

# Analysis of the Service Level in Pedro J. Menéndez Gilbert Avenue as a new bridge over the Daule river is operative

Cabrera Montes Fausto, MS.c<sup>1</sup>, Cortez Vélez Marcos, Ing<sup>1</sup>, Flor Chávez Gino, MS.c<sup>1</sup>

Marca Zúñiga Mauricio, Ing<sup>1</sup>, Stay Coello David, MS.c<sup>1</sup>, A.H Yanez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador, {fausto.cabreram, marcos.cortezv, gino.florch, andree.marcaz, david.stayc}@ug.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil, Carrera de Ingeniería en Networking, Ecuador, alcibar.yaneze@ug.edu.ec

*Abstract -- In this research work is carried out the analysis of the service levels of the Avenue Pedro J. Menéndez Gilbert in the city of Guayaquil, Guayas province, Republic of Ecuador, before and after putting into operation the new bridge over the river Daule that It joins cantons Guayaquil with Samborondón, to assess the influence that will have the same on the levels of service of this avenue.*

*Based on traffic engineering concepts, the methodology for conducting operational analysis on urban roads described in the HCM 2016, Highway capacity Manual Edition 2016 is applied. It includes the analysis of the peak hour factor and the average travel speed, parameters required to obtain the level of service.*

*Motor vehicles are the most common means of mobilization of people, cargo and/or goods to urban centers, the growth of the automotive park in the city of Guayaquil has provoked delays in peak hours and increase in travel times which increases The conflict in vehicular traffic.*

*Based on the observation of the problem are analyzed and compared factors that affect the vehicular mobility of the avenue under study analyzing the two directions of circulation, in the slots of maximum demand, before and after being in operation the bridge.*

*Keywords – Service level, operational analysis, peak time.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.376>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Análisis del Nivel de Servicio en la Avenida Pedro J. Menéndez Gilbert al estar operativo un nuevo puente sobre el río Daule

Cabrera Montes Fausto, MS.c<sup>1</sup>, Cortez Vélez Marcos, Ing<sup>1</sup>, Flor Chávez Gino, MS.c<sup>1</sup>

Marca Zúñiga Mauricio, Ing<sup>1</sup>, Stay Coello David, MS.c<sup>1</sup>, A.H Yanez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guayaquil, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador, {fausto.cabreram, marcos.cortezv, gino.florch, andree.marcaz, david.stayc}@ug.edu.ec

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil, Carrera de Ingeniería en Networking, Ecuador, alcibar.yaneze@ug.edu.ec

**Resumen**– En el presente trabajo de investigación se realiza el análisis de los niveles de servicio de la Avenida Pedro J. Menéndez Gilbert en la ciudad de Guayaquil, provincia Guayas, República del Ecuador, antes y después de poner en operación el nuevo puente sobre el río Daule que une a cantones Guayaquil con Samborondón, para valorar la influencia que tendrá el mismo sobre los niveles de servicio de dicha avenida.

En base a conceptos de Ingeniería de Tránsito, se aplica la metodología para realizar análisis operacional en vías urbanas descrita en el HCM 2016, Highway Capacity Manual edición 2016. Se incluye el análisis del factor de hora pico y la velocidad promedio de viaje, parámetros requeridos para obtener el Nivel de Servicio.

Los vehículos automotores son el medio de movilización más común de personas, cargas y/o bienes hacia los centros urbanos, el crecimiento del parque automotor en la ciudad de Guayaquil ha provocado demoras en las horas pico y aumento en los tiempos de viaje lo que acrecienta el conflicto en el tráfico vehicular.

En base a la observación del problema se analizan y comparan los factores que inciden en la movilidad vehicular de la avenida en estudio analizando los dos sentidos de circulación, en las franjas horarias de máxima demanda, antes y después de estar en operación el puente.

**Palabras Claves**—nivel de servicio, análisis operacional, hora pico.

**Abstract**– In this research work is carried out the analysis of the service levels of the Avenue Pedro J. Menéndez Gilbert in the city of Guayaquil, Guayas province, Republic of Ecuador, before and after putting into operation the new bridge over the river Daule that It joins cantons Guayaquil with Samborondón, to assess the influence that will have the same on the levels of service of this avenue.

Based on traffic engineering concepts, the methodology for conducting operational analysis on urban roads described in the HCM 2016, Highway capacity Manual Edition 2016 is applied. It includes the analysis of the peak hour factor and the average travel speed, parameters required to obtain the level of service.

Motor vehicles are the most common means of mobilization of people, cargo and/or goods to urban centers, the growth of the automotive park in the city of Guayaquil has provoked delays in peak hours and increase in travel times which increases The conflict in vehicular traffic.

Based on the observation of the problem are analyzed and compared factors that affect the vehicular mobility of the avenue under study analyzing the two directions of circulation, in the slots of maximum demand, before and after being in operation the bridge.

**Keywords**— Service level, operational analysis, peak time.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.376>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

## I. INTRODUCCIÓN

Es común notar el congestionamiento de la vía Avenida Pedro J. Menéndez Gilbert que enlaza la vía Av. Benjamín Rosales con el Puente Rafael Mendoza hacia la Av. Quito la cual llega hasta el sector del Puerto Marítimo de Guayaquil. Diariamente, en el tramo desde Planta Progreso Interagua hasta la Base Naval Norte se percibe tránsito vehicular a baja velocidad debido a que dicha arteria une al cantón Samborondón y a la zona norte de Guayaquil con el centro y sur de esta segunda ciudad. Esta arteria vial es de vital importancia para la circulación vehicular ya que cuenta con el servicio de transporte masivo *METROVÍA* la cual posee estaciones de parada y un carril de uso compartido en ambos sentidos de flujo.

