



UTPL
La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia



Itinerarios 1C Tecnologías para la Movilidad y Tráfico: Modelados para Movilidad de Tráfico

Guía didáctica

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Civil

Itinerarios 1C Tecnologías para la Movilidad y Tráfico: Modelados para Movilidad de Tráfico

Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ Logística y Transporte	VII

Autor:

Díaz Muñoz Fabián Patricio



LOGI_4004

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja

Itinerarios 1C Tecnologías para la Movilidad y Tráfico: Modelados para Movilidad de Tráfico

Guía didáctica

Díaz Muñoz Fabián Patricio

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-595-5



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons – **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0** (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: **Reconocimiento**– debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciatante. **No Comercial**-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual**-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Índice

1. Datos de información.....	7
1.1. Presentación de la asignatura	7
1.2. Competencias genéricas de la UTPL	7
1.3. Competencias específicas de la carrera.....	7
1.4. Problemática que aborda la asignatura.....	8
2. Metodología de aprendizaje.....	9
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....	10
Primer bimestre	10
Resultado de aprendizaje 1.....	10
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	10
Semana 1	10
Unidad 1. Ciudad vivible	11
1.1. Concepto de congestión.....	11
1.2. Afecciones a las empresas inversionistas	13
1.3. La ciudad para vivir	13
Actividad de aprendizaje recomendada	14
Semana 2	15
Unidad 2. ¿Qué provoca la congestión?	15
2.1. Causas de la congestión.....	15
2.2. Mala gestión pública	19
Actividades de aprendizaje recomendadas	19
Semana 3	20
2.3. El automóvil en nuestras ciudades	20
Actividad de aprendizaje recomendada	24
Autoevaluación 1.....	25
Semana 4	26
Unidad 3. Control de la congestión: acciones sobre la oferta	26
3.1. Oferta de transporte.....	26

Actividad de aprendizaje recomendada	30
Semana 5	30
3.2. Diseño de Intersecciones	30
Actividades de aprendizaje recomendadas	34
Semana 6	35
3.3. Acción en vías.....	35
3.4. Coordinación de semáforos	36
Actividades de aprendizaje recomendadas	38
Autoevaluación 2.....	40
Semana 7	42
3.5. Carriles exclusivos para transporte público	42
3.6. Transporte público de calidad superior	46
Actividades de aprendizaje recomendadas	47
Semana 8	48
Actividades finales del bimestre	48
Segundo bimestre	49
Resultado de aprendizaje 2.....	49
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	49
Semana 9	49
Unidad 4. Congestión, acciones sobre la demanda	50
4.1. Demanda de transporte	50
4.2. Control de estacionamiento	51
Actividades de aprendizaje recomendadas	54
Semana 10	55
4.3. Escalonamiento de horarios.....	55
4.4. Restricción vehicular.....	56
Actividad de aprendizaje recomendada	58

Semana 11	59
4.5. Reducir los viajes.....	59
4.6. La cogestión y su futuro	60
Actividades de aprendizaje recomendadas	62
Autoevaluación 3.....	64
Semana 12	66
Unidad 5. Simulación y evaluación caso 1 de estudio.....	66
5.1. Tránsito (caso 1 de estudio).....	66
5.2. Los modelos usados.....	68
Actividad de aprendizaje recomendada	72
Semana 13	73
5.3. Simulaciones realizadas	73
Actividad de aprendizaje recomendada	77
Semana 14	78
Actividades de aprendizaje recomendadas	84
Autoevaluación 4.....	85
Semana 15	87
5.4. Recomendaciones para el caso 1 de estudio.....	87
Actividades de aprendizaje recomendadas	88
Semana 16	89
Actividades finales del bimestre.....	89
4. Solucionario	90
5. Referencias bibliográficas	94
6. Anexos	95



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Comunicación verbal y escrita.
- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Compromiso e implicación social.
- Organización y planificación del tiempo.

1.3. Competencias específicas de la carrera

- Identifica problemas de logística y transporte.
- Resuelve problemas de ingeniería en logística y transporte.
- Asume pensamiento crítico y reflexivo.
- Asume trabajo en equipo.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

El crecimiento de las ciudades y todas las actividades de movilidad y logística que se desarrollan dentro de ellas, junto con el aumento poblacional y el aumento del parque automotor ocasionan graves problemas de congestión que afectan a la economía y a la calidad de vida de los centros urbanos, nuestro país no se encuentra excepto de esta problemática, ya que nuestros principales centros urbanos ya enfrentan graves problemas de congestión y es precisamente por este motivo que en la presente asignatura se imparten conceptos fundamentales de congestión, se realiza un análisis de los motivos por los cuales se produce y se define cuáles son las medidas más oportunas para la mitigación de la congestión.

Para lidiar con la congestión es necesario el estudio y la comprensión de la modelación y simulación de tráfico, entender todos los parámetros, aspectos y singularidades que se consideran dentro de una modelación de tráfico. Los procesos de modelación van acompañados con el uso de medidas de mitigación de congestión que son aplicadas de acuerdo a las características del centro urbano en estudio y son capaces de mostrarnos el alcance que estas tendrán, con el fin de mejorar la calidad de vida de nuestros centros urbanos.



2. Metodología de aprendizaje

Para el correcto aprendizaje de la presente asignatura se emplean diversas metodologías, con el fin de la óptima comprensión de los contenidos establecidos.

Una de las metodologías que se empleará es el autoaprendizaje en el cual los estudiantes revisarán los contenidos de la presente guía, del **texto básico**, realizarán las actividades recomendadas y actividades calificadas, obteniendo conocimiento a su ritmo y por su propia cuenta.

Otras de las estrategias fijadas para la presente asignatura es el aprendizaje basado en problemas en donde los estudiantes adquirirán capacidades mediante las cuales podrán identificar cuáles son los problemas de congestión, las causas por las cuales se produce y qué medidas de mitigación la reducirían, todo esto se desarrollará dentro del entorno donde residen.

Finalmente, usaremos la metodología del aprendizaje basado en la investigación en el cual se deberá realizar investigación científica de los temas relacionados con la asignatura y a través de esta metodología de aprendizaje ustedes lograrán desarrollar competencias relacionadas con la temática de asignatura.



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje

Resultado de aprendizaje 1



Primer bimestre

- El resultado del aprendizaje está orientado a conocer los conceptos de la congestión, por qué se produce y cuáles son las causas que la provocan. Se definirá y conceptualizará las medidas de mitigación para atenuar los problemas de congestión que se presentan en los centros urbanos de las ciudades.

La modelación y simulación de tráfico es bastante compleja y tiene sus particularidades según el sitio o centro urbano que se encuentre bajo estudio. En la presente guía didáctica se busca impartir los conceptos fundamentales de congestión y las medidas de mitigación que a lo largo de diversos estudios han sido establecidas, esto con el fin de ser aplicadas mediante modelos y simulación de tráfico, para ver cómo estas inciden en las zonas sujetas a estudio con la finalidad de dar solución, aliviar los problemas de congestión y mejorar la calidad de vida de determinados sectores.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 1

Estimados profesionales en formación durante el desarrollo de la primera semana comenzaremos con el estudio de este componente académico en el cual hablaremos del fenómeno de la congestión, el impacto que tiene en las

ciudades, las afectaciones sobre las empresas inversoras y acerca de cómo debe ser una ciudad para vivir, desenