehicular.

5. Cantidad de grupos con restricción según último dígito de placa vehicular: 5

El cálculo del tiempo de duración promedio por viaje de 6 Km. aplicando la medida de restricción vehicular, se determina con una regla de tres simple y directa, suponiendo que si el número de vehículos que circulan disminuye, el tiempo de duración por viaje también disminuye al incrementarse la velocidad de circulación. Entonces si con 1'453,028 vehículos totales que circulan sin restricción, el tiempo de duración promedio por un viaje de 6 Km. es de 32 minutos -según el estudio de tiempos-, con 1'314,054 vehículos que circulan después de aplicar la medida de restricción vehicular, el tiempo de duración sería:

$$\frac{1'314,054 \times 32}{1'453,028} = 28.9 \text{ minutos}$$

También podemos llegar a este resultado considerando que la restricción de circulación de vehículos particulares de lunes a viernes representa una disminución del 10% del total del universo de vehículos que circulan diariamente en Lima Metropolitana - *Cantidad de vehículos particulares en Lima Metropolitana que no circulan por restricción vehicular/ Cantidad total de vehículos que circulan sin restricción en Lima Metropolitana = 138,974/1'453,028 = 9.6% = 10%* -

Es decir la cantidad de vehículos en circulación aplicando la medida de restricción vehicular es el 90% del total de vehículos antes de aplicar la medida, $0.904 \times 1'453,028 = 1'314,054$ (redondeando).

$$\frac{0.90 \times 32}{1} = 29 \text{ minutos}$$

1

3.2.2.3. Comparación de resultados de estudio de toma de tiempos antes y después de aplicar medida de restricción vehicular

Tabla 16

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS DE TOMA DE TIEMPOS ANTES DE RESTRICCIÓN VEHICULAR Y RESULTADOS DE SIMULACIÓN APLICANDO LA MEDIDA DE RESTRICCIÓN VEHICULAR

Escenarios	Antes de aplicar restricción vehicular		Después de aplicar restricción vehicular	
	Tiempo de duración por viaje de 6 km. (minutos)	Velocidad promedio (KM./hora)	Tiempo de duración por viaje de 6 km. (minutos)	Velocidad promedio (KM./hora)
1. Hora Punta de 7:00 a.m. a 9 a.m. de lunes a viernes	39	9	35	10
2. Hora Punta de 5:30 p.m. a 8:30p.m. de lunes a viernes	34	11	31	12
3. Horario de 7:00 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes	32	11	29	12
4. Horario no Punta de 9 a.m. a 5:30 p.m. y de 8:30 p.m. a 10 p.m. de lunes a viernes	29	12	26	13
5. Días sábado de 7:00 a.m. a 10 p.m. (*)	29	13	29	13
6. Días domingo de 7:00a.m. a 10p.m. (*)	19	19	19	19

(*) La restricción vehicular no incluye sábados ni domingos, se aplica sólo de lunes a viernes

3.2.2.4. Análisis de resultados de velocidad y tiempo de circulación después de aplicar medida de restricción vehicular

TABLA 17

Tabla 17: ANÁLISIS DE RESULTADOS DE VELOCIDAD Y TIEMPO DE CIRCULACIÓN DESPUES DE APLICAR MEDIDA DE RESTRICCIÓN VEHICULAR

	Variables	Datos	Und.Medida	Relación	Resultado
A	Cantidad de vehículos particulares que	138,974	unds.	1) A/B	20%

Tabla 17: ANÁLISIS DE RESULTADOS DE VELOCIDAD Y TIEMPO DE CIRCULACIÓN DESPUES DE APLICAR MEDIDA DE RESTRICCIÓN VEHICULAR

	Variables	Datos	Und.Medida	Relación	Resultado
	no circulan por día de semana después de aplicar medida de restricción				disminución circulación
B	Cantidad total de vehículos particulares que circulan en Lima Metropolitana	694,871	unds.		
C	Velocidad en horario 7 a.m a 10 p.m. de lunes a viernes antes de restricción	11	KM./hora	2) (D-C)/C	9% incremento velocidad
D	Velocidad en horario 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes después de restricción	12	KM./hora		
E	Velocidad en hora punta 7 a.m.a 9 a.m. de lunes a viernes antes de restricción	9	KM./hora	3) (F - E)/E	11% incremento velocidad
F	Velocidad en hora punta 7 a.m.a 9 a.m.de lunes a viernes después de restricción	10	KM./hora		
G	Velocidad en hora punta 5.30 p.m.a 8.30 p.m.de lunes a viernes antes de restricción	11	KM./hora	4) (H-G)/G	9% incremento velocidad
H	Velocidad en hora punta 5.30 p.m.a 8.30 p.m. de lunes a viernes después de restricción	12	KM./hora		
I	Cantidad de vehículos particulares en Lima Metropolitana que no circulan por día de semana después de aplicar medida de restricción	138,974	unds.	5) I/J	10% disminución circulación
J	Cantidad total de vehículos que circulan sin restricción en Lima Metropolitana	1,453,028	unds.		
K	Tiempo de duración promedio por viaje de 6 KM. en Lima Metropolitana antes de restricción en horario 7am.a 10 p.m. de lunes a viernes- según estudio de tiempos-	32	minutos	6) (K - L)/K	9% disminución tiempo
L	Tiempo de duración promedio por viaje de 6 KM. en Lima Metropolitana después de restricción en horario 7a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes.	29	minutos		
M	Tiempo de duración promedio por viaje de 6 KM. en Lima Metrop. en hora punta 7 a.m.a 9 a.m. de lunes a viernes, antes de restricción	39	minutos	7) (M - N)/M	10% disminución tiempo
N	Tiempo de duración promedio por viaje de 6 KM. en Lima Metrop. en hora punta 7 a.m. a 9 a.m. de lunes a viernes, después de restricción	35	minutos		

Tabla 17: ANÁLISIS DE RESULTADOS DE VELOCIDAD Y TIEMPO DE CIRCULACIÓN DESPUES DE APLICAR MEDIDA DE RESTRICCIÓN VEHICULAR

	Variables	Datos	Und.Medida	Relación	Resultado
O	Tiempo de duración promedio por viaje de 6 KM. en Lima Metrop. en hora punta 5:30 p.m - 8:30 p.m. de lunes a viernes, antes de restricción	34	minutos	8) (O - P)/O	9% disminución tiempo
p	Tiempo de duración promedio por viaje de 6 KM. en Lima Metrop. en hora punta 5:30 p.m. a 8:30 p.m. de lunes a viernes, después de restricción	31	Minutos		
Q	Disminución del tiempo de viaje en hora punta 7 a.m. a 9 a.m. de lunes a viernes, en relación al tiempo prom. en horario de 7 a.m. a 10 p.m. después de aplicar restricción			9)(M - L)/M	26% disminución tiempo
R	Disminución del tiempo de viaje en hora punta 5.30 p.m. a 8.30 p.m. de lunes a viernes, en relación al tiempo prom. en horario de 7 a.m. a 10 p.m. después de aplicar restricción			10) (O - L)/O	15% disminución tiempo

3.2.3. Cálculo y análisis del tiempo promedio perdido por congestión vehicular

El cálculo del tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular se ha determinado en base al análisis de encuestas realizadas en el presente estudio de investigación a conductores –choferes- y usuarios de vehículos particulares o privado y de transporte público.

3.2.3.1. Criterios en el diseño y realización de las encuestas

Las encuestas se han realizado considerándose los siguientes criterios:

- a. Población: conductores y usuarios de vehículos particulares o privado y conductores y usuarios de transporte público que transitan en Lima Metropolitana.

- b. Muestra: conductores y usuarios de vehículos particulares o privado y conductores y usuarios de transporte público que transitan en el tramo vial que comprende desde la Av. Primavera cuadra 10, distrito de Santiago de Surco hasta la Av. Angamos Este cuadra 1, distrito de Surquillo. (El tramo vial de la muestra es el mismo utilizado en el estudio de tiempos realizado en el presente estudio de investigación).
- c. Tamaño de la muestra: 400 encuestas (*ver cálculo en punto 3.2.1.1.*)
- d. Nivel de confianza: 95%
- e. Margen de error: 5%
- f. Periodo de realización de las encuestas: 12 semanas (3 meses)
- g. Fecha y horario del trabajo de campo: diciembre 2014 a febrero 2015, de lunes a viernes de 7 a.m. a 10 p.m.

Preguntas realizadas a los entrevistados

Las preguntas que comprende la encuesta se han realizado considerándose la circulación vehicular entre los días lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en el tramo vial que abarca desde la Av. Primavera cuadra 10, distrito de Santiago de Surco hasta la Av. Angamos Este cuadra 1, distrito de Surquillo . Cada encuesta consiste en dos preguntas.

Pregunta 1 (Caso de vehículos particulares: Escenario actual)

¿ Qué tiempo le toma aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?. Elija una de las siguientes alternativas:

- a) 20 a 24 minutos, b) 25 a 29 minutos, c) 30 a 34 minutos, d) 35 a 39 minutos

Pregunta 2 (Caso de vehículos particulares: Escenario ideal)

¿Cuál sería el tiempo ideal que le tomaría aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) ,

Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?. Elija una de las siguientes alternativas:

- a) 10 a 14 minutos, b) 15 a 19 minutos, c) 20 a 24 minutos, d) 25 a 29 minutos

Pregunta 1 (Caso de vehículos de transporte público: Escenario actual)

¿ Qué tiempo le toma aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?. Elija una de las siguientes alternativas:

- a) 30 a 34 minutos, b) 35 a 39 minutos, c) 40 a 44 minutos, d) 45 a 49 minutos

Pregunta 2 (Caso de vehículos de transporte público: Escenario ideal)

¿ Cuál sería el tiempo ideal que le tomaría aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?. Elija una de las siguientes alternativas:

- a) 15 a 19 minutos, b) 20 a 24 minutos, c) 25 a 29 minutos, d) 30 a 34 minutos

Tabla 18

Rangos de tiempos de duración por viaje a seleccionar en encuesta (en minutos)		
Clasificación	Escenario actual	Escenario ideal
Conductores o choferes y usuarios de vehículos particulares	a) 20 a 24 min. b) 25 a 29 min. c) 30 a 34 min. d) 35 a 39 min.	a) 10 a 14 min. b) 15 a 19 min. c) 20 a 24 min. d) 25 a 29 min.
Conductores o choferes y usuarios de vehículos de transporte público	a) 30 a 34 min. b) 35 a 39 min. c) 40 a 44 min. d) 45 a 49 min.	a) 15 a 19 min. b) 20 a 24 min. c) 25 a 29 min. d) 30 a 34 min.

Tabla 19

Motivos o propósitos de viajes en Lima Metropolitana

Destino	Propor.
1. Trabajo	16%
2. Estudios (colegio, universidad, institutos)	14%
3. Casa	47%
4. Negocios	3%
5. Otros (compras, entretenimiento, restaurantes, centros de salud, etc.)	20%
	100 %

Fuente: Informe “Centros generadores de viajes y la movilidad Urbana, caso región Lima Metropolitana”, Mg. Arq. Gerardo Regalado, USMP, 2013

Formato estándar para toma de datos de encuestas acerca del tiempo de duración por viaje

Figura 11

Formato estándar para toma de datos de encuestas acerca del tiempo de duración por viaje				
Clasificación de entrevistados		Conceptos		
1. Caso: circulación de vehículos particulares	P1. Qué tiempo le toma aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?			
	20' a 24'	25' a 29'	30' a 34'	35' a 39'
	P.2.¿Cuál sería el tiempo ideal que le tomaría aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?.			
10' a 14'	15' a 19'	20' a 24'	25' a 29'	
1.1. Choferes o conductores				
1.2. Usuarios o pasajeros				
2. Caso: circulación de vehículos de transporte público	P1. Qué tiempo le toma aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?			
	30' a 34'	35' a 39'	40' a 44'	45' a 49'
	P.2.¿Cuál sería el tiempo ideal que le tomaría			

Formato estándar para toma de datos de encuestas acerca del tiempo de duración por viaje				
Clasificación de entrevistados		Conceptos		
		aproximadamente circular por el tramo vial comprendido entre la cuadra 10 de la Av. Primavera (puente Primavera) , Santiago de Surco, hasta la cuadra 1 de la Av. Angamos Este, Surquillo?.		
		15' a 19'	20' a 24'	25' a 29'
2.1.	Choferes o conductores			
	<ul style="list-style-type: none"> a. Combis b. Coasters c. Ómnibus d. Taxis y colectivos e. Servicio escolar f. Transporte trabajadores 			
2.2.	Usuarios o pasajeros			
	<ul style="list-style-type: none"> a. Combis b. Coasters c. Ómnibus d. Taxis y colectivos e. Servicio escolar f. Transporte trabajadores 			

Destino del viaje... Edad aprox. encuestado....Sexo.....Fecha.....Día de semana.....Hora.....
Nombre del encuestador.....

3.2.3.2. Resultado de encuestas a conductores y usuarios de vehículos particulares y transporte público

El resultado de las encuestas realizadas a la muestra seleccionada de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m., se resume en las tablas 20 y 21.

Tabla 20

Tiempo de viaje promedio actual y tiempo ideal según encuestas				
Clasificación	Escenario actual		Escenario ideal	
	Tiempo (minutos)	Velocidad ⁽¹⁾ (Km./hora)	Tiempo (minutos)	Velocidad ⁽¹⁾ (Km./hora)
Particular o privado	25	14	15	24
Transporte público	45	8	30	12

⁽¹⁾La velocidad de circulación se ha calculado en base a las respuestas de las encuestas acerca de los tiempos de duración por viaje para el tramo vial de la muestra seleccionada– distancia 6 km.-

Tabla 21

Tiempo de viaje promedio ponderado actual y tiempo ideal según encuestas				
Clasificación	Escenario actual		Escenario ideal	
	Tiempo ⁽²⁾ (minutos)	Velocidad ⁽¹⁾ (Km./hora)	Tiempo ⁽³⁾ (minutos)	Velocidad ⁽¹⁾ (Km./hora)
Particular o privado y transporte público	40	9	26	14

⁽¹⁾La velocidad de circulación se ha calculado en base a las respuestas de las encuestas acerca de los tiempos de duración por viaje para el tramo vial de la muestra seleccionada – distancia 6 km.-

El tiempo de viaje promedio ponderado para la circulación de vehículos particulares o privados y vehículos de transporte público se ha calculado tomando en cuenta una distribución porcentual del 26% para el caso de vehículos particulares y del 74% para el caso de vehículos de transporte público.

⁽²⁾ Tiempo en escenario actual: $25' (0.26) + 45' (0.74) = 40'$

⁽³⁾ Tiempo en escenario ideal: $15' (0.26) + 30' (0.74) = 26'$

Esta distribución porcentual es resultado del análisis de datos publicado en el artículo “La crisis del timón”⁷². En el artículo se informa que de acuerdo con el

⁷² Alvaro Arce Valdez, diario “El Comercio”, suplemento “Somos”, 22 agosto 2015, págs. 20 a 23.

“Plan Maestro de transporte urbano para Lima y Callao proyección al año 2025” , la distribución actual de los 22.308 millones de viajes diarios en Lima Metropolitana tiene la estructura que se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Estructura de la distribución de viajes diarios en Lima Metropolitana según modo o forma de transporte		
Modo o forma de transporte	Millones de viajes diarios	Distrib. %
Vehículos particulares	3.971	17.8 %
Transporte público	11.332	50.8 %
Peatonal	5.443	24.4 %
Vehículos menores (bicicleta)	1.562	7.0 %
	22.308	100 %

Fuente :Alvaro Arce Valdez, diario “El Comercio”, suplemento “Somos”, 22 agosto 2015, págs. 20 a 23.

Por lo tanto, la distribución porcentual de viajes diarios en Lima Metropolitana de vehículos motorizados, resulta:

Tabla 23

Estructura de la distribución de viajes diarios en Lima Metropolitana de vehículos motorizados		
Modo o forma de transporte	Millones de viajes diarios	Distrib. %
Vehículos particulares	3.971	26 %
Transporte público	11.332	74 %
	15.303	100 %

3.2.3.3. Tiempo promedio perdido al día antes de aplicar medida de restricción vehicular, según encuestas

De acuerdo a los resultados obtenidos y reportados en las tablas 20 y 21, el tiempo promedio ponderado perdido por viaje debido a la congestión vehicular es 14 minutos ($40'$ escenario actual – $26'$ escenario ideal = $14'$).

Si al día se realizan como mínimo 2 viajes, entonces el tiempo promedio perdido al día antes de aplicar medida de restricción vehicular es 28 minutos ($14'/\text{viaje} \times 2 \text{ viajes/día} = 28' /\text{día}$).

Tabla 24

Tiempo promedio perdido al día antes de aplicar medida de restricción vehicular según encuestas	
Concepto	Valores o datos
(a) Tiempo de duración promedio ponderado por viaje en escenario actual	40 minutos
(b) Tiempo de duración promedio ponderado por viaje en escenario ideal	26 minutos
(c) Tiempo promedio perdido por viaje, $(a) - (b)$	14 minutos
(d) Cantidad mínima de viajes al día	2 viajes/día
(e) Tiempo promedio ponderado perdido al día $(c) \times (d)$	28 minutos

3.2.3.4. Tiempo promedio perdido al día después de aplicar medida de restricción vehicular

El resultado del tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular después de aplicar la medida de restricción vehicular, está basado en el estudio de tiempos y cálculos de simulación para los días de lunes a viernes en el horario de 7 a.m a 10 p.m. (Ver tabla 16).

Tabla 25

Tiempo promedio perdido al día después de aplicar medida de restricción vehicular	
Concepto	Valores o datos
(a) Tiempo de duración promedio por viaje en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes, después de aplicar medida de restricción vehicular (Ver tabla 16).	29 minutos
(b) Tiempo de duración promedio ideal por viaje (basado en un día domingo, ver tabla 16)	19 minutos
(c) Tiempo promedio perdido por viaje, $(a) - (b)$	10 minutos
(d) Cantidad mínima de viajes al día	2 viajes/día
(e) Tiempo promedio perdido al día, $(c) \times (d)$	20 minutos

3.2.4. Cálculos y análisis de costos por congestión vehicular

3.2.4.1. Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico

Los cálculos de costos y análisis técnico están basados en los datos de las variables que se detallan en la tabla 26

Tabla 26

<u>Tabla 26:</u> Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico				
Referencia	Concepto	Cantidad o Valor	Unidad de Medida	Fuente de información (Tabla 27)
A	Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular en Lima Metropolitana antes de aplicar medida de restricción vehicular (promedio en vehículo particular y transporte público)	28	Minutos/día	1

Tabla 26: Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico

Referencia	Concepto	Cantidad o Valor	Unidad de Medida	Fuente de información (Tabla 27)
	(1).			
A1	Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular en Lima Metropolitana después de aplicar medida de restricción vehicular (promedio en vehículo particular y transporte público) (1)	20	Minutos/día	1 A
B	Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular en Lima Metropolitana antes de aplicar medida de restricción vehicular, según otros estudios técnicos.	30	Minutos	2
C	Días al año perdidos por congestión vehicular en Lima Metropolitana, según otros estudios técnicos.	7.5	Días/año	3
D	Tiempo promedio perdido al día por viaje en transporte público en Lima Metropolitana, según otros estudios técnicos.	4	Horas/día	4
E	Tiempo promedio perdido al día por PEA (Población económicamente activa) en 40 años de vida laboral debido a la congestión vehicular en Lima Metropolitana.	4 años y 6 meses de vida	Años de vida	5
F	Cantidad de minutos disponibles al día. <i>24 horas/día x 60 min./día</i>	1,440	Minutos/día	
G	Días laborables o útiles al mes	24	Días/mes	
G1	Días calendarios al mes	30	Días/mes	
H	Días calendarios al año	360	Días/año	
H1	Cantidad de horas de trabajo al día	8	Horas/día	
I	Ingreso promedio mensual en Lima Metropolitana, trimestre móvil setiembre-octubre -noviembre 2013	S/1,417.6	S./mes	6
J	Ingreso promedio mensual proyectado en Lima Metropolitana, trimestre móvil	S/.1,566.7	S./mes	7

Tabla 26: Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico

Referencia	Concepto	Cantidad o Valor	Unidad de Medida	Fuente de información (Tabla 27)
	marzo-abril-mayo 2015			
K	Ingreso promedio mensual en Lima Metropolitana, trimestre móvil abril- mayo -junio 2015	S/.1,532.1	S./mes	8
L	Incremento promedio anual del ingreso o remuneración en lima Metropolitana	9	%	9
M	Ingreso promedio por hora-hombre en lima Metropolitana año 2013	S/.7.30	S./ hora-hombre	18
M1	Ingreso promedio por hora-hombre en lima Metropolitana según ingreso mensual proyectado marzo-abril-mayo 2015	S/. 8.16	S./ hora-hombre	10
N	Población en edad de trabajar (PET) en Lima Metropolitana año 2012	6'516,000	Habitantes	11
O	Población en edad de trabajar (PET) en Lima Metropolitana trimestre marzo-abril- mayo año 2014	7'194,700	Habitantes	12
P	Incremento promedio anual de la población en edad de trabajar (PET) el Lima Metropolitana	1.80	%	13
Q	Población en edad de trabajar (PET) en Lima Metropolitana proyectada trimestre marzo- abril- mayo año 2015	7'324,205	Habitantes	14
R	Costo promedio anual en Lima Metropolitana por congestión vehicular, según otros estudios técnicos	S/. 2,340	Millones de soles al año	15
S	Días al año perdidos por congestión vehicular en Lima Metropolitana, antes de aplicar medida de restricción vehicular. (1)	7	Días/año	16
T	Días al año perdidos por congestión vehicular en Lima Metropolitana, después de aplicar medida de restricción vehicular. (1)	5	Días/año	17
U	Tiempo de duración promedio por viaje de un vehículo en Lima Metropolitana en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a	32	Minutos	19

Tabla 26: Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico

Referencia	Concepto	Cantidad o Valor	Unidad de Medida	Fuente de información (Tabla 27)
	viernes, antes de aplicar medida de restricción vehicular. (2)			
V	Tiempo de duración promedio por viaje de un vehículo en Lima Metropolitana en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes, después de aplicar medida de restricción vehicular. (2)	29	Minutos	20
W	Reducción del tiempo de duración promedio por viaje en vehículo en Lima Metropolitana en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes, después de aplicar medida de restricción vehicular. $32'-29'=3'$ (2)	3	Minutos	21
X	Consumo de un galón de gasolina cada 5 horas de un vehículo detenido con el motor prendido. $1 \text{ galón} / 5 \text{ horas} = 0.20$	0.20	Galones/hora	22
Y	Parque automotor en Lima Metropolitana año 2008	1'036,856	vehículos	28
Z	Precio promedio de gasolina en Lima Metropolitana (incluye ISC-impuesto selectivo al consumo-, IGV –impuesto general a las ventas-, impuesto al rodaje) al 29/08/2015	14 (US\$ 4.28/gln) Tipo cambio S/ 3.271/US\$	S./ galón	23
Z1	Parque automotor en Lima Metropolitana año 2013	1'453,028	vehículos	24
Z2	Parque automotor en Lima Metropolitana estimado año 2015	1'544,214	vehículos	25
Z3	Población en Lima Metropolitana a setiembre 2014	9'752,000	Habitantes	26
Z4	Población del Perú proyectado año 2014	30'814,175	Habitantes	27
Z5	Cantidad de viajes diarios motorizados en Lima Metropolitana a octubre 2010	12.20	Millones de viajes/día	28
Z6	Cantidad de viajes diarios motorizados en Lima Metropolitana a agosto 2015	15.30	Millones de viajes/	29

Tabla 26: Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico

Referencia	Concepto	Cantidad o Valor	Unidad de Medida	Fuente de información (Tabla 27)
			día	
Z7	Distancia promedio por viaje en vehículo motorizado	7.1	Kilómetros	30
Z8	Tipo de cambio promedio venta mes agosto 2015	3.271	S./ US\$	31
Z9	Velocidad de circulación promedio de un vehículo en Lima Metropolitana, según otros estudios técnicos	13 a 14	Km./ hora	32
Z10	Tiempo de duración promedio en vehículo en Lima Metropolitana por viaje de 10.5 kilómetros a velocidad de 14 Km./hora, según otros estudios técnicos	45	minutos	33
Z11	Tasa de crecimiento promedio anual del parque automotor en Lima Metropolitana (2004 -2013)	3.20	%	34
Z12	Población en Lima Metropolitana año 2007	8'5000,000	habitantes	28
Z13	Ratio de participación del parque automotor de Lima Metropolitana y provincia constitucional del Callao respecto al total nacional.	65.3	%	35
Z14	Cantidad de vehículos de uso particular que transitan en Lima Metropolitana a abril 2014	694,871	vehículos	36
Z15	Ratio de participación de vehículos de uso particular que transitan en Lima Metropolitana respecto al total de vehículos a abril 2014	47.8	%	36

- (1) Calculado en base a resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular.
- (2) Calculado en base a resultados del “estudio de tiempos” y simulaciones realizadas en el presente estudio de investigación.

Tabla 27

<u>Tabla 27</u> : Fuentes de Información de las variables utilizadas en los cálculos de costos y análisis técnico	
1	Resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular. Ver tabla 24.
1 A	Resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular. Ver tabla 25.
2	"Diario Perú 21" artículo periodístico "Caótica realidad" escrito por la Fundación Transitemos, 28 oct. 2013
3	"Diario Perú 21" artículo periodístico "Caótica realidad" escrito por la Fundación Transitemos, 28 oct. 2013
4	Diario El Comercio, sección A10, sábado 26 julio 2014. Análisis realizado por Alfonso Flores Mazzini ,gerente general. Fundación Transitemos
5	Diario El Comercio, sección A10, sábado 26 julio 2014. Análisis realizado por Alfonso Flores Mazzini ,gerente gral. Fundación Transitemos. Artículo "Lima: Caos en las pistas de nunca acabar"
6	Boletín Estadístico INEI :indicadores económicos y sociales. Año 3, edición N° 12, Diciembre 2013
7	Boletín Estadístico INEI :indicadores económicos y sociales. Año 4, edición N° 9, Setiembre 2014, pág.7. (Valor estimado en base a un incremento promedio anual del 9%. Proyección a Marz,Abril, Mayo 2015 : $1,437.3 \times 1.09 = S/ 1,566.7$ mensual. Donde Ingreso Marzo-Abril-Mayo 2014= $S/ 1,437.3$ mensual).
8	Diario “El Comercio”, suplemento “Portafolio”, 19 julio 2015, pág. 2.
9	Boletín Estadístico INEI: indicadores económicos y sociales. Año 4, edición N° 9, Setiembre 2014, pág.7
10	Estimació en base a datos del INEI. ($S/ 1,566.7 /mes$)(1 mes/ 24 días útiles) (1 dia/ 8 horas de trabajo) = $S/8.16 /hora$
11	INEI, Compendio Estadístico del Perú 2013 pág.149
12	Boletín Estadístico INEI :indicadores económicos y sociales. Año 4, edición N° 6, Junio 2014, pág.6
13	Boletín Estadístico INEI :indicadores económicos y sociales. Año 4, edición N° 9, Setiembre 2014, pág.6

Tabla 27 : Fuentes de Información de las variables utilizadas en los cálculos de costos y análisis técnico	
14	Boletín Estadístico INEI, Set.2014. (Cálculo estimado en base a un incremento promedio anual del 1.08%. Proyección mensual -Marzo, Abril, Mayo 2015: $7'194,700 \times 1.018 = 7'324,205$ personas. Donde PET mensual en Marzo-Abril-Mayo 2014= $7'194,700$ personas)
15	" Diario Perú 21" artículo periodístico "Caótica realidad" escrito por la Fundación Transitemos, director Jorge Vega, 28 octubre 2013
16	Resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular. Ver tabla 30 “Cálculos y análisis técnicos”, pto.2
17	Resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular. Ver tabla 30 “Cálculos y análisis técnicos”, pto.3
18	Diario El Comercio, sección A2, sábado 27 setiembre 2014. Fuente base: INEI. $(S/ 1,398/mes) (1 \text{ mes} / 24 \text{ días útiles}) (1 \text{ día laboral} / 8 \text{ horas de trabajo}) = S/7.30 /hora$
19	Tabla “16”:Cuadro comparativo de resultados de toma de tiempo antes de aplicar la medida de restricción vehicular y resultados de simulación aplicando la restricción.
20	Tabla “16”:Cuadro comparativo de resultados de toma de tiempo antes de aplicar la medida de restricción vehicular y resultados de simulación aplicando la restricción.
21	Tabla “16”:Cuadro comparativo de resultados de toma de tiempo antes de aplicar la medida de restricción vehicular y resultados de simulación aplicando la restricción.
22	" Diario Perú 21" artículo periodístico "Caótica realidad" escrito por la Fundación Transitemos, director Jorge Vega, 28 octubre 2013
23	Artículo “¿Cuán cara es la gasolina en el Perú?”, diario “El Comercio”, suplemento “Portafolio”, 29 agosto 2015, pág. 20 OSINERGMIN – Facilito (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas)
24	Fernando Alayo Orbegozo, “El dilema del pico y placa”, diario “El Comercio”, 21 junio 2015, A14
25	II Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima y Callao-PISA, 2011- 2015, pág. 13

Tabla 27 : Fuentes de Información de las variables utilizadas en los cálculos de costos y análisis técnico	
26	Alfredo Oshiro, Carlos Ramirez, Antonio Tarazona, “Una mirada a los espacios y habitantes de la capital”, diario ” El Comercio”, 27 setiembre 2014, A3
27	INEI-Instituto Nacional de Estadística e Informática- Boletín especial N°17-Proyección 2014
28	MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Secretaria Técnica del Consejo de Transporte de Lima y Callao. Informe “El transporte urbano metropolitano de Lima y Callao en números a octubre 2010”
29	Alvaro Arce Valdez,”La crisis del timón”, diario “El Comercio”, suplemento “Somos”, 22 agosto 2015, págs.. 22 y 23. MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Secretaria Técnica del Consejo de Transporte de Lima y Callao, “Plan Maestro de Transporte Urbano para el área de Lima Metropolitana y Callao en la república del Perú”, proyección año 2025 Yachiyo Engineering Co.Ltd: en asociación a Pacif Consultants Internacional, JICA (Agencia Internacional de Cooperación Japonesa)
30	MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), informe final del “Plan Maestro de Transporte Urbano para el área de Lima Metropolitana y Callao”, Fase 1, páginas 3-42
31	BCR (Banco Central de Reserva del Perú)
32	Artículo "Tendencias 2014, tráfico urgente golpe de timón" publicado en la revista "Caretas" 26-Dic.-2013 págs. 49 a 51, autor Alfonso Flores Mazzini, gerente de la fundación "Transitemos"- Diario "La República", enero 2014, Adrián Revilla, Asociación Cruzada Vial
33	Artículo "¿Qué falta para tener una Lima del siglo XXI?: Lima 2014 en cifras" Http://peru21.pe/actualidad/inei-mirada-lima-Metropolitana-elecciones-2014-
34	MTC, informe "Evaluando la gestión en Lima al 2011-13: Lima como vamos en movilidad y transporte",pág.15.
35	Informe del MTC "Parque automotor a nivel nacional según departamento 2004-2012" publicado por el INEI. Link: http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/transport-and-communications/ Informe “Evaluando Lima al 2012” elaborado por la ONG Lima Como Vamos, pág.6
36	MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “ Anuario Estadístico 2013 “ publicado en Abril 2014, págs. 87-88

3.2.4.2. Resultados de cálculos y análisis de costos

Tabla 28

<u>Tabla 28: Cálculos y análisis de costos</u>						
Nota	Concepto	Cantidad o Valor (S/.)	Unidad de medida	Referencia variables (3)	Cantidad o Valor (U.S.\$) (4)	Unidad de Medida
1	<p>Costo promedio anual en Lima Metropolitana por mayor tiempo de duración de los viajes debido a la congestión vehicular –según otros estudios técnicos-</p> <p><i>Cálculo en base a las horas laborales que pierden los trabajadores por estar atrapados en las pistas capitalinas.</i> <i>Pérdida al año por trabajador:</i> <i>(S/ 1,417.6/mes)(1mes/29.6días)(7.5 días perdidos/año)= S/359.19/ año.</i> <i>Donde S/ 1,417.6 es el ingreso promedio mensual en el trimestre setiembre-octubre-noviembre 2013</i></p> <p><i>Pérdida al año por total de población en edad de trabajar (PET):</i> <i>(S/ 359.19/año) (6'516,000 personas)= S/ 2,340'482,040 /año.</i> <i>Donde PET= 6'516,000 en el año 2012</i> <i>Se considera población en edad de trabajar -PET- a la población de 14 y más años de edad.</i></p>	2,340	Millones de soles al año	I,C,N ,R	715	Millón dólar al año
2	<p>Costo promedio anual en Lima Metropolitana por mayor tiempo de duración de los viajes debido a la congestión vehicular (1)</p> <p><i>Cálculo en base a las horas laborales que pierden los trabajadores por estar atrapados en las pistas capitalinas.</i></p>	2,677	Millones de soles al año	J,S, Q	818	Millón dólar al año

	<p><i>Pérdida al año por trabajador:</i> <i>(S/ 1,566.7/mes)(1mes/30días)(7 días perdidos/año)= S/365.56/ año.</i> <i>Donde S/ 1,566.7 es el ingreso promedio mensual proyectado para el trimestre marzo-abril-mayo 2015</i></p> <p><i>Pérdida al año por total de población en edad de trabajar (PET):</i> <i>(S/ 365.56/año) (7'324,205 personas)= S/ 2,677'436,380 /año.</i> <i>Donde PET= 7'324,205 proyectado para el trimestre marzo-abril-mayo 2015</i> <i>Se considera población en edad de trabajar -PET- a la población de 14 y más años de edad.</i></p>					
3	<p>Costo promedio anual en Lima Metropolitana por mayor tiempo de duración de los viajes debido a la congestión vehicular, después de aplicar la medida de restricción vehicular. (1)</p> <p><i>Cálculo en base a las horas laborales que pierden los trabajadores por estar atrapados en las pistas capitalinas.</i> <i>Pérdida al año por trabajador:</i> <i>(S/ 1,566.7/mes)(1mes/30días)(5 días perdidos/año)= S/261.12/ año.</i> <i>Donde S/ 1,566.7 es el ingreso promedio mensual proyectado para el trimestre marzo-abril-mayo 2015</i></p> <p><i>Pérdida al año por total de población en edad de trabajar (PET):</i> <i>(S/ 261.12/ año) (7'324,205 personas)= S/ 1,912'496,410 /año.</i> <i>Donde PET= 7'324,205 proyectado para el trimestre marzo-abril-mayo 2015</i> <i>Se considera población en edad de trabajar -PET- a la población de 14 y más años de edad.</i></p>	1,912	Millones de soles al año	T,J,Q	585	Millón dólar al año
4	<p>Costo promedio diario en Lima Metropolitana por mayor tiempo de duración de los viajes debido a la congestión vehicular, antes de aplicar la medida de restricción vehicular. (1)</p> <p><i>Cálculo en base a las horas laborales que pierden los trabajadores por estar atrapados en las pistas capitalinas.</i> <i>Costo por la pérdida de horas laborales de la PET:</i></p>	7'436,111	Soles/ día		2'273,345	Dólar es al día

