

NIVEL DE SERVICIO EN CARRETERAS BIDIRECCIONALES

Guía Metodológica



@INGENIERIADETRANSPORTE

Nivel de Servicio en Carreteras Bidireccionales

La idea de este trabajo es aportar al trabajo de revisores, consultores y analistas de transporte, al desarrollo metodológico y a la formalización de procesos que permitan establecer un marco objetivo para el análisis de transporte y en particular para los estudios tipo IMIV .

Como parte de las nuevas metodologías y procedimientos que vienen a normar lo relacionado con la elaboración de los estudios IMIV, se señala que para los caminos públicos deberán determinarse los Niveles de Servicio de acuerdo con lo indicado en el Manual de Carreteras vigente a la fecha de elaboración del estudio.

Sin embargo, no se entrega ningún detalle respecto a las metodologías específicas que efectivamente corresponde utilizar para determinar el Nivel de Servicio según sea la condición particular de los ejes y tramos afectados por la puesta en operación de un proyecto. Es sabido que estas metodologías se basan principalmente en las propuestas del Highway Capacity Manual, sin embargo, el Reglamento 30 no presenta una especificación con las metodologías puntuales a aplicar cuando se trata de caminos públicos.

En este documento se propone una formalización de esta metodología mediante un procedimiento paso a paso para la determinación de los niveles de servicio en vías bidireccionales de caminos públicos.

Definiciones Iniciales

Nivel de Servicio: medida cualitativa relacionada con el estándar que entrega el sistema de movilidad local.

Factor Hora Punta (FHP): es un factor de seguridad que se aplica sobre el flujo vehicular observado para obtener un flujo que pueda considerarse como flujo de diseño.

Intensidad de Servicio: es el flujo que se usa como input para el cálculo del nivel de servicio. Es el flujo de diseño, aumenta respecto del flujo observado debido a la aplicación del FHP.

Factor Fd: factor de separación direccional, depende de la distribución del flujo por sentido.

Factor Fw: factor de ancho y despeje, depende del ancho de las pistas y del despeje lateral de la vía.

Factores Eb y Et: factores de equivalencia para buses y camiones, dependen del tipo de vehículo y del tipo de terreno.

Factores Fhv: factor de ajuste por vehículos pesados, depende de la proporción de buses y camiones y de los factores de equivalencia Eb y Et.

Razón V/C: razón volumen/capacidad, depende del tipo de terreno y del porcentaje de restricción de paso.

Capacidad: número máximo de vehículos por unidad de tiempo que puede circular por una vía bajo determinadas condiciones.

Grado de Saturación: razón entre la Intensidad de Servicio y la Capacidad.

Guía práctica para determinar el Nivel de Servicio

El flujo vehicular en una vía puede ir desde un flujo nulo hasta un flujo igual a la capacidad de la vía. En este rango se definen distintos niveles de servicio, donde el flujo nulo marca el inicio del Nivel de Servicio tipo A y donde la capacidad de la vía corresponde al límite entre los niveles de servicio E y F, siendo este último el último Nivel de Servicio definido en la metodología.

En este proceso lo que se busca es determinar, a lo largo de este rango, los valores de flujo vehicular que marcan la capacidad de la vía y la interfaz entre los distintos niveles de servicio desde el A hasta el F. Luego, se contará con un rango de flujo vehicular para cada uno de los niveles de servicio desde el A hasta el F. Una vez definidos estos rangos, será posible definir el Nivel de Servicio en una vía si se conoce la magnitud del flujo vehicular en el período que se desea analizar.

A continuación, se propone un proceso de 7 pasos para la determinación de la capacidad y del nivel de servicio en caminos públicos bidireccionales.

1. Determinación del Factor Hora Punta

El FHP se obtiene como la razón entre dos magnitudes. La primera magnitud corresponde al flujo total observado, medido a lo largo de un período de 1 hora en 4 cuartos de hora consecutivos. La segunda magnitud corresponde a cuatro veces el flujo total observado en el cuarto de hora con mayor demanda entre los 4 cuartos de hora medidos.

Q = flujo total observado de la hora o período analizado

Q_{15} = flujo total observado del cuarto de hora más cargado

FHP = Factor Hora Punta

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{15}}$$

2. Determinación de los factores F_d , F_w , E_b , E_t y F_{hv}

a) **Factor F_d :** se obtiene a partir del siguiente cuadro en base a la distribución direccional del flujo observado, es decir, qué porcentaje del flujo en la vía circula en uno y otro sentido.

Nivel de Servicio en Carreteras Bidireccionales

Separación Direccional (%/%)	Factor Fd
50/50	1,00
60/40	0,94
70/30	0,89
80/20	0,83
90/10	0,75
100/0	0,71

b) **Factor Fw:** se obtiene a partir del siguiente cuadro en base al ancho de la vía y al despeje lateral de la misma. Para cada ancho de carril, se aplicará un factor diferente según el tramo de nivel de servicio en que se aplicará el factor.