Los vehículos provenientes de cantones vecinos, en su mayoría de Daule, Durán y Samborondón, deben circular por el Puente de la Unidad Nacional (anterior Puente Rafael Mendoza Avilés), lo cual genera congestionamiento en el puente y las vías adyacentes. Los cabildos samborondeño y guayaquileño se unieron para construir un nuevo puente, el cual cuenta con dos sentidos de circulación, cada sentido con dos carriles de circulación, un carril de servicio para vehículos averiados, una ciclovía y un carril peatonal. Del lado de Samborondón, la estructura se conecta con la avenida principal a través de un viaducto y vías de acceso. Del lado de Guayaquil, el puente se enlaza con la Av. Narcisa de Jesús y con el sector de Sauces 4 próximo a la Av. José María Egas, esta avenida también está alimentada por los flujos vehiculares provenientes de la Av. Benjamín Rosales con sentido norte y sur, en su otro sentido está alimentada por los flujos proveniente de la Av. Quito y Av. Juan Javier Aguirre.

En la siguiente investigación se realiza el análisis de los niveles de servicio de la Avenida P. Menéndez Gilbert en ambos sentidos de circulación, en el tramo que va desde Planta Progreso Interagua hasta Base Naval Norte, con esto se pretende valorar la influencia de poner en operación el nuevo Puente Guayaquil – Samborondón que fue construido para mejorar la movilidad vehicular hacia norte y sur de la ciudad.

## II. ALCANCE

Para el análisis de los niveles de servicio se hace necesario la evaluación de 2 etapas consecuentemente: La primera etapa antes de poner en operación y la segunda dos meses después de poner en operación el tránsito del puente, según lo permitido por los entes locales competentes. En el desarrollo del estudio se plantearon las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la influencia del Nuevo Puente Guayaquil - Samborondón en los niveles de servicio de la Avenida Pedro Menéndez?

¿Cuál es el rango horario de congestión, si acaso lo hubiese, en la Avenida Pedro Menéndez según el aforo actual, proyectado a 5 años y 10 años después de la puesta en operación del nuevo puente, propio al tramo en análisis?

¿Cuál es la valoración del Nivel de Servicio, para la hora de mayor afluencia vehicular (Hora Pico) en la Avenida P. Menéndez Gilbert, antes y después de poner en operación el nuevo puente?

## III. METODOLOGÍA

La investigación se realizó en tres fases como se observa en la Tabla 1.

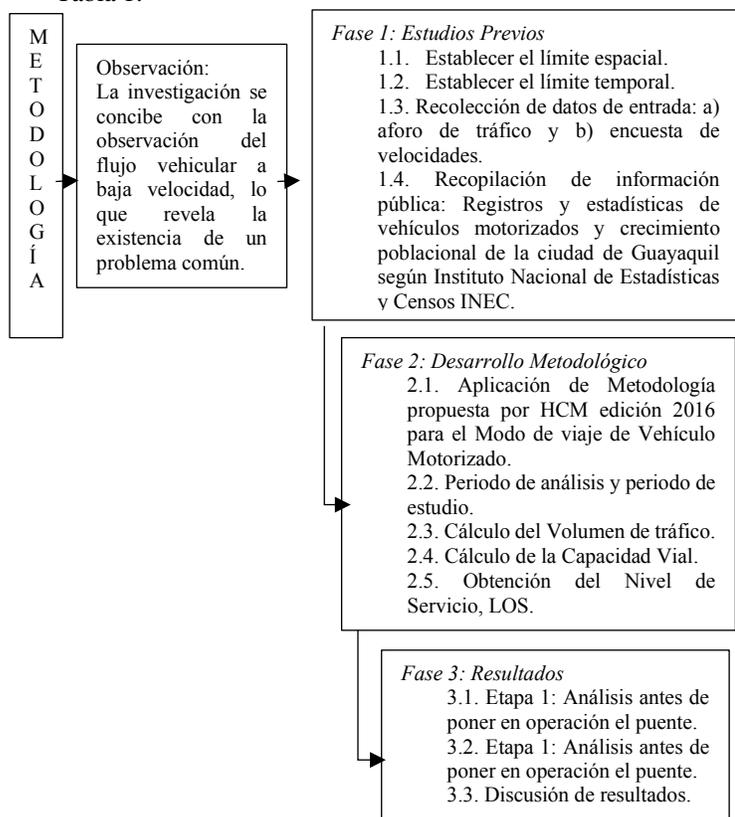


Tabla 1. Fases de desarrollo de la investigación.  
Fuente: Propia de los autores - 2018. [6]

## Fase 1: Estudios Previos

Siendo procedente establecer los límites espacial y temporal de los que va a depender el desarrollo de la investigación, siendo estas particularidades del objeto en estudio.

### 1.1. Límite espacial-

El tramo en estudio de la Av. P. Menéndez Gilbert cuenta con una longitud de 1.10 kilómetros equivalente a 0.68 millas, considerado un tramo libre de accesos ya que en el sentido Sur-Norte no existen intersecciones semaforizadas y en el sentido Norte-Sur la intersección se encuentra a 0.25 kilómetros que equivale a 0.15 millas.

### 1.2. Límite temporal-

Las mediciones y toma de datos de entrada se realizan en los periodos: para antes de la puesta en operación del puente, el periodo comprendido desde el viernes 20 de abril hasta lunes 01 de mayo y para después de la puesta en operación desde el viernes 29 de junio hasta el lunes 09 de julio de 2018.

La metodología para la recolección de los datos de entrada va guiada de la siguiente forma:

### 1.3. a Aforo de Tráfico-

En ingeniería de tránsito, la más básica e importante medición es el aforo de tráfico, ya sea de vehículos motorizados, ciclistas o peatones, dependiendo del modo de viaje en análisis.

Los usuarios prominentes de la vía en estudio son los vehículos motorizados, las clases que más frecuentan la avenida son: motos, livianos, buses y camiones de tres ejes, los cuales van a aforados como vehículos mixtos. Para el estudio se obtuvo los registros de aforo de vehículos que transitan los días viernes, sábado, domingo, lunes, considerando solo días que no sean feriados.