	<i>(S/2,677 millones /año) (1 año /360 días)= S/ 7'436,111 diario</i>					
5	<p>Costo promedio diario en Lima Metropolitana por mayor tiempo de duración de los viajes debido a la congestión vehicular, después de aplicar la medida de restricción vehicular. (1)</p> <p><i>Cálculo en base a las horas laborales que pierden los trabajadores por estar atrapados en las pistas capitalinas. Costo por la pérdida de horas laborales de la PET: (S/1,912 millones /año) (1 año /360 días)= S/ 5'311,111 diario</i></p>	5'311,111	Soles/ día		1'623,696	Dólar es al día
6	<p>Reducción del costo promedio diario en Lima Metropolitana por menor tiempo de duración de los viajes al aplicar la medida de restricción vehicular. (1)</p> <p><i>Al reducir el tiempo de duración de los viajes hay menos horas laborales perdidas durante la congestión vehicular. S/.7'436,000 (antes de restricción vehicular) – S/.5'311,111 (después de restricción vehicular) = S/.2'125,000</i></p>	2'125,000	Soles/ día		649,648	Dólar es al día
7	<p>Reducción del costo promedio diario en Lima Metropolitana por menor tiempo de duración de los viajes al aplicar la medida de restricción vehicular. (2)</p> <p><i>Al reducir el tiempo de duración de los viajes hay menos horas laborales perdidas durante la congestión vehicular. (S/.8.16/hora-hombre)(1hora/60min.)(3min.)(7'324,205personasPET)= S/.2'988,276</i></p>	2'988,276	Soles/ día	M1,Q ,W	913,566	Dólar es al día
8	<p>Costo promedio diario en Lima Metropolitana por persona en edad de trabajar (PET) debido a las horas laborales perdidas, antes de aplicar medida de restricción vehicular. (1)</p>	3.81	S/.día- hombre	M1, A	1.16	Dólar es por día- homb re

	<i>(S/.16/hora-hombre)(28 minutos perdidos/día)(1hora/60min.)= S/.3.81/día-hombre</i>					
9	<p>Costo promedio diario en Lima Metropolitana por persona en edad de trabajar (PET) debido a las horas laborales perdidas, después de aplicar medida de restricción vehicular. (1)</p> <p><i>(S/.16/hora-hombre)(20 minutos perdidos/día)(1hora/60min.)= S/.2.72/día-hombre</i></p>	2.72	S./día-hombre	M1, A1	0.83	Dólar es por día-hombre
10	<p>Costo anual en Lima Metropolitana por mayor consumo de gasolina al tener el vehículo detenido con el motor prendido debido a la congestión vehicular, según otros estudios técnicos.</p> <p><i>Un automóvil detenido con el motor encendido consume un galón de gasolina cada 5 horas, lo que vale en promedio S/ 15. Si tomamos en cuenta que tenemos un parque automotor de un millón 400 mil vehículos, se está gastando S/42 millones al mes ó S/.504 millones de soles al año.</i></p> <p><i>Cálculo:</i></p> <p><i>Tiempo promedio perdido por congestión vehicular = 30 minutos/ día ó 0.5 hrs./día</i></p> <p><i>Costo mensual promedio por vehículo por consumo de gasolina al tener vehículo detenido con el motor encendido o prendido debido a la congestión vehicular= 0.5 horas/día x 20 días útiles/mes x S/ 15/ galón x 1 galón/5horas = S/ 30 / mes</i></p> <p><i>Si parque automotor es de un millon 400 mil vehículos, entonces se gasta:</i></p> <p><i>Al mes: S/30/mes x 1'400,000= S/42'000,000 /mes</i></p> <p><i>Al año: S/42'000,000/mes x 12 meses/año= S/ 504 millones/año</i></p>	504	Millones de soles al año	X	154	Millón dólar al año
11	<p>Costo anual en Lima Metropolitana por mayor consumo de gasolina al tener el vehículo detenido con el motor prendido debido a la congestión vehicular, antes de aplicar medida de restricción vehicular. (1)</p> <p><i>Cálculos:</i></p>	585	Millones de soles al año	A,H, X, Z, Z2	179	Millón dólar al año

	<p>(Ref. A), Horas perdidas al día: $28 \text{ minutos/día} \times 1 \text{ hora}/60 \text{ min.} = 0.47 \text{ horas/día}$ (Ref. H), Horas perdidas al mes: $0.47 \text{ horas/día} \times 24 \text{ días laborables/mes} = 11.28 \text{ horas/mes}$ (Ref. X), Consumo mensual de gasolina por vehículo sin movimiento con el motor prendido: $0.20 \text{ galón/hora} \times 11.28 \text{ horas/mes} = 2.256 \text{ galones/mes}$</p> <p>(Ref. Z), Costo mensual de gasolina por vehículo sin movimiento con el motor prendido: $2.256 \text{ galones/mes} \times S/. 14/\text{galón} = S/. 31.584/\text{mes}$</p> <p>(Ref. Z2), Costo mensual de gasolina a nivel Lima Metropolitana: $S/. 31.584/\text{mes} \times 1'544,214 \text{ vehículos} = S/. 48'772,455 /\text{mes}$</p> <p>Costo anual por exceso de gasolina a nivel Lima Metropolitana: $S/. 48'772,455 /\text{mes} \times 12 \text{ meses/año} = S/. 585'269,460/\text{año}$</p>					
12	<p>Costo anual en Lima Metropolitana por mayor consumo de gasolina al tener el vehículo detenido con el motor prendido debido a la congestión vehicular, después de aplicar medida de restricción vehicular. (1)</p> <p>Cálculos: (Ref. A1, H), Horas perdidas al mes: $20 \text{ minutos/día} \times 1 \text{ hora}/60 \text{ min} \times 24 \text{ días laborables/mes} = 8 \text{ horas/mes}$ (Ref. X), Consumo mensual de gasolina por vehículo sin movimiento con el motor prendido: $0.20 \text{ galón/hora} \times 8 \text{ horas/mes} = 1.60 \text{ galones/mes}$</p> <p>(Ref. Z), Costo mensual de gasolina por vehículo sin movimiento con el motor prendido: $1.60 \text{ galones/mes} \times S/. 14/\text{galón} = S/. 22.40/\text{mes}$</p> <p>(Ref. Z2), Costo mensual de gasolina a nivel Lima Metropolitana: $S/. 22.40/\text{mes} \times 1'544,214 \text{ vehículos} = S/. 34'590,394 /\text{mes}$</p> <p>Costo anual por exceso de gasolina a nivel Lima Metropolitana: $S/. 34'590,394 /\text{mes} \times 12 \text{ meses/año} = S/. 415'084,728/\text{año}$</p>	415	Millones de soles al año	A1, H, X, Z, Z2	127	Millón dólar al año

- (1) Calculado en base a resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular.
- (2) Calculado en base a resultados del “estudio de tiempos” y simulaciones realizadas en el presente estudio de investigación.
- (3) Ver tabla 26 “Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico”, columna “Referencia”
- (4) Tipo de cambio promedio mensual venta agosto 2015, S/. 3.271 por U.S.\$
- (5) PET (*población en edad de trabajar*)= PEA (*población económicamente activa: trabajando o buscando trabajo*) + PEI (*población económicamente no activa*)

3.2.5. Cálculos y análisis técnico por congestión vehicular

3.2.5.1. Cálculo del flujo vehicular

La toma de datos para el cálculo del flujo vehicular –frecuencia del paso de vehículos durante un intervalo de tiempo específico- expresado en cantidad de vehículos que circulan por hora, se ha realizado para dos escenarios:

Escenario 1: incluye todos los tipos- clases o categorías- de vehículos - particulares, taxis, colectivos, combis, coasters, buses, camiones, vehículos de carga y de transporte de mercadería, ambulancias, seguridad ciudadana, bomberos y otros de uso especial-

Escenario 2: incluye sólo los vehículos particulares.

La muestra representativa para la toma de datos es el tramo vial de 6 km. que abarca desde la Av. Primavera cuadra 10 –distrito de Santiago de Surco- hasta la Av. Angamos Este cuadra 1 –distrito de Surquillo-.

La toma de datos para el cálculo del flujo vehicular ha tenido una duración de tres meses y se ha realizado en el horario de las horas punta o pico -7:00 am. a 9:00 a.m. y 5:30 p.m. a 8:30 p.m.- en los días de lunes a viernes.

El registro de la cantidad de vehículos en circulación se realiza para intervalos de tiempo de 15 minutos durante 1 hora. Por ejemplo, para los datos que a continuación se muestran, el flujo vehicular es 1,804 vehículos por hora.

<u>Intervalos de tiempo</u> <u>(horas : minuto)</u>	<u>Volumen de vehículos</u> <u>cada 15 minutos</u>
7:00 – 7:15	412
7:15 – 7:30	698
7:30 – 7:45	387
7:45 – 8:00	<u>307</u>
	1,804 vehículos/hora

Se ha diseñado un formato para la toma de datos (Ver en “Anexos” Figura 12). Los resultados del cálculo del flujo vehicular se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 29

Resultados del cálculo del flujo vehicular (unidades de vehículos/ hora)

Concepto	Escenario 1 (todos los vehículos)	Escenario 2 (sólo vehículos particulares)
1 .Flujo vehicular antes de restricción vehicular ¹	6,990	3,145
2 .Flujo de vehículos particulares que deja de circular al aplicar medida de restricción vehicular ²		629 (3,145 x 0.20= 629)
3 .Flujo vehicular después de aplicar medida de restricción vehicular	6,361 (6,990- 629= 6,361)	2,516 (3,145 -629=2,516) ó (3,145 x 0.80=2,516)
4 .Disminución porcentual del flujo vehicular después de aplicar medida de restricción vehicular	9% $\frac{6,990- 6,361}{6,990} = 9\%$ $0.09 \times 6,990 = 629$	20% $\frac{3,145- 2,516}{3,145} = 20\%$

¹ Calculado en base a los resultados de la toma de datos.

² Calculado en base al porcentaje – 20%- de vehículos particulares que dejan de circular al aplicar medida de restricción vehicular, considerando que la cantidad de vehículos particulares es la misma para cualquier último dígito de la placa vehicular y que se restringe la circulación por día de dos dígitos de un total de diez – 2/10 = 20% -. Por ejemplo, los días lunes no circulan los vehículos particulares cuyo último dígito del número de placa es 1 y 2.