Despeje (m)	Carril de 3,65 m		Carril de 3,35 m		Carril de 3,05 m		Carril de 2,75 m	
	NS A-D	NS E						
1,8	1	1	0,93	0,94	0,83	0,87	0,7	0,76
1,2	0,92	0,97	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74
0,6	0,81	0,93	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,7
0	0,7	0,88	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66

Nivel de Servicio en Carreteras Bidireccionales

c) **Factores E_b y E_t** : se obtiene a partir del siguiente cuadro en base al tipo de vehículo y al tipo de terreno.

Tipo de Vehículo	NS	Tipo de Terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones (E_t)	A	2	4	7
	B-C	2,2	5	10
	D-E	2	5	12
Buses (E_b)	A	1,8	3	5,7
	B-C	2	3,4	6
	D-E	1,6	2,9	6,5

d) **Factores F_{hv}** : se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$f_{hv} = \frac{1}{1 + P_T * (E_T - 1) + P_R * (E_R - 1)}$$

, donde:

P_t : porcentaje de camiones E_t : equivalente de vehículos ligeros para camiones

P_r : porcentaje de vehículos de recreo. Como vehículos de recreo se considerarán los vehículos tipo buses.

E_r : equivalente de vehículos ligeros para vehículos de recreo (buses).

Nivel de Servicio en Carreteras Bidireccionales

3. **Cálculo de la Razón V/C:** se obtiene a partir de los siguientes cuadros en base al tipo de terreno y al porcentaje de restricción de paso en la vía.

LOS	% demora	Terreno Plano						
		Velocidad	Restricción de Paso					
			0	20	40	60	80	100
A	30	>= 58	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04
B	45	>= 55	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
C	60	>= 52	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32
D	75	>= 50	0,64	0,62	0,6	0,59	0,58	0,57
E	75	>= 45	1	1	1	1	1	1
F	100	< 45	--	--	--	--	--	--
LOS	% demora	Terreno Ondulado						
		Velocidad	Restricción de Paso					
			0	20	40	60	80	100
A	30	>= 57	0,15	0,1	0,07	0,05	0,04	0,03
B	45	>= 54	0,26	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13
C	60	>= 51	0,42	0,39	0,35	0,32	0,3	0,28
D	75	>= 49	0,62	0,57	0,52	0,48	0,46	0,43
E	75	>= 40	0,97	0,94	0,92	0,91	0,9	0,9
F	100	< 40	--	--	--	--	--	--
LOS	% demora	Terreno Montañoso						
		Velocidad	Restricción de Paso					
			0	20	40	60	80	100
A	30	>= 56	0,14	0,09	0,07	0,04	0,02	0,01
B	45	>= 54	0,25	0,2	0,16	0,13	0,12	0,1
C	60	>= 49	0,39	0,33	0,28	0,23	0,2	0,16
D	75	>= 45	0,58	0,5	0,45	0,4	0,37	0,33
E	75	>= 35	0,91	0,87	0,84	0,82	0,8	0,78
F	100	< 35	--	--	--	--	--	--

4. Cálculo de la Cota Superior para los Niveles de Servicio: la cota superior del nivel de Servicio A, que marca la interfaz con el Nivel de Servicio B, se define a partir de la siguiente expresión:

$$NS(A) = 2.800 * F_d * F_w(A) * F_{hv}(A) * V/C(A)$$

, donde:

F_d: factor de separación direccional

F_w(A): factor de ancho y despeje para el Nivel de Servicio tipo A

F_{hv}(A): factor de ajuste por vehículos pesados para el Nivel de Servicio tipo A

V/C(A): razón volumen-capacidad para el Nivel de Servicio tipo A

Luego, con el mismo procedimiento, se determinan las cotas superiores de los niveles de servicio B hasta E, con lo que queda definido el rango de flujos vehiculares para cada uno de los Niveles de Servicio.

$$NS(B) = 2.800 * F_d * F_w(B) * F_{hv}(B) * V/C(B)$$

$$NS(C) = 2.800 * F_d * F_w(C) * F_{hv}(C) * V/C(C)$$

$$NS(D) = 2.800 * F_d * F_w(D) * F_{hv}(D) * V/C(D)$$

$$NS(E) = 2.800 * F_d * F_w(E) * F_{hv}(E) * V/C(E)$$

5. Determinación de la Intensidad de Servicio: Una vez definidos los rangos de flujo vehicular para cada nivel de servicio, se define la Intensidad de Servicio como flujo de diseño a considerar para la evaluación del Nivel de Servicio en la vía analizada.