El aforo vehicular mixto debe ser transformado a vehículos equivalentes. Nace el concepto de vehículo equivalente, de la transformación que resulta, con la multiplicación entre la cantidad aforada de cada clase de vehículo por un factor de vehículo equivalente. El factor de vehículo equivalente se obtiene a partir de la relación entre la dimensión de longitud de cada vehículo respecto a la dimensión de longitud de un vehículo tipo, tomando como vehículo tipo a la clase liviano. Si la relación es mayor que 1.00, a la longitud se le adiciona la separación mínima que debe existir entre vehículos para poder transitar la cual es de 2.50m. Los vehículos de mayor dimensión de longitud que el vehículo tipo, ocupan mayor línea en el tráfico de un carril, por lo tanto, equivalen a más vehículos tipo. Esto se calcula de acuerdo a la ecuación 1.

$$VE = (TV) * (FE) \quad (1)$$

Donde,

TV = Tipo de vehículos, en cantidad (Veh).

FE = Factor de vehículo equivalente (adimensional).  
 VE = Cantidad de vehículos equivalentes, multiplicación TV por FE.

### 1.3. b Encuesta de Velocidades-

La velocidad es la relación existente entre la distancia recorrida y el tiempo que tarda en recorrerla. Se realiza una encuesta de velocidades, la cual consiste en la medición de los tiempos que tardan en pasar una muestra de 18-20 vehículos por el tramo en estudio durante los periodos de máxima afluencia (pico), mínima afluencia (valle) y en dos periodos medios. El modelo matemático para determinar la velocidad, se representa en la ecuación (2):

$$v = d/t \quad (2)$$

Donde,

v = velocidad en (mi/h).

d = distancia en mi (mi).

t = tiempo en horas (h).

Como datos de entrada para la obtención de los Niveles de Servicio y como resultado de la encuesta de velocidades, ganan su importancia las siguientes:

#### Velocidad Base de Flujo Libre, Base Free-Flow Speed, BFFS

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en el tramo de vía en estudio, establecida por la Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil ATMG.

#### Velocidad de Viaje, ST, (Va)

Es la velocidad a la que los vehículos transitan al pasar por el tramo, el conductor ya experimenta la reducción de la velocidad debido a las limitaciones por las condiciones prevalecientes en la vía, esta velocidad se da en todos los periodos de demanda vehicular excepto en los valles. La velocidad de viaje se calcula empleando la ecuación (3):

$$ST_F = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{ST_{seg,i}}} \quad (3)$$

Donde,

ST,F = Es la velocidad de viaje de la instalación (mi/h).

Li = Longitud del segmento i (ft).

M = Número de segmentos de la instalación urbana (adimensional).

STseg,i = Velocidad de viaje del segmento i (mi/h).

### Fase 2: Desarrollo Metodológico

Caracterizando el objeto en estudio se establecen el periodo de estudio y periodo de análisis de la investigación.

#### 2.1. Vehículos motorizados-

La metodología de Modo Vehículo Motorizado se aplica para evaluar la calidad del servicio de la vía hacia los vehículos motorizados, siguiendo lo que se explica en la Fig. 4.

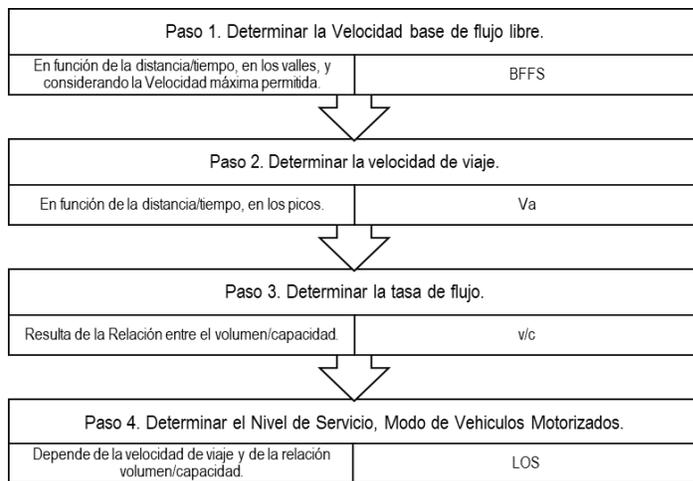


Fig. 4. Esquema de Metodología para determinar el Nivel de Servicio (LOS).  
 Fuente: Propia de los autores - 2018. [6]

#### 2.2. Periodo de estudio y periodo de análisis-

El HCM lo propone 3 enfoques de los cuales para este estudio se lo hará con el Enfoque A, el cual considera el período de estudio de 1 hora y evalúa un período de análisis de 15 minutos pico de tráfico por lo que T=0.25h, la tasa de flujo máximo horaria en términos de vehículos por hora, se calcula con el aforo de tráfico de los 15 minutos pico dividido para 0.25.

#### 2.3. Cálculo de volúmenes de tráfico-

Los volúmenes de tráfico se calcularán según los modelos de ingeniería de tráfico, como sigue:

#### Tráfico Promedio Diario Anual, TPDA.

Es el volumen o número total de vehículos que pasan por una sección transversal de vía en un día representativo al año. Tomado durante un periodo igual o menor a un año y mayor que un día. [5]

Con el fin de tomar el volumen máximo de vehículos en 1 hora y el volumen horario de las 24 horas del día, se realizó el conteo vehicular del tráfico, por medio de un aforo manual, aplicando la ecuación (4) para obtener el TPDA.

$$TPDA = TPDS \pm A \quad (4)$$

Donde,

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual.

TPDS = Tráfico Promedio Diario Semanal.

A = Máxima Diferencia entre el TPDA y el TPDS.

#### Trafico Promedio Diario Semanal, TPDS.

El método para determinar el TPDA, toma en consideración el tráfico de días normales y el tráfico del fin de semana, es por esto que se hace presente el concepto de TPDS, que es la sumatoria de los aforos de tráfico durante una semana de conteo dividido entre la cantidad de días de la semana, si no se ha

realizado el aforo para los 7 días, entonces se hace práctica la aplicación de la ecuación (5).

$$TPDS = \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m} + \frac{5}{7} \sum \frac{Dn}{m} \quad (5)$$

Donde,

TPDS = Tráfico Promedio Diario Semanal.