3.2.5.2. Resultados de cálculos y análisis técnico

Tabla 30

Tabla 30: Cálculos y análisis técnico				
Nota	Concepto	Cantidad o Valor	Unidad de medida	Referencia variables (2)
1	<p>Días al año perdidos en Lima Metropolitana por congestión vehicular, según otros estudios técnicos (Ver fuente de información #3).</p> <p><i>Cálculos:</i> $(24 \text{ hrs/día}) \times (60 \text{ minutos/hora}) = 1,440 \text{ minutos/día}$</p> <p><i>Cantidad de minutos perdidos al año:</i> $(30 \text{ minutos/día}) \times (360 \text{ días/año}) = 10,800 \text{ minutos/año}$</p> <p><i>Cantidad de días perdidos al año:</i> $(1 \text{ día}/1,440 \text{ min}) \times (10,800 \text{ minutos/año}) = 7.5 \text{ días/año}$</p>	7.5	Días/ año	B,F, H
2	<p>Días al año perdidos en Lima Metropolitana por congestión vehicular, según el presente estudio de investigación, antes de aplicar medida de restricción vehicular.(1)</p> <p><i>Cálculos:</i> $(24 \text{ hrs/día}) \times (60 \text{ minutos/hora}) = 1,440 \text{ minutos/día}$</p> <p><i>Cantidad de minutos perdidos al año:</i> $(28 \text{ minutos/día}) \times (360 \text{ días/año}) = 10,080 \text{ minutos/año}$</p> <p><i>Cantidad de días perdidos al año:</i> $(1 \text{ día}/1,440 \text{ min}) \times (10,080 \text{ minutos/año}) = 7 \text{ días/año}$</p>	7	Días/ año	A,F, H

3	<p>Días al año perdidos en Lima Metropolitana por congestión vehicular, según el presente estudio de investigación, después de aplicar medida de restricción vehicular.(1)</p> <p><i>Cálculos:</i> $(24 \text{ hrs/día}) \times (60 \text{ minutos/hora}) = 1,440 \text{ minutos/día}$ <i>Cantidad de minutos perdidos al año:</i> $(20 \text{ minutos/día}) \times (360 \text{ días/año}) = 7,200 \text{ minutos/año}$</p> <p><i>Cantidad de días perdidos al año:</i> $(1 \text{ día}/1,440 \text{ min}) \times (7,200 \text{ minutos/año}) = 5 \text{ días/año}$</p>	5	Días/ año	A1
4	<p>Tiempo promedio perdido en Lima Metropolitana por persona económicamente activa en 40 años de vida laboral debido a la congestión vehicular, según otros estudios técnicos (<i>Ver fuentes de información #4, #5</i>).</p> <p><i>Cálculos:</i> <i>Según especialistas el tiempo promedio perdido por viaje en transporte público es de 4 horas al día. Por lo tanto, una persona económicamente activa con una vida laboral desde los 25 años hasta los 65 años (edad de jubilación) pierde en esos 40 años un total aproximado de 4 años y 6 meses.</i></p> <p><i>Total horas disponibles al año:</i> $24 \text{ horas/día} \times 360 \text{ días/año} = 8,640 \text{ hrs/año (A)}$ <i>Total horas perdidas en 40 años:</i> $20.5 \text{ días útiles/mes} \times 12 \text{ meses/año} \times 4 \text{ hrs.perdidas/día} \times 40 \text{ años} = 39,360 \text{ horas perdidas (B)}$</p> <p><i>Equivalencia de las horas perdidas en años:</i> $(B)/(A) = 39,360/8,640 = 4.55 \text{ años}$ $0.55 \text{ años} \times 12 \text{ meses/año} = 6.6 \text{ meses}$</p>	4.55	años	D,E
5	<p>Cantidad promedio en Lima Metropolitana de viajes diarios por vehículo, estimado año 2015</p> <p><i>Cálculo:</i> $(15.30 \text{ millones de viajes/día}) / (1.544214 \text{ millones de vehículos}) = 9.9 \text{ ó } 10 \text{ viajes/día -vehículo}$</p>	10	Viajes diarios por vehículo	Z6, Z2

6	Cantidad promedio en Lima Metropolitana de viajes diarios por habitante, estimado año 2015 <i>Cálculo:</i> <i>(15.30 millones de viajes/día) / (9.752 millones de habitantes) = 1.6 viajes/día -habitante</i>	1.6	Viajes diarios por habitante	Z6, Z3
7	Cantidad promedio en Lima Metropolitana de viajes diarios por vehículo a octubre 2010 <i>Cálculo:</i> <i>(12.2 millones de viajes/día) / (1.036850 millones de vehículos) = 11.8 viajes/día -vehículo</i>	11.8	Viajes diarios por vehículo	Z5, Y
8	Cantidad promedio en Lima Metropolitana de viajes diarios por habitante a octubre 2010 <i>Cálculo:</i> <i>(12.2 millones de viajes/día) / (8.500 millones de habitantes) = 1.4 viajes/día -habitante</i>	1.4	Viajes diarios por habitante	Z5, Z12
9	Cantidad de vehículos en Lima Metropolitana por cada 1,000 habitantes. <i>Cálculo:</i> <i>(1'544,214 vehículos/ 9'752000 habitantes) x 1,000 hab. = 158</i>	158	Vehículos por 1,000 habitantes	Z2, Z3

- (1) Calculado en base a resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular.
- (2) Ver tabla 26 “Variables utilizadas en el cálculo de costos y análisis técnico”, columna “Referencia”

CONCLUSIONES

1. Conclusiones en relación a la velocidad de circulación y tiempo de duración por viaje en vehículo

1. La velocidad de circulación promedio de un vehículo durante las horas punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. entre los días lunes a viernes antes de aplicar la medida de restricción vehicular es de 9 Km/hora y 11 Km/hora respectivamente, según el resultado del estudio de tiempos realizado. (Ver tablas 13 y 16)

2. La velocidad de circulación promedio de un vehículo los días sábado y domingo en el horario de 7:00 a.m. a 10:00 p.m. es de 13 Km/hora y 19 Km./hora respectivamente, según el resultado del estudio de tiempos realizado. (Ver tablas 13 y 16)

3. La velocidad de circulación promedio de un vehículo entre los días lunes a viernes antes de aplicar la medida de restricción vehicular en el horario de 7:00 a.m. a 10:00 p.m. es de 11 Km/hora, según el resultado del estudio de tiempos realizado. (Ver tablas 13 y 16)

4. La velocidad de circulación promedio de un vehículo entre los días lunes a viernes después de aplicar la medida de restricción vehicular en el horario

de 7:00 a.m. a 10:00 p.m. es de 12 Km/hora, según los cálculos de simulación realizados. (Ver tablas 14 y 16)

5. La circulación de vehículos particulares en Lima Metropolitana disminuye en 20% por día de lunes a viernes después de aplicar la medida de restricción vehicular.(Ver tabla 17 -relación 1)
6. La velocidad de circulación promedio de un vehículo entre los días lunes a viernes en el horario de 7:00 a.m. a 10:00 p.m. después de aplicar la medida de restricción vehicular, se incrementa en 9%.
(Ver tablas 16 y 17-relación 2)
7. La velocidad de circulación promedio de un vehículo durante las horas punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. entre los días lunes a viernes, después de aplicar la medida de restricción vehicular, es de 10 Km/hora y 12 Km/hora respectivamente lo cual representa un incremento en 11 % y 9 % en cada caso.
(Ver tablas 16 y 17-relación 3, relación 4)
8. La restricción de circulación de vehículos particulares de lunes a viernes representa una disminución del 10% del total del universo de vehículos que circulan diariamente en Lima Metropolitana.
(Ver tablas 16 y 17-relación 5)
9. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo durante las horas punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. entre los días lunes a viernes antes de aplicar la medida de restricción vehicular es de 39 minutos y 34 minutos respectivamente, según el resultado del estudio de tiempos realizado. (Ver tablas 13 y 16)

10. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo los días sábado y domingo es de 29 minutos y 19 minutos respectivamente, según el resultado del estudio de tiempos realizado. (Ver tablas 13 y 16)
11. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo entre los días lunes a viernes antes de aplicar la medida de restricción vehicular en el horario de 7:00 a.m. a 10:p.m. es de 32 minutos, según el resultado del estudio de tiempos realizado. (Ver tablas 13 y 16)
12. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo entre los días lunes a viernes después de aplicar la medida de restricción vehicular en el horario de 7:00 a.m. a 10:p.m. es de 29 minutos -según los cálculos de simulación realizados- (Ver tablas 15 y 16) y es igual al tiempo de duración promedio de un viaje realizado el día sábado en el cual no se aplica la medida de restricción vehicular y todos los vehículos pueden circular.
13. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo después de aplicar la medida de restricción vehicular en el horario de 7:00 a.m. a 10:p.m. se reduce en 9% - 3 minutos- . (Ver tablas 15 y 17 relación 6).
14. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo durante las horas punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. entre los días lunes a viernes después de aplicar la medida de restricción vehicular es de 35 minutos y 31 minutos respectivamente.
(Ver tablas 15 y 16)
15. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo durante las horas punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. entre los días lunes a viernes después de aplicar la medida de restricción vehicular, se reduce en 10 % y 9 % respectivamente.

(Ver tablas 16 y 17-relación 7 y relación 8)

16. El tiempo de duración promedio por viaje de 6 km. de un vehículo durante las horas punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. entre los días lunes a viernes antes de aplicar la medida de restricción vehicular, disminuye en 10 minutos (39-29min.) y 5 minutos (34-29min.) respectivamente, en relación al tiempo de duración promedio (29 minutos) en el horario de 7:00 a.m. a 10:p.m. después de aplicar la medida de restricción. Lo cual equivale a una disminución del 26% del tiempo de viaje en la hora punta de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y a una disminución del 15% en la hora punta de 5:30 p.m. a 8:30 p.m. (Ver tablas 16 y 17-relación 9 y 10)

2. Conclusiones en relación al tiempo perdido al día por congestión vehicular

1. El tiempo de viaje promedio para una distancia de 6 km. para vehículos que circulan de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en Lima Metropolitana, en el escenario actual –sin aplicar medida de restricción vehicular- , según resultado del análisis de encuestas, es de 25 minutos para el caso de vehículos particulares y de 45 minutos para el caso de vehículos de transporte público. (Ver tabla 20)
2. Las velocidades de circulación promedio, en el escenario actual, durante los días comprendidos entre lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m., según resultado del análisis de encuestas, son de 14 km./hora para el caso de vehículos particulares y de 8 km./hora para el caso de vehículos de transporte público.
3. El tiempo de viaje promedio para una distancia de 6 km. para vehículos que circulan de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en Lima Metropolitana, en un escenario ideal –menos congestión vehicular- , según

resultado del análisis de encuestas, es de 15 minutos para el caso de vehículos particulares y de 30 minutos para el caso de vehículos de transporte público. (Ver tabla 20).

4. Las velocidades de circulación promedio, en un escenario ideal, durante los días comprendidos entre lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m., según resultado del análisis de encuestas, son de 24 km./hora para el caso de vehículos particulares y de 12 km./hora para el caso de vehículos de transporte público.
5. El tiempo de viaje promedio ponderado para una distancia de 6 km. para vehículos particulares y vehículos de transporte público que circulan de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en Lima Metropolitana, en el escenario actual –sin aplicar medida de restricción vehicular- , según resultado del análisis de encuestas, es de 40 minutos (Ver tabla 21).
6. La velocidad de circulación promedio ponderado para vehículos particulares y vehículos de transporte público, en el escenario actual, durante los días comprendidos entre lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m., según resultado del análisis de encuestas, es de 9 km./hora.
7. El tiempo de viaje promedio ponderado para una distancia de 6 km. para vehículos particulares y vehículos de transporte público que circulan de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en Lima Metropolitana, en un escenario ideal –menos congestión vehicular- , según resultado del análisis de encuestas, es de 26 minutos (Ver tabla 21).
8. La velocidad de circulación promedio ponderado para vehículos particulares y vehículos de transporte público, en un escenario ideal, durante los días comprendidos entre lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m., según resultado del análisis de encuestas, es de 14 km./hora.

9. El tiempo promedio ponderado perdido por viaje de 6 km. para vehículos particulares y vehículos de transporte público que circulan de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en Lima Metropolitana, antes de aplicar medida de restricción vehicular, según resultado del análisis de encuestas, es de 14 minutos por viaje y de 28 minutos al día (Ver tabla 24).
10. El tiempo promedio perdido por viaje de 6 km. para vehículos particulares y vehículos de transporte público que circulan de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. en Lima Metropolitana, después de aplicar medida de restricción vehicular, según resultado del estudio de tiempos y cálculos de simulación, es de 10 minutos por viaje y de 20 minutos al día (Ver tabla 25).

3. Conclusiones en relación al análisis de costos por congestión vehicular

1. El costo promedio anual por pérdida de horas laborales de la PET (Población en edad de trabajar) en Lima Metropolitana debido a la congestión vehicular según análisis de información del trimestre marzo – abril – mayo 2015, antes de aplicar medida de restricción vehicular, es de S/. 2,677 millones al año. (Ver Tabla 28, nota 2).
2. El costo promedio anual por pérdida de horas laborales de la PET (Población en edad de trabajar) en Lima Metropolitana debido a la congestión vehicular según análisis de información del trimestre marzo – abril – mayo 2015, después de aplicar medida de restricción vehicular, es de S/. 1,912 millones al año. (Ver Tabla 28, nota 3).
3. El costo promedio diario por pérdida de horas laborales de la PET (Población en edad de trabajar) en Lima Metropolitana debido a la congestión vehicular según análisis de información del trimestre marzo –

abril – mayo 2015, antes de aplicar medida de restricción vehicular, es de S/. 7'436,111 diarios. (Ver Tabla 28, nota 4).