Q = flujo total observado de la hora o período analizado

FHP = Factor Hora Punta

IS = Intensidad de Servicio .

$$IS = \frac{Q}{FHP}$$

6. Determinación del Nivel de Servicio: Una vez definida la Intensidad de Servicio del período horario analizado, es posible determinar el Nivel de Servicio correspondiente a esa Intensidad de Servicio. El Nivel de Servicio se define según lo siguiente:

Si $0 < IS < NS(A)$	→ Nivel de Servicio tipo A
Si $NS(A) < IS < NS(B)$	→ Nivel de Servicio tipo B
Si $NS(B) < IS < NS(C)$	→ Nivel de Servicio tipo C
Si $NS(C) < IS < NS(D)$	→ Nivel de Servicio tipo D
Si $NS(D) < IS < NS(E)$	→ Nivel de Servicio tipo E
Si $NS(E) = IS$	→ Nivel de Servicio tipo F

7. Cálculo de la Capacidad y Grado de Saturación de la vía: Como se mencionó previamente, la Capacidad de la vía corresponderá a la cota superior del nivel de Servicio tipo E. Luego, en base a la Intensidad de Servicio y la Capacidad de la vía, será posible definir el Grado de Saturación en la vía:

$$C = NS(E)$$

$$X_{sat} = \frac{IS}{C}$$

De esta forma, concluye el proceso de 7 pasos a partir del cual puedes estimar el nivel de Servicio y los principales indicadores operacionales en un camino público tipo carretera bidireccional.

Ahora, ya estás en condiciones de aplicar este estándar de servicio IMIV, uno de los **10 estándares** que deben determinarse de acuerdo a la nueva metodología IMIV.

Si quieres dominar **TODOS los Estándares de Servicio, los Contenidos y las Reglas de Selección de Mitigaciones** en cualquier tipo de IMIV...

...Entonces sigue leyendo porque tengo una **INVITACIÓN PARA TI!**

Este documento que acabas de leer es parte de una misión que me he propuesto con humildad pero con mucha convicción y confianza.

Mi misión es poder establecer un estándar, una línea de base que nos permita, a desarrolladores y revisores, contar con conceptos y métodos comunes para elaborar y evaluar las conclusiones en los estudios IMIV.

La metodología IMIV nos aporta nuevas herramientas y criterios que nos permiten analizar en detalle el impacto de un proyecto sobre el sistema de transporte. Por mi parte, que he estudiado en detalle los conceptos y la implementación de las nuevas técnicas, **siento un profundo deseo de poder compartir este conocimiento con aquellos desarrolladores, revisores y revisoras que aún no han recorrido todo este camino y que quieran ser los primeros y primeras en dominar el total de los nuevos estándares y metodologías.**

Para poder lograr esta misión, dedique los últimos años no solo a estudiar en profundo el Reglamento 30 y sus nuevos conceptos, sino también a definir cuál sería la mejor forma en que podría compartir este conocimiento de forma masiva, entretenida y aprovechando las nuevas tecnologías disponibles.

Acabo de terminar **el primer curso especialmente creado para desarrolladores y revisores de estudios IMIV.**

Este curso no solo aborda la ruta de aprobación y los aspectos de la tramitación de un IMIV, sino que **pone el énfasis en el cálculo de los estándares de servicio y en las reglas de selección de mitigaciones.**

El curso es más que una explicación acerca de lo que trata la nueva metodología, sino que **también se discute y complementa acerca de las omisiones y de los errores que contiene el texto y que debes identificar y saber cómo corregir.**

Entonces:

- Si eres de las personas que están permanentemente trabajando en sus **ventajas competitivas**.
- Si quieres ser **el primer o primera experta IMIV** en tu equipo de trabajo.
- Si quieres **aprender el Reglamento 30 de forma entretenida**, moderna, enfocada en la aprobación de los estudios y directamente desde tu teléfono móvil o computador.

TE INVITO A QUE VISITES Y TE INSCRIBAS
AHORA EN EL CURSO "NUEVAS
METODOLOGÍAS IMIV"

HAZ CLICK ACÁ PARA IR AL CURSO

No importa si revisas o desarrollas estudios, **este curso tiene los conceptos fundamentales que tienes que conocer antes que tu contraparte.** Si los conoces y dominas primero, lo más probable es que puedas llevar la discusión a tu favor. Si no sabes cuáles son estos conceptos, posiblemente tu única opción en la discusión sea guardar silencio.

"No intentes ser el mejor, sé el primero. Sé el primero en cambiar, sé el primero en tomar el desafío, sé el primero en superar las dificultades. Porque entre las mejores personas, solo hay un primero"

Jack Ma, Fundador en Alibaba.com

[CLICK ACÁ Y ACCEDA AL CURSO AHORA](#)