De = Cantidad de vehículos en los días especiales de fin de semana.

Dn = Cantidad de vehículos en los días normales.

m = Número de días de conteo.

#### Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado, TPDApy.

Es la proyección del volumen de tráfico, se realiza con el objetivo de llevar los volúmenes actuales a volúmenes futuros, para las estimaciones del tráfico futuro se parte de los datos del aforo de tráfico existente actualmente y del incremento de tráfico esperado al final del periodo de proyección.

#### Factor k.

Se obtiene con la relación entre el volumen horario actual en función del Tráfico Promedio Diario Anual TPDA [4], el cual varía en un rango de 0.06 a 0.16.

#### 2.4. Capacidad vial-

Es una característica de la vía y representará su oferta de espacio físico hacia los vehículos automotores.

El modelo matemático para estimar la Capacidad se puede obtener empleando la ecuación (6):

$$C_{th} = 1800 (N_{th} - 1 + P_{0,j}^*) \quad (6)$$

Donde,

$C_{th}$  = capacidad de movimiento de vehículos a través de la instalación (VEph).

$N_{th}$  = número de carriles o líneas de flujo vehicular.

$P_{0,j}^*$  = Probabilidad de cola en el carril de paso vehicular.

La probabilidad de que no haya cola en el carril, es igual a 1.00.

#### 2.5. Criterios para obtener el Nivel de Servicio, Level Of Service (LOS)-.

Las condiciones en el flujo de tráfico están influenciadas por la capacidad y el nivel de servicio considerando el vehículo tipo y las líneas de distribución de carriles. [1]

El nivel de servicio de una vialidad urbana depende principalmente de la velocidad flujo libre con que viaje los conductores y de la relación volumen entre capacidad (v/c). La capacidad vial presenta una clasificación de A hasta F, siendo el nivel de servicio A donde los vehículos desarrollan mayor

velocidad, mientras que en el nivel de servicio F se desplazan con bastantes interrupciones, Tabla 1.

LOS A	$Va > 80\%BFFS$ $v\dot{c} < 1.00$	
LOS B	$67\%BFFS < Va < 80\%BFFS$ $v\dot{c} < 1.00$	
LOS C	$50\%BFFS < Va < 67\%BFFS$ $v\dot{c} < 1.00$	
LOS D	$40\%BFFS < Va < 50\%BFFS$ $v\dot{c} < 1.00$	
LOS E	$30\%BFFS < Va < 40\%BFFS$ $v\dot{c} < 1.00$	
LOS F	$Va < 30\% BFFS$ $v\dot{c} > 1.00$	

Tabla 1. Niveles de Servicio para calles urbanas.

Fuente: Propia de los autores - 2018.

### Fase 3: Resultados

#### 3.1. Etapa 1: Análisis antes de poner en operación el puente-. Sentido de circulación Norte - Sur

##### o Aforo de tráfico

En la Tabla 3 se muestran los resultados para la calzada con sentido Norte-Sur, se contabilizaron vehículos livianos, pesados y articulados durante cuatro días consecutivos (viernes, sábado, domingo y lunes), con esto se obtuvo el tráfico promedio diario semanal mixto TPDS al cual se lo afectó con los factores de confiabilidad para obtener el tráfico promedio

diario anual mixto TPDA. Con el TPDA mixto multiplicado por los factores de equivalencia FE se obtiene el tráfico equivalente TPDA en términos de vehículos equivalentes por día VEpd.

CALZADA SENTIDO: Norte - Sur			
Día Aforo / TIPO VEH.	LIVIANOS	PESADOS	ARTICULADOS
<b>Viernes 20-ABR-2018</b>	101223	2066	617
<b>Sabado 21-ABR-2018</b>	93546	1288	594
<b>Domingo 22-ABR-2018</b>	64953	1145	562
<b>Lunes 23-ABR-2018</b>	89322	1728	639
TPDS	90695	1703	614
S	16161	453	35
Z = K	1.645	1.645	1.645
E = $\sigma$	8047	226	18
A	13237	371	29
<b>TPDA</b>	<b>103932</b>	<b>2074</b>	<b>643</b>
<b>FE</b>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.50</b>
<b>TPDA (VEpd)</b>	<b>109688</b>		

Tabla 3. Resultados de aforo de tráfico sentido N-S

Fuente: Propia de los autores - 2018.

En la Tabla 4 se presentan los resultados para la calzada con sentido Sur-Norte, se contabilizaron vehículos livianos, pesados y articulados los días viernes, sábado, domingo y lunes, obteniéndose un tráfico promedio diario semanal mixto TPDS y tráfico promedio diario anual mixto TPDA al cual se lo afectó por los factores FE con lo que se obtiene el TPDA en vehículos equivalentes por día VEpd.

CALZADA SENTIDO: Sur - Norte			
Día Aforo / TIPO VEH.	LIVIANOS	PESADOS	ARTICULADOS
<b>Viernes 20-ABR-2018</b>	110874	1772	560
<b>Sabado 21-ABR-2018</b>	93546	1288	594
<b>Domingo 22-ABR-2018</b>	63400	1127	587
<b>Lunes 23-ABR-2018</b>	116489	1702	561
TPDS	103622	1586	569
S	25413	340	19
Z = K	1.645	1.645	1.645
E = $\sigma$	12654	169	10
A	20816	279	16
<b>TPDA</b>	<b>124438</b>	<b>1865</b>	<b>585</b>
<b>FE</b>	<b>1.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.50</b>
<b>TPDA (VEpd)</b>	<b>129631</b>		

Tabla 4. Resultados de aforo de tráfico sentido S-N

Fuente: Propia de los autores - 2018.

o Velocidad Base de Flujo Libre

La velocidad máxima permitida dispuesta por la Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil (ATMG) para la circulación vehicular en la Avenida en estudio, es 70.00 Km/h, lo que equivale a 43.48 mi/h.

o Velocidad promedio de viaje

Para medir las velocidades, se establecieron dos estaciones de conteo a una distancia de 80 m. entre ellas, por lo cual mediante equipo de comunicación y una vez seleccionado el vehículo se controló el tiempo en recorrer la distancia indicada para lo cual se hizo un muestreo con 18 vehículos y de cuyo resultado se

obtuvieron velocidades en horarios donde de circulación promedio para diferentes rangos de volumen de tráfico.