4. El costo promedio diario por pérdida de horas laborales de la PET (Población en edad de trabajar) en Lima Metropolitana debido a la congestión vehicular según análisis de información del trimestre marzo – abril – mayo 2015, después de aplicar medida de restricción vehicular, es de S/. 5'311,111 diarios. (Ver Tabla 28, nota 5).
5. La aplicación de la medida de restricción vehicular representa una disminución del 28.6% en el costo promedio anual y en el costo promedio diario por pérdida de horas laborales, lo cual equivale a un ahorro de 765 millones de nuevos soles al año y S/. 2'125,000 diarios. (Ver Tabla 28, nota 6).

Disminución del costo promedio anual: $(S/.2,677 - S/.1,912) / S/.2,677 = 28.6\%$

Disminución del costo promedio diario: $(S/.7'436,111 - S/5'311,111.) / S/. 7'436,111 = 28.6\%$

6. La reducción de 3 minutos en el tiempo de duración promedio de un viaje en vehículo analizado en el horario de 7 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes en Lima Metropolitana, por aplicar la medida de restricción vehicular, representa un ahorro en costos por pérdida de horas laborales de S/. 2'988,276 diarios. (Ver Tabla 28, nota 7).
7. El costo promedio diario por horas laborales perdidas por persona en edad de trabajar (PET) en Lima Metropolitana, antes de aplicar la medida de restricción vehicular es de S/.3.81 (US\$ 1.16) al día, y de S/. 2.72 (US\$ 0.83) al día después de aplicar la restricción. Estos valores representan una disminución del 28.6% en costos. (Ver Tabla 28, notas 8 y 9).

$(3.81 - 2.72) / 3.81 = 28.6\%$ Tipo de cambio promedio agosto 2015: S/3.271 / US\$

8. El costo anual por mayor consumo de gasolina al tener el vehículo detenido con el motor prendido debido a la congestión vehicular en Lima

Metropolitana, antes de aplicar la medida de restricción vehicular es de S/. 585 millones al año. (Ver Tabla 28, nota 11).

9. El costo anual por mayor consumo de gasolina al tener el vehículo detenido con el motor prendido debido a la congestión vehicular en Lima Metropolitana, después de aplicar la medida de restricción vehicular es de S/. 415 millones al año. (Ver Tabla 28 , nota 12).

10. El ahorro en costos por consumo de gasolina al aplicar la medida de restricción vehicular de lunes a viernes es de S/. 170 millones de soles al año, lo cual representa una disminución del 29% en costos. (Ver Tabla 28, notas 11 y 12).

$$(585 - 415)/585 = 29\% \quad \text{es decir} \quad 585 - 0.29 (585) = 415$$

11. El costo anual acumulado causado por mayor tiempo de duración de los viajes y mayor consumo de combustible, antes de aplicar la medida de restricción vehicular en Lima Metropolitana, asciende a S/. 3,262 millones al año. (Ver tabla 31).

12. El costo anual acumulado causado por mayor tiempo de duración de los viajes y mayor consumo de combustible, después de aplicar la medida de restricción vehicular en Lima Metropolitana, asciende a S/. 2,327 millones al año. (Ver tabla 31).

13. El ahorro en el costo anual acumulado causado por mayor tiempo de duración de los viajes y mayor consumo de combustible, después de aplicar la medida de restricción vehicular en Lima Metropolitana, es de S/. 935 millones al año y representa una disminución del 29% en costos. (Ver tabla 31). $(3,262 - 2,327)/3,262 = 29\%$ es decir $3,262 - 0.29 (3,262) = 2,327$

Tabla 31

Resumen de costos⁽¹⁾ analizados por congestión vehicular en Lima Metropolitana
(en millones de nuevos soles al año)

Causa de los costos ⁽²⁾ por congestión vehicular	Costo antes de aplicar medida de restricción vehicular	%	Costo después de aplicar medida de restricción vehicular	Ahorro en costos	Observación.
1. Mayor tiempo de duración de los viajes	2,677	82 %	1,912	765	(3)
2. Mayor consumo de combustible	585	18%	415	170	(4)
Totales	3,262	100%	2,327	935	

- (1) Costos obtenidos en base a resultados de “encuestas” realizadas en el presente estudio de investigación acerca del tiempo perdido por congestión vehicular.
- (2) El costo total por congestión vehicular incluye además del costo por mayor tiempo de duración de los viajes y del costo por mayor consumo de combustible, el costo por contaminación ambiental, costos por accidentes de tráfico, costos por enfermedades en la población –como el estrés-, y costos por inseguridad entre otros.
- (3) Costo calculado en base a las horas laborales perdidas por la PET (población en edad de trabajar) debido a mayor tiempo de duración de los viajes por congestión vehicular (Ver tabla 28, notas 2, 3)
- (4) Costo calculado en base al consumo de combustible por tener el vehículo detenido con el motor prendido (Ver tabla 28, notas 11, 12).

4. Conclusiones en relación al análisis técnico

1. Antes de aplicar la medida de restricción vehicular, se pierden 7 días al año como consecuencia de un mayor tiempo promedio de duración por viaje causado por la congestión vehicular en Lima Metropolitana.
2. Después de aplicar la medida de restricción vehicular, se pierden 5 días al año como consecuencia de un mayor tiempo promedio de duración por viaje causado por la congestión vehicular en Lima Metropolitana.
Por lo tanto, el tiempo promedio perdido se reduce en 2 días al año lo que equivale a una reducción del 29% ($2 \text{ días} / 7 \text{ días} \times 100\% = 29\%$).

3. La cantidad de viajes diarios motorizados en Lima Metropolitana tiene un incremento del 25% entre octubre 2010 a agosto 2015.

$$(15.3 - 12.2) / 12.2 = 25.4\%$$

4. Para el año 2015 la cantidad promedio de viajes diarios por vehículo en Lima Metropolitana se estima en 10.

Según informe “El transporte urbano metropolitano de Lima y Callao en números a octubre 2010” elaborado por el MTC (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones), este valor se estimó en 11.8.

Por lo tanto, hay una reducción del 15% en la cantidad promedio de viajes diarios por vehículo en el periodo 2010 al 2015.

$$(10 - 11.8) / 11.8 = -15.2\%$$

5. Para el año 2015 la cantidad promedio de viajes diarios por habitante en Lima Metropolitana se estima en 1.6

Según informe “El transporte urbano metropolitano de Lima y Callao en números a octubre 2010” elaborado por el MTC (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones), este valor se estimó en 1.4.

Por lo tanto, hay un incremento del 14% en la cantidad promedio de viajes diarios por habitante en el periodo 2010 al 2015.

$$(1.6 - 1.4) / 1.4 = 14.2\%$$

6. La cantidad de vehículos en Lima Metropolitana por cada 1,000 habitantes tiene un incremento de 5.3%. Pasó de 150 (valor estimado en agosto 2014 según estudio realizado por el Ministerio del Ambiente y publicado en el diario “El Comercio”, 31 agosto 2014, página A4) – a 158 (valor estimado a agosto 2015 según análisis del presente estudio de investigación).

$$(158 - 150) / 150 = 5.3\%$$

7. El flujo vehicular promedio en Lima Metropolitana antes de la restricción vehicular es de 6,990 vehículos por hora para el caso de la circulación de todos los tipos –clases o categorías- de vehículos sin excepción y de 3,145 vehículos por hora para el caso de la circulación de sólo vehículos particulares.

8. El flujo vehicular promedio de vehículos particulares en Lima Metropolitana representa el 45% del total del flujo vehicular promedio de vehículos.

$$3,145 / 6,990 = 45\%$$

9. El flujo vehicular promedio en Lima Metropolitana después de aplicar la medida de restricción vehicular es de 6,361 vehículos por hora, lo que representa una disminución del 9%.

$$(6,990 - 6,361) / 6,990 = 9\%$$

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas en el presente estudio de investigación, se recomienda aplicar el racionamiento de la circulación de vehículos particulares por día de semana como alternativa de solución para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana.

Otras alternativas para solucionar o aliviar el problema de la congestión vehicular pueden ser:

1. Instalación de semáforos inteligentes.

Un semáforo inteligente se encuentra interconectado a la Central de Control y Gestión de Tránsito (CCGT), donde se programan los tiempos. Tiene una cámara de tráfico y sensor óptico que cuantifican el número de vehículos que transitan por una avenida, información que es enviada al controlador de tráfico de la intersección y éste –por fibra óptica– la traslada a la CCGT para que pueda realizar el Plan de Tránsito en la intersección, determinando la utilización de las olas verdes, para el pase de vehículos en la vía donde mayor tráfico exista.

Por falta de una sincronización de semáforos se pierden hasta 20 minutos por viaje.

2. Uso de la aplicación “Waze” para smartphones que usa el GPS –Sistema de posicionamiento global- instalado en el equipo para informar acerca de la mejor ruta a tomar que demore el menor tiempo. Con el uso de esta aplicación se puede conocer donde hay calles en mal estado, cierres por obras, accidentes de tránsito, presencia de policías, embotellamientos.

3. Uso de bicicletas y otros medios de transporte no motorizados como las patinetas.

El ciclismo urbano además de disminuir la congestión vehicular, disminuye la contaminación ambiental porque no se usa gasolina.

Para incentivar el uso de bicicletas , se debe implementar más ciclovías. Las municipalidades de San Borja, Surquillo y Santiago de Surco han iniciado un plan para implementar más ciclovías. Las ciclovías deben ser parte del sistema de transporte integrado y llegar hasta estaciones del Metropolitano y del Metro de Lima. Para celebrar el “Día Mundial sin automóvil” – 22 de setiembre-, la municipalidad de Lima ha iniciado desde el domingo 27 de setiembre una campaña llamada “Al damero de Pizarro sin carro”

4. Retiro de las combis y cambio por unidades de transporte con mayor capacidad como los buses.
5. Prohibición del tránsito de vehículos con más de 15 años de antigüedad para el caso de vehículos particulares y más de 30 años de antigüedad para el caso de vehículos de transporte público.
6. Restricción del tránsito de camiones en horas punta.
7. Realización de obras civiles –como arreglo de pistas- entre 10 p.m. a 6 a.m.
8. Cobro de tarifas por congestión ⁷³.

Esta alternativa tiene como objetivo disminuir el tráfico en las zonas céntricas de las ciudades. En Londres se aplica desde febrero 2003, se cobra una tarifa de 10 euros (US\$ 12) a los vehículos particulares que desean circular por el centro de la metrópoli. En seis meses de ejecución se registraron 60 mil vehículos menos que en el año anterior, según el Transport for London (TFL), el 60% de los vehículos que dejaron de circular optaron por usar el transporte público.

⁷³ “Tarifas por congestión, la otra alternativa” Diario El Comercio, pág. A14, 21 junio 2015

La fiscalización se realiza con cámaras ubicadas en las entradas del ámbito de cobro, las cuales identifican los números de placas. Esta alternativa se puede aplicar en el centro histórico de Lima –Damerio de Pizarro- y el parque Kennedy de Miraflores. Se necesita para su implementación una tecnología similar a la de las fotopapeletas que se usan en el Callao para fiscalizar los vehículos y luego cobrarles por la congestión. Lo recaudado se puede emplear para crear infraestructura vial alternativa, como ciclovías y vías peatonales.

9. Compartir el auto “carsharing”.

Es una alternativa que permite reducir el uso de vehículos particulares.

El sistema “carsharing” –auto compartido- es el uso de vehículos multiusuarios o compartidos en régimen de alquiler. Su uso se aplica en aquellas situaciones donde el transporte público o los otros modos no motorizados – a pie o bicicleta- no aportan toda la oferta de movilidad necesaria, evitando así recurrir al uso del vehículo privado. Está destinado a personas que tienen vehículo y disponen de asientos vacíos como a quienes no tienen vehículo y no les incomoda ir en el vehículo de otra persona.