En el sentido Norte-Sur los conductores se desplazan a menor velocidad que en el sentido contrario, así mismo en horas pico o de mayor demanda disminuye la velocidad como se detalla en la ilustración 5.

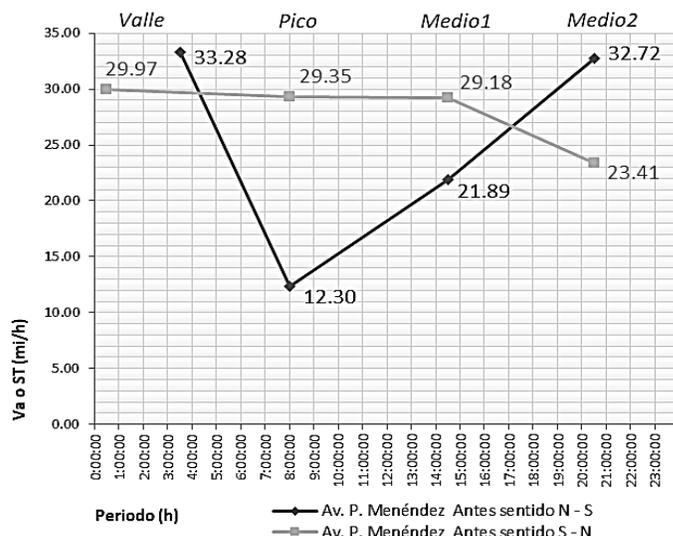


Fig. 5. Velocidades promedio de viaje  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

o Nivel de Servicio para las horas pico.

Se determinaron los niveles de servicio para las horas pico concluyendo que el nivel de servicio F predomina en los dos sentidos de circulación, como se observa en la Tabla 5.

RANGO HORARIO	VEHICULOS EQUIVALENTES	Antes Sentido N - S	VEHICULOS EQUIVALENTES	Antes Sentido S - N
		Nivel de Servicio (LOS)		Nivel de Servicio (LOS)
PERIODOS	VEHP = Vmax / 0,25	(A, B, C, D, E, F)	VEHP = Vmax / 0,25	(A, B, C, D, E, F)
Inicio - Fin	VEHP		VEHP	
06:00 - 07:00	8892	C	6788	B
06:15 - 07:15	8892	D	8560	B
06:30 - 07:30	9224	F	9124	F
06:45 - 07:45	9256	F	9708	F
07:00 - 08:00	9516	F	10304	F
07:15 - 08:15	10448	F	10880	F
07:30 - 08:30	10448	F	10880	F
07:45 - 08:45	10528	F	10880	F
08:00 - 09:00	10528	F	10880	F
08:15 - 09:15	10528	F	10864	F
08:30 - 09:30	10528	F	10864	F
08:45 - 09:45	10480	F	10716	F
09:00 - 10:00	10404	F	10716	F
09:15 - 10:15	8212	E	9892	F
09:30 - 10:30	8212	E	8388	B
09:45 - 10:45	8212	E	6992	B
10:00 - 11:00	8212	E	7888	B
10:15 - 11:15	7068	E	7888	B
10:30 - 11:30	7068	D	7888	B
10:45 - 11:45	7068	D	7888	B
11:00 - 12:00	5764	D	6648	B

Tabla 5. Niveles de Servicio sentido N-S  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

Tabla 7. TPDA, TPDApy5, TPDApy10 sentido S-N  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

3.2. Etapa 2: después de poner en operación el puente, proyección a 5 años y proyección a 10 años-

o Aforo de tráfico

Una vez puesto en servicio el nuevo puente se realizaron aforos de tráfico los días viernes, sábado, domingo y lunes, además se realizaron proyecciones del tráfico a 5 años y a 10 años como se pueden observar en la Tabla 6 para la calzada con sentido Norte – Sur y Tabla 7 para la calzada con sentido Sur – Norte, de la vía en estudio.

En la Tabla 6 se presenta la tabulación de los resultados de aforo de vehículos livianos, pesados y articulados los 4 días de aforo, resultando un tráfico promedio diario semanal mixto TPDS y tráfico promedio diario anual mixto TPDA, a este último se lo afectó con los factores FE para obtener el TPDA en términos de vehículos equivalentes por día VEpd.

CALZADA SENTIDO: Norte - Sur			
Día Aforo / TIPO VEH.	LIVIANOS	PESADOS	ARTICULADOS
Viernes 29-JUN-2018	98824	3190	384
Sabado 30-JUN-2018	92224	2493	376
Domingo 01-JUL-2018	71800	1626	236
Lunes 02-JUL-2018	92299	3240	331
TPDS	91690	2885	343
Desviación Estandar, S	12209	808	69
Factor de Confiabilidad Z o K	1,645	1,645	1,645
Error Estándar, E	6079	402	34
Intervalo de Confianza, A	10000	662	57
<b>TPDA</b>	<b>101690</b>	<b>3547</b>	<b>400</b>
TPDAg (5%)	5085	177	20
TPDAd (5%)	5085	177	20
<b>TPDAasignado</b>	<b>111859</b>	<b>3902</b>	<b>440</b>
Factores Equivalencia (FE)	1,00	2,00	2,50
TPDApy5 (Vpd)	149481	4956	486
<b>TPDApy5 (VEpd)</b>	<b>160607</b>		
TPDApy10 (Vpd)	199756	6295	536
<b>TPDApy10 (VEpd)</b>	<b>213687</b>		

Tabla 6. Resultados de TPDA, TPDApy5, TPDApy10 sentido N-S  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