El “carsharing” está orientado a potenciar la movilidad sostenible, reduciendo el consumo del combustible y la emisión de gases de efecto invernadero y favoreciendo el uso racional y eficiente del vehículo particular. Se estima que cada vehículo de carsharing viene a reemplazar entre 4 a 5 vehículos particulares en Bélgica y entre 7 a 10 en Bremen (Moses 2005). En Londres cada vehículo de casharing reemplaza alrededor de 6 vehículos privados.

El “carsharing” ha tenido una gran acogida en las ciudades donde se ha implantado. Algunos países que actualmente aplican este sistema son Bélgica-1988, Suiza-1997, Alemania-1998, Reino Unido-2000, EEUU-2001, Italia, España y Canadá entre otros.

FUENTES DE INFORMACION

1. BERNAL TORRES, César Augusto. Metodología de la Investigación para Administración, Economía, Humanidades y Ciencias Sociales. 2da. Edición. México: Editorial Pearson Educación México, 2006. 304 págs.
2. BULL, Alberto. Congestión de Tránsito: el problema y como enfrentarlo. 1ra. Edición. Santiago de Chile: Editorial Copyright Naciones Unidas, 2003. 194 págs.
3. CASO NEIRA, Alfredo. Técnicas de medición del Trabajo. 2da. Edición. Madrid, España: Editorial Fundación Confemetal, 2006. 215 págs.
4. CALDERÓN HERNANDEZ, Gregorio. Investigación en Administración en América Latina: Evolución y resultados. 1ra. Edición. Colombia: Fondo Editorial Universidad Eafit, 2004. 774 págs.
5. ESCAMILLA, Francisco- SALAZAR, Jesús. Programa de Restricción Vehicular “Hoy No Circula” y similares en el mundo, sus alcances y limitaciones. Gobierno del Estado de México-Secretaría del Medio Ambiente, Dpto. de Diagnóstico. Documento Técnico DDA/02/2012, Junio 2012
6. GOMEZ, Marcelo. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. 1ra. Edición. Córdoba. Argentina: Editorial Brujas, 2006. 160 pág.
7. SAMPIERE HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. 5ta. Edición año 2010. México. Editorial Mc Graw Hill

8. TORO JARAMILLO,Iván-PARRA RAMIREZ, Rubén. Método y conocimiento: Metodología de la Investigación. 1ra. Edición. Medellín. Colombia: Fondo Editorial Universidad Eafit, 2006. 387 págs.
9. VARGAS SABADIAS, Antonio. Estadística Descriptiva e Inferencial. 2da. Edición. España: Editorial Servicio de Publicación de la Universidad de Castilla- La Mancha. 1995. 576 págs.

Fuentes electrónicas

Análisis del flujo vehicular

<http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/analisis-de-flujo-vehicular-cal-y-mayor.pdf>

Medidores de flujo vehicular

http://www.agbcdi.com/spanish/daily_vehicle_circ.php
<http://www.copsa.cl/prensa.php?id=2822>

Cálculo automático del flujo de vehículos en una vía rápida (aplicando el proceso de la metodología de la investigación)

<http://www.wiphala.net/courses/research/ST235/2006-II/groups/proposal08.pdf>

Diseño de la Investigación

http://www.aniorte-nic.net/apunt_metod_investigac4_4.htm

Propuesta de solución al problema del transporte en la ciudad de Cochabama

<http://www.univalle.edu/publicaciones/journal/journal11/pagina04.htm>

El transporte urbano en lima propuestas para su mejoramiento. Arq. Enrique Cortés- revista digital apuntes de arquitectura

<http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2012/03/el-transporte-urbano-en-lima-propuestas.html>

Racionamiento de la gasolina en lima año 1974- uso de calcomanías

<http://www.arkivperu.com/ahorro-es-progreso-1974/>

Restricción de circulación de automóviles en Sao Paulo por días a la semana

http://es.wikipedia.org/wiki/Restricci%C3%B3n_vehicular_de_S%C3%A3o_Paulo

Restricción de circulación de automóviles en La Paz –Bolivia
http://www.lapaz.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=489&Itemid268&lang=es

Restricción de circulación de automóviles en Santiago- Chile
http://www.uoct.cl/uoct/mapas_info/restriccion_vehicular.htm#his

Contaminación sonora en Av.Javier Prado
<http://www.scielo.org.pe/pdf/id/v10n1/a03v10n1.pdf>

Problemas de la congestión vehicular
www.larepublica.pe/.../en-pistas-de-lima-transitan-mas-de-34-mil-buses-y-combis-por-eso-urge-reforma

www.todoautos.com.pe/.../1525-congestion-vehicular-en-lima-todo-lo-que-perdemos-y-contaminamos

Inferencia estadística- prueba de hipótesis estadística
<http://www.edutecne.utn.edu.ar/probabilidad/C11%20Prueba%20Hipotesis%202303.pdf>

Inferencia estadística y teoría de muestras
<http://www.terra.es/personal2/jpb00000/tinferencia.htm>

Estadística inferencial
http://es.wikipedia.org/wiki/Estad%C3%ADstica_inferencial

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Racionamiento de la circulación de vehículos como alternativa de solución para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
<p>¿La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana disminuiría la congestión vehicular en Lima Metropolitana?</p> <p>La congestión vehicular en Lima Metropolitana se está incrementando día a día y con ello se incrementan las pérdidas económicas – costos- como</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>Determinar si la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana disminuirá la congestión vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>1. Demostrar que la velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana se incrementará si se aplica la racionalización de vehículos por días de la</p>	<p><u>Hipótesis Central:</u></p> <p>La racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana en la ciudad de Lima Metropolitana, disminuirá la congestión vehicular.</p> <p><u>Hipótesis secundarias</u></p> <p>1. La velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana sería mayor a 13 Km/hora si se aplica la racionalización de la circulación</p>	<p><u>Independientes:</u></p> <p>1. Racionalización de la circulación de vehículos</p> <p><u>Dependientes:</u></p> <p>1. Congestión vehicular</p> <p>2. Contaminación ambiental .</p>	<p>1. Cantidad de vehículos que circulan en la ciudad de Lima Metropolitana sin aplicar y aplicando la medida de racionalización vehicular.</p> <p>2. Velocidad de circulación promedio de un vehículo en la ciudad de Lima Metropolitana.</p> <p>3. Tiempo promedio de transporte por una misma ruta de circulación sin aplicar la y</p>	<p>a) Tipo de investigación: de diseño experimental y tipo explicativas .</p> <p>b) Nivel de investigación: descriptivo, correlacional, explicativo.</p> <p>c) Método y Diseño: La medida de racionalización vehicular consiste en que los vehículos particulares – que son el mayor porcentaje del parque automotor- no circularán un día a la semana</p>	<p>Se aplican las siguientes técnicas:</p> <p>1. Observación directa de los hechos.</p> <p>2. Estudio de Tiempos</p> <p>3. Análisis matemático</p> <p>4. Análisis estadístico</p> <p>5. Análisis económico</p> <p>6. Análisis de información de estudios realizados, publicaciones relacionadas al tema en revistas, libros, boletines, periódicos, opiniones de expertos.</p>	<p>Uso de formatos diseñados para el registro de datos de la medición del flujo vehicular y la medición de los tiempos de circulación.</p> <p>Uso de cuadros y tablas diseñados para el registro de resultados finales.</p> <p>Uso de cronómetros de minuto decimal para la toma de información en campo.</p>

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
consecuencia de pérdidas de horas hombre, mayor consumo de combustible e incremento de la contaminación ambiental.	<p>semana.</p> <p>2.Determinar que el costo por tiempo perdido al día por persona en edad de trabajar en la ciudad de Lima Metropolitana se reducirá si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.</p> <p>3.Analizar que el costo por consumo de gasolina de los automóviles detenidos con el motor encendido en la ciudad de Lima Metropolitana se reducirá si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.</p> <p>4.Comprobar que los niveles</p>	<p>de vehículos por días de la semana.</p> <p>2.El costo por tiempo perdido al día por persona en edad de trabajar en la ciudad de Lima Metropolitana sería menor a S/4.08/día si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.</p> <p>3.El costo por consumo de gasolina de los automóviles detenidos con el motor encendido se reduciría en la ciudad de Lima Metropolitana a un nivel menor a S/ 42 millones al mes si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.</p> <p>4.Los niveles de</p>		<p>aplicando la medida de racionalización vehicular</p> <p>4.Tiempo promedio perdido por horas hombre por demora durante la congestión vehicular.</p> <p>5..Nivel de contaminación ambiental por emanación de gases de escape de los vehículos en circulación sin aplicar y aplicando la medida de racionalización vehicular</p> <p>6.Nivel de contaminación por ruido de las bocinas de vehículos sin aplicar y aplicando la medida de</p>	<p>según el último dígito del número de su placa de matrícula.</p> <p>Para probar la hipótesis central se obtendrán valores de indicadores antes y después de aplicar la medida de restricción vehicular.</p> <p>d)Población: Todo el flujo de vehículos que circulan por la ciudad de Lima Metropolitana</p> <p>e)Muestra: Ruta de circulación que abarca desde la Av Angamos Este cdra.#1 del distrito de Surquillo hasta la Av.Primavera cuadra # 10 del distrito de Santiago de Surco.</p>		

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS
	de contaminación ambiental se reducirán si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.	contaminación ambiental por la emanación de los gases de escape de los vehículos y el estridente ruido de las bocinas se reducirían en la ciudad de Lima Metropolitana si se aplica la racionalización de la circulación de vehículos por días de la semana.		racionalización vehicular.			

Figura 2

DISTRIBUCIÓN DE COLORES Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS PLACAS DE RODAJE SEGÚN CATEGORÍA Y USO DE VEHÍCULO

	Fondo	Franja superior	Letras	
1.1. Placas para vehículos menores (Categoría L)				
a) Categorías L1, L2, L3 y L4	Celeste	No Beva	Negro	
b) Categoría LS	Celeste	Amarillo	Negro	
1.2 Placas para vehículos livianos y pesados (Categorías M1, N y O)				
Categoría M (Transporte de Personas)				
a) Vehículos Particulares (Categoría M)	Blanco	No Beva	Negro	
b) Taxis y Colectivos (Categoría M1)	Blanco	Amarillo	Negro	
c) Vehículos de las Categorías M2 y M3 para el servicio de transporte urbano e interurbano de personas	Blanco	Verde	Negro	
d) Vehículos de las Categorías M2 y M3 para el servicio de transporte interprovincial de personas	Blanco	Anaranjado	Negro	
Categoría N (Transporte de Mercancías)				
e) Vehículos motorizados para el transporte de mercancías (Categoría N)	Amarillo	No Beva	Negro	

	Fondo	Franja superior	Letras	
f) Vehículos no motorizados para el transporte de mercancías (Categoría O)	Amarillo	Blanco	Negro	
2. Placas Especiales¹				
2.1. Placa Policial	Verde	No lleva	Negro	
2.2. Placa de Emergencia	Rojo	No lleva	Blanco	
2.3. Placa de Gracia	Blanco	No lleva	Rojo	
2.4. Placa de Exhibición	Anaranjado	No lleva	Negro	
2.7. Placa Gubernamental	Blanco	No lleva	Negro	