CALZADA SENTIDO: Sur - Norte			
Día Aforo / TIPO VEH.	LIVIANOS	PESADOS	ARTICULADOS
Viernes 29-JUN-2018	85757	3531	409
Sabado 30-JUN-2018	94128	2546	440
Domingo 01-JUL-2018	57143	1677	261
Lunes 02-JUL-2018	94015	3356	312
TPDS	85814	3063	358
Desviación Estandar, S	17874	912	83
Factor de Confiabilidad Z o K	1,645	1,645	1,645
Error Estándar, E	8900	454	42
Intervalo de Confianza, A	14640	747	68
<b>TPDA</b>	<b>100454</b>	<b>3810</b>	<b>426</b>
TPDAg (5%)	5023	191	21
TPDAd (5%)	5023	191	21
<b>TPDAasignado</b>	<b>110499</b>	<b>4191</b>	<b>469</b>
Factores Equivalencia (FE)	1,00	2,00	2,50
TPDApy5 (Vpd)	147664	5323	517
<b>TPDApy5 (VEpd)</b>	<b>159604</b>		
TPDApy10 (Vpd)	197328	6762	571
<b>TPDApy10 (VEpd)</b>	<b>212280</b>		

o Velocidades promedio de viaje

En lo que refiere a las velocidades, existe disminución en los dos sentidos de circulación de la vía, las velocidades son similares a las obtenidas antes de poner en operación el puente, como se puede ver en la Fig 6.

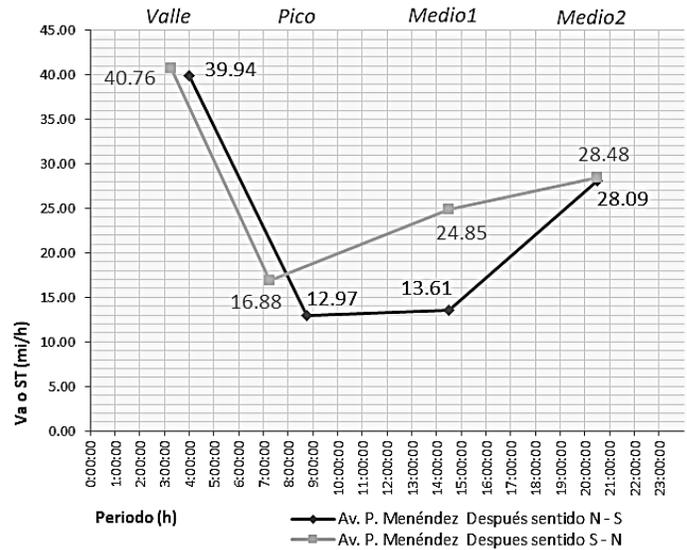


Fig. 6. Velocidades prom. de viaje sentido N-S  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

o Nivel de Servicio para las horas pico

En el sentido Norte –Sur existe un Nivel de Servicio F, el cual perdura desde las 7:00 hasta las 10:00 horas, realizando la proyección a 5 años y 10 años respectivamente el lapso de tiempo en que se mantiene un nivel de servicio F tiende a aumentar, Tabla 8.

VEHICULOS EQUIVALENTES ACTUAL	VEHICULOS EQUIVALENTES (PROY. 5 AÑOS)	VEHICULOS EQUIVALENTES (PROY. 10 AÑOS)	RANGO HORARIO	ACTUAL	5 AÑOS (2023)	10 AÑOS (2028)
				Nivel de Servicio (LOS)	Nivel de Servicio (LOS)	Nivel de Servicio (LOS)
VEHP = Vmax / 0,25	VEHP = k * TPDApy5	VEHP = k * TPDApy10	PERIODOS	(A, B, C, D, E, F)	(A, B, C, D, E, F)	(A, B, C, D, E, F)
VEHP	VEHP	VEHP	Inicio - Fin			
3704	5412	7201	06:00 - 07:00	C	C	C
4104	6007	7992	06:15 - 07:15	C	C	C
4252	6216	8270	06:30 - 07:30	D	D	D
4732	6922	9210	06:45 - 07:45	D	D	F
4732	6922	9210	07:00 - 08:00	E	E	F
9560	13989	18612	07:15 - 08:15	F	F	F
10008	14647	19488	07:30 - 08:30	F	F	F
10412	15226	20258	07:45 - 08:45	F	F	F
10412	15226	20258	08:00 - 09:00	F	F	F
10412	15226	20258	08:15 - 09:15	F	F	F
10416	15242	20279	08:30 - 09:30	F	F	F
10416	15242	20279	08:45 - 09:45	F	F	F
10416	15242	20279	09:00 - 10:00	F	F	F
10416	15242	20279	09:15 - 10:15	F	F	F
8424	12319	16390	09:30 - 10:30	E	F	F
7492	10953	14573	09:45 - 10:45	E	F	F
7132	10439	13890	10:00 - 11:00	E	F	F
7132	10439	13890	10:15 - 11:15	E	F	F
7048	10311	13719	10:30 - 11:30	E	F	F
6852	10022	13334	10:45 - 11:45	E	F	F
6804	9958	13249	11:00 - 12:00	E	F	F

Tabla 8. Niveles de Servicio sentido N-S  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

Respecto al sentido Sur-Norte el nivel de servicio fluctúa entre E y D pero considerando la proyección a 5 y 10 años el nivel de servicio sería F, tal como se observa en la Tabla 9.