Fuente: http://placas.pe/web/pdfs/DS-017-2008-MTC-anexo_I.pdf

Figura 3

MAPA DE LAS ZONAS GEOGRAFICAS DE LIMA METROPOLITANA Y RELACIÓN DE SUS 43 DISTRITOS

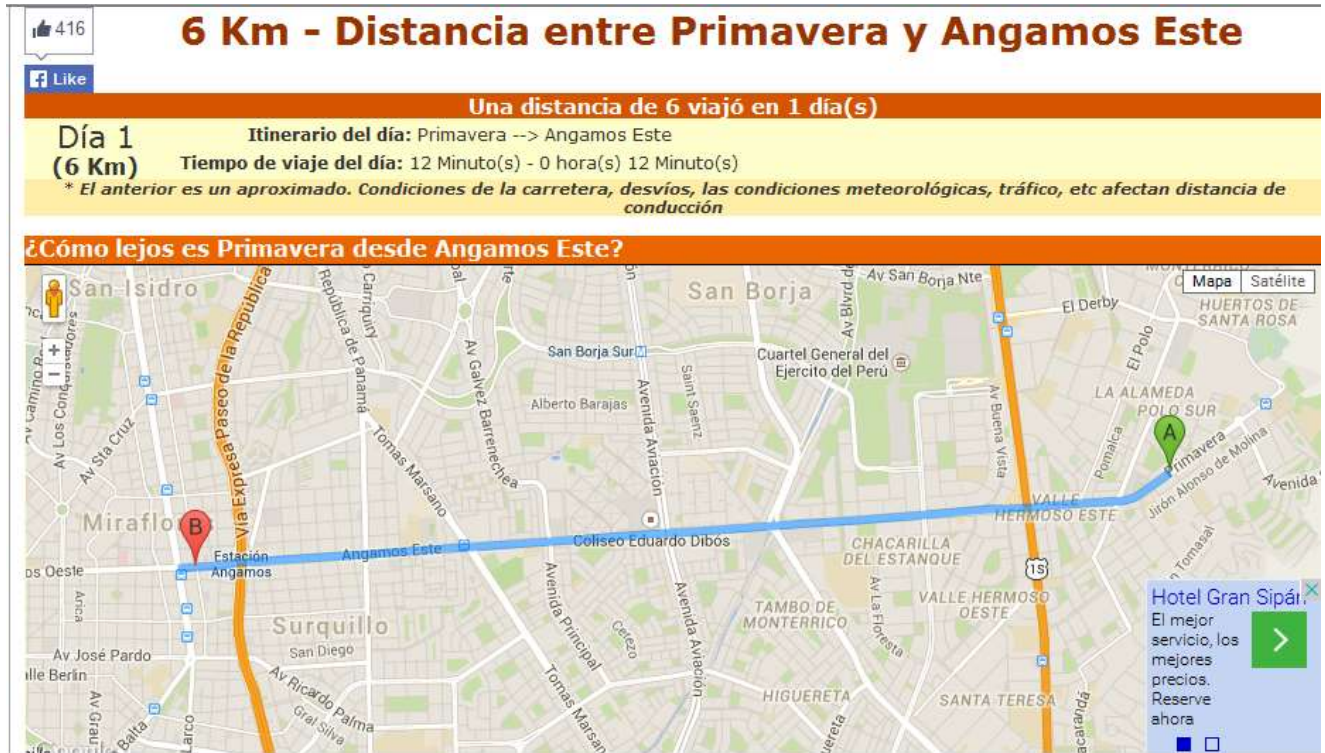


LIMA NORTE	LIMA CENTRO	LIMA ESTE	LIMA SUR Y BALNEARIOS
Ancón Santa Rosa Carabaylla Puente Piedra Comas Independencia Los Olivos San Martín de Porres	Lima Cercado Breña Rimac La Victoria San Luis San Borja San Isidro Lince Jesús María Pueblo Libre San Miguel Magdalena del Mar Miraflores Surquillo Santiago de Surco Barranco	La Molina Ate El Agustino San Juan de Lurigancho Santa Anita Chaclacayo Cieneguilla Lurigancho-Chosica	Chorrillos San Juan de Miraflores Villa El Salvador Villa María del Triunfo Pachacámac Lurín Punta Hermosa Punta Negra San Bartolo Santa María del Mar Pucusana

Fuente: <http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2014/03/EncuestaLimaComoVamos2013.pdf>

Figura 4

MAPA DE LA RUTA VIAL SELECCIONADA COMO MUESTRA



Fuente: <http://www.distanciasentre.com/distancia-entre-plaza-san-miguel-lima-y-aeropuerto-internacional-jorge-chavez/DistanciaHistoria/254766.aspx?IsHistory=1&GMapHistoryID=254766>

Figura 5

FORMATO PARA TOMA DE TIEMPOS

(*) distancia = 6 Kms.

Fecha	Día de la semana	Hora de Inicio	Hora de Término	Tiempo de duración (minutos)	Velocidad (Km / hora) (*)

Figura 6

FORMATO PARA REPORTAR EL FLUJO VEHICULAR POR DIA DE LA SEMANA
 SEGÚN CATEGORIA Y USO DE VEHICULO
 (unidades de vehículos por hora)

	Categoría	Descripción del uso	Lunes		Martes			Domingo	
			vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%	vehíc./hr.	%
1	M1	Vehículo Particular para el transporte de personas								
2	M1	Taxis y Colectivos								
3	M2 Y M3	Vehículo para el transporte urbano e interurbano de personas (ómnibus, minibuses, microbuses)								
4	M2 Y M3	Vehículo para el transporte interprovincial de personas								
5	N	Vehículo para el transporte de mercaderías (camiones)								
6	O	Vehículos no motorizado para el transporte de mercaderías (remolques semiremolques)								
7	Especiales	Vehículos policiales								
8	Especiales	Vehículos de emergencia (ambulancias, bomberos)								
9	Especiales	Vehículos de exhibición								
10	Especiales	Vehículos gubernamentales								

Nota: Las categorías son establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Cada una de las categorías tiene una placa de identificación vehicular con diferente diseño

Figura 7

FORMATO PARA REPORTAR CANTIDAD DE VEHICULOS PARTICULARES
SEGÚN ULTIMO DIGITO DE PLACA DE IDENTIFICACION VEHICULAR

Ultimo dígito	Cantidad de vehículos	%
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
Total		

Figura 8

DISEÑO DE CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS			
Indicadores para Lima Metropolitana	Unidad de medida	Antes de aplicar la restricción vehicular	Después de aplicar la restricción vehicular
1. Velocidad de circulación promedio de un vehículo	kilometros/hora		
2. Tiempo de duración promedio en vehículo por viaje de 6 km.	Minutos		
3. Tiempo promedio perdido al día por congestión vehicular	Minutos		
4. Costo promedio diario por congestión vehicular	S/ / día		
5. Flujo vehicular promedio	# Vehículos/hora		

Figura 9

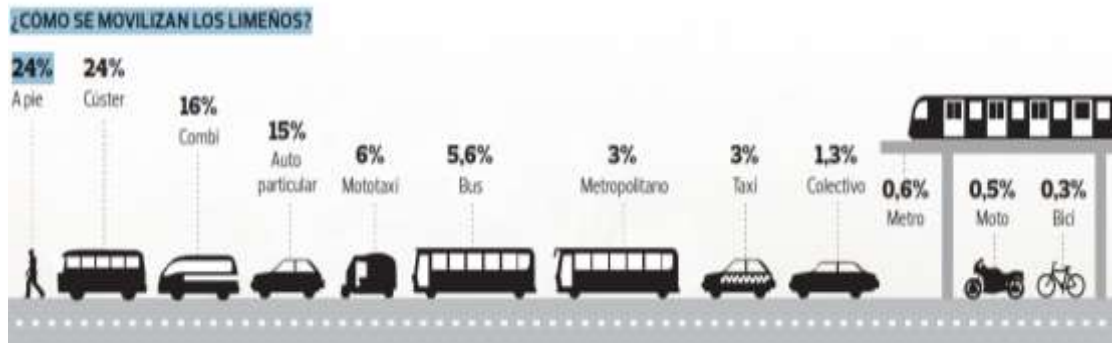
“EL RETO DE LIMA : MENOS AUTOS PARTICULARES”



Fuente: Diario “El Comercio”, sábado 16 agosto 2014

Figura 10

“¿CÓMO SE MOVILIZAN LOS LIMEÑOS?”



Fuente: “Los retos de un transporte que está en la cola de Sudamérica”, Diario “El Comercio”, domingo 10 agosto 2014

Tabla 3

Los cinco peores puntos críticos de congestión vehicular en Lima Metropolitana y flujo por hora según tipo de vehículo

PUNTOS CRITICOS DE CONGESTION VEHICULAR Y FLUJO POR HORA SEGÚN TIPO DE VEHICULO										
	1. Panamericana Norte		2. Via de Evitamiento		3. Panamericana Sur		4. Carretera Central		5. Plaza Bolognesi	
	Entre el ovalo de Naranjal y la Munic. de San Martín de Porres		Intersección con la Av.Las Palmeras		Entre puentes Benavides y Alipio Ponce		Entre el óvalo Santa Anita y el km.6.6		Confluencia de 6 avenidas	
TIPO DE VEHICULO	Vehículos por hora	%	Vehículos por hora	%	Vehículos por hora	%	Vehículos por hora	%	Vehículos por hora	%
Taxis	1,600	24%	1,080	23%	3,620	39%	1,600	22%	5,600	31%
Vehículos Particulares	3,400	51%	2,100	45%	4,580	49%	2,500	34%	7,600	42%
Vehículos de carga	780	12%	720	15%	29	0%	1,090	15%	0	0%
Buses interprovinciales	45	1%	36	1%	60	1%	20	0%	80	0%
Buses urbanos	540	8%	480	10%	680	7%	1,900	26%	4,710	26%
Otros ⁽¹⁾	280	4%	240	5%	300	3%	280	4%	110	1%
Totales	6,645	100%	4,656	100%	9,269	100%	7,390	100%	18,100	100%

Fuente: Cuadro elaborado en base a información obtenida de la Secretaria Técnica de la División de prevención e investigación de accidentes de la PNP y publicada en la revista Caretas, 26 diciembre 2013, artículo "Tendencias 2014, tráfico urgente golpe de timón" págs. 49 a 51, autor Alfonso Florez Mazzini, gerente de la fundación Transitemos

A estos 5 puntos críticos de congestión vehicular le siguen:

6. Javier Prado : pase por el óvalo Monitor.

7. Via Expresa: desde la Av.28 de Julio hasta la salida e ingreso a la Av. Angamos

⁽¹⁾ Otros: vehículos policiales , vehículos de emergencia o ambulancias, bomberos, seguridad ciudadana, vehículos gubernamentales, cuerpo diplomático.

FORMATO PARA TOMA DE DATOS DE FLUJO VEHICULAR
(Unidades de vehículos por hora)

Intersecciones o cruces comprendidos en el tramo vial –muestra representativa- que abarca desde la Av. Primavera cdra. 10 hasta Av. Angamos Este cdra..1	Día 1					Día ...				Día n					⁽²⁾ Flujo promedio vehículos por hora
	7:00 – 7:15 a.m.	7:15 – 7:30 a.m.	7:30 – 7:45 a.m.	7:45 – 8:00 a.m.	⁽¹⁾ Total vehículos por hora						5:30 – 5:45 p.m.	5:45- 6:00 p.m.	6:00 – 6:15 p.m.	6:15- 6:30 p.m.	
1 . Av. Primavera con Av.Velazco Astete															
2 . Av. Primavera con Av. San Luis															
3 . Av. Angamos Este con Av. Caminos del Inca															
4 . Av. Angamos Este con Av. Aviación															
5 . Av.Angamos Este con Av. Principal															
6 .Av.Angamos Este con Av. Tomás Marsano															
7 .Av.Angamos Este con Av. República de Panamá															
8 .Av.Angamos Este con Av.Paseo de la República															
9 . Av. Angamos Este con Av. Petit Thoours															
10 . Av. Angamos Este con Av.Arequipa															
⁽³⁾ Flujo promedio total de vehículos por hora															

El flujo vehicular – cantidad de vehículos por hora- varía según la intersección -cruce vial- y horario en que pasan dichos vehículos por un lugar determinado.

⁽¹⁾ “Total de vehículos por hora” es la suma de la toma de datos de los 4 intervalos de tiempo de 15 minutos cada uno.

⁽²⁾ “Flujo promedio de vehículos por hora” es el promedio del “Total de vehículos por hora” de los días 1 al n. Se calcula para cada intersección.

⁽³⁾ “Flujo promedio total de vehículos por hora” es el promedio del “Flujo promedio de vehículos” calculado para cada intersección.