VEHICULOS EQUIVALENTES ACTUAL	VEHICULOS EQUIVALENTES (PROY. 5 AÑOS)	VEHICULOS EQUIVALENTES (PROY. 10 AÑOS)	RANGO HORARIO	ACTUAL	5 AÑOS (2023)	10 AÑOS (2028)
				Nivel de Servicio (LOS)	Nivel de Servicio (LOS)	Nivel de Servicio (LOS)
VEHP = Vmax / 0,25	VEHP = k * TPDApp5	VEHP = k * TPDApp10	PERIODOS	(A, B, C, D, E, F)	(A, B, C, D, E, F)	(A, B, C, D, E, F)
VEHP	VEHP	VEHP	Inicio - Fin			
8800	12864	17110	06:00 - 07:00	D	F	F
8800	12864	17110	06:15 - 07:15	E	F	F
8800	12864	17110	06:30 - 07:30	E	F	F
8800	12864	17110	06:45 - 07:45	E	F	F
8636	12625	16791	07:00 - 08:00	E	F	F
8636	12625	16791	07:15 - 08:15	E	F	F
8636	12625	16791	07:30 - 08:30	E	F	F
8636	12625	16791	07:45 - 08:45	E	F	F
7072	10342	13756	08:00 - 09:00	E	F	F
6716	9816	13055	08:15 - 09:15	D	F	F
6716	9816	13055	08:30 - 09:30	D	F	F
6716	9816	13055	08:45 - 09:45	D	F	F
6716	9816	13055	09:00 - 10:00	D	F	F
6616	9672	12864	09:15 - 10:15	D	F	F
6616	9672	12864	09:30 - 10:30	D	F	F
6616	9672	12864	09:45 - 10:45	D	F	F
6616	9672	12864	10:00 - 11:00	D	F	F
5884	8603	11442	10:15 - 11:15	D	D	F
6208	9081	12079	10:30 - 11:30	D	F	F
6672	9752	12970	10:45 - 11:45	D	F	F
6672	9752	12970	11:00 - 12:00	D	F	F

Tabla 9. Niveles de Servicio sentido S-N  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

A continuación, se observan las franjas horarias en las que se estima que exista el problema de congestión vehicular en los dos sentidos de circulación considerando el tráfico actual y el proyectado a 5 y 10 años. (Ver las ilustraciones 9 y 10.

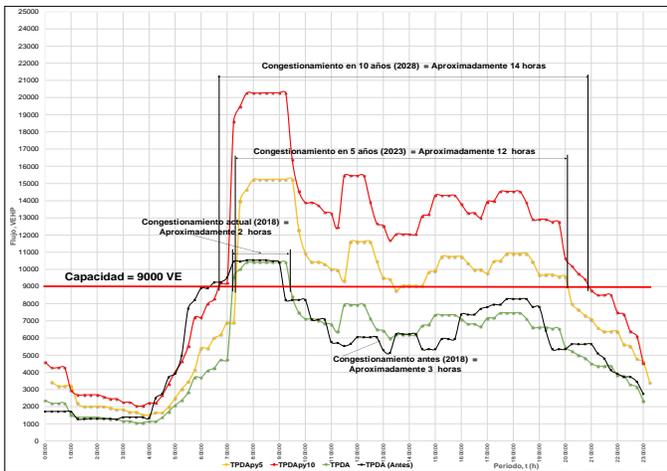


Fig. 7. Congestión vehicular sentido N-S  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

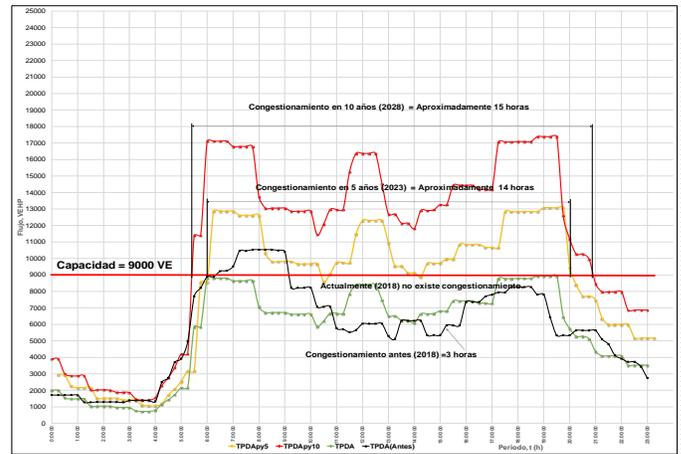


Fig. 8. Congestión vehicular sentido S-N  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

### 3.3. Discusión de resultados-

Los datos presentados en esta investigación, son el resultado de la aplicación de metodología para evaluar el Nivel de Servicio de vías urbanas propuesto por el HCM en su edición más reciente [1], seguido de observaciones, mediciones, encuestas, cálculos y análisis considerando información bibliográfica existente en [2], [3], [4], [5], [7] y análisis realizados en estudios previos de [6].

La cantidad de vehículos que pasaban por las vía en estudio ha disminuido con la apertura del puente, esto hace que disminuyan las horas pico y consecuentemente el nivel de servicio F, siendo así, lo que pasó es que en los rangos que había nivel F, este ha variado a nivel "E, D, C o B".

En el análisis con tráfico proyectado, crece la demanda, se mantienen constantes la capacidad y velocidad, aumenta la relación volumen/capacidad, esto hará que se degrade el Nivel de Servicio, y se incremente las horas de congestión. Antes de la apertura del nuevo puente sobre el río Daule existía un Nivel de Servicio F en ambas direcciones de la Av. P. Menéndez y luego del puente en el sentido N-S existe congestión aproximada de 3h y en el sentido S-N no existe congestión.

Realizando la proyección del tráfico a 5 años y considerando que las condiciones de capacidad de la vía no cambian, el congestionamiento aumenta a 10 h en el sentido N-S y a 12 h en el sentido S-N teniendo variaciones en la relación volumen/capacidad del rango entre 1.01-1.40, para la proyección a 10 años estos valores también tienden a aumentar llegando hasta un pico máximo de 1.90.

Los picos y valles de las velocidades obtenidas en campo fluctúan en el mismo rango horario para los cuatro días en estudio, éstas varían en una mínima proporción siendo la velocidad en la hora pico de los 4 días de análisis en la etapa antes de poner en operación el puente de 12.30 mi/h y después

de habilitar su estado operativo se midieron velocidades de 13.06 mi/h.

#### IV. CONCLUSIONES

Siendo consecuente responder las interrogantes planteadas: ¿Cuál es la influencia del Nuevo Puente Guayaquil - Samborondón en los niveles de servicio de la Avenida Pedro Menéndez?, en lo que se refiere a volumen de tráfico con la puesta en operación del nuevo puente sobre el río Daule o puente Guayaquil-Samborondón, los resultados fueron que para la calzada con sentido Norte-Sur habían 3 1/2 horas de congestión y para la calzada Sur-Norte también 3 1/2 horas de congestión, en la etapa después en el sentido Norte-Sur disminuyó a 3 horas de congestión y para el sentido Sur-Norte ya no existe congestión y el nivel de servicio pasó de F a ser nivel E o D; por lo tanto se concluye que la construcción y puesta en operación del puente tuvo una influencia positiva sobre la vía P. Menéndez Gilbert lo que es notorio en la actualidad ya que produjo mejora en la movilidad de los vehículos en la carretera, esto se refleja en la disminución de los tiempos de viaje aún en las horas pico.

¿Cuál es el rango horario de congestión, si acaso lo hubiese, en la Avenida Pedro Menéndez según el aforo actual, proyectado a 5 años y 10 años después de la puesta en operación del nuevo puente, propio al tramo en análisis?, el rango horario de mayor permanencia o crítico es para el sentido de circulación Norte-Sur que actualmente tiene un nivel de servicio F es de 3 horas de congestión, el cual según la estimación de tráfico futuro se va a mantener con nivel F pero las horas de congestión tenderán a aumentar.

¿Cuál es la valoración del Nivel de Servicio, para la hora de mayor afluencia vehicular (Hora Pico) en la Avenida P. Menéndez Gilbert, antes y después de poner en operación el nuevo puente?, el nivel de servicio para el sentido Norte-Sur en la etapa antes de poner en operación es F, este luego de poner el puente en operación se mantuvo como F pero con menos horas de congestión, la tendencia indica que se mantendrá como nivel F durante los próximos 5-10 años. Para el sentido Sur-Norte el nivel de servicio de la etapa antes de poner en operación fue F pero después de poner el puente en operación paso a ser E o D, y según la estimación dentro de 5 años la vía pasará nuevamente a tener nivel de servicio F, se mantendrá hasta dentro de 10 años tendiendo a aumentar las horas de congestión.

#### V. REFERENCIAS

- [1] The National Research Council of Sciences-Engineering-Medicine. Washington, D.C. 2016. Transportation Research Board, Highway Capacity Manual.
- [2] AASHTO. Guide for Design of Pavement Structures. 1993. Washington, D.C. Published by the American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [3] NEVI-12. Norma Ecuatoriana Vial Volumen 2A. 2013. Quito. Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- [4] Cal y Mayor R., Cárdenas J. Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones. 2007. México D.F. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- [5] Vargas W., Rincón M. & González C. Ingeniería de Tránsito Conceptos Básicos. 2012. Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- [6] Cortez, M & Marca, M. 2018. Análisis de la influencia del nuevo Puente Guayaquil - Samborondón sobre el nivel operacional de la avenida Pedro Menéndez Gilbert, desde Planta Progreso Interagua hasta la Escuela de Infantería Aérea.
- [7] INEC. Anuario de Vehículos Matriculados. 2017. Guayaquil. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Recuperado de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/vehiculos-matriculados-serie-historica-2008-2014/>; <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/> (2015-2016).

#### ANEXOS

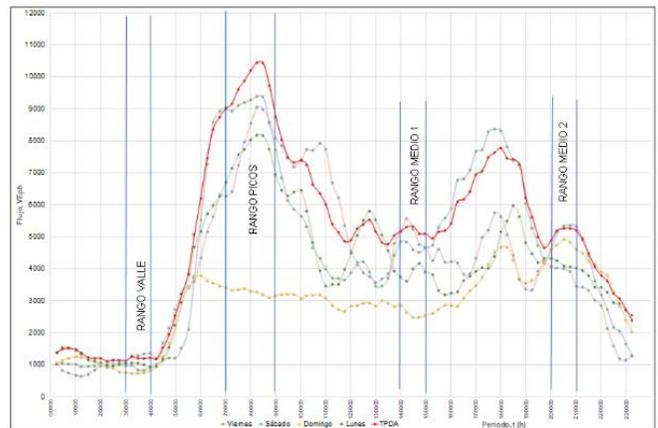


Fig. 9. Comportamiento del tráfico en Av. P. J. Menéndez y rangos horarios para encuesta de velocidades.  
Fuente: Propia de los autores - 2018.

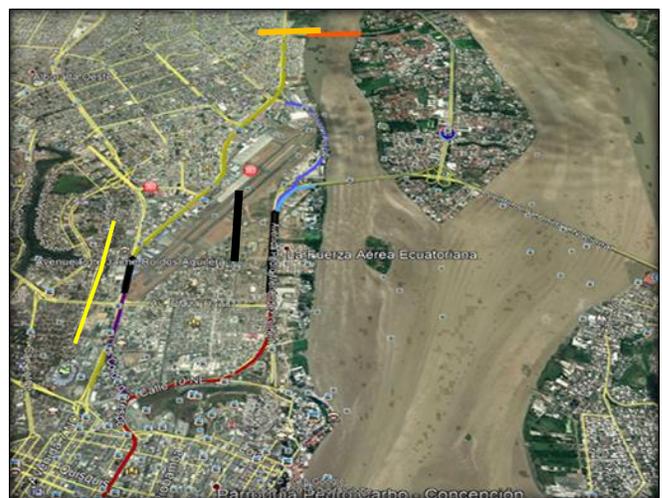


Fig 1. Nuevo puente sobre el río Daule (naranja), Av. Pedro J. Menéndez (negro), flujos vehiculares de entrada y salida (rojo y azul), vía paralela (amarillo).

Elaboración: Propia de los autores - 2018. [6]



Fig 2. Fotografía de la Estación de conteo.  
Fuente: Propia de los autores - 2018. [6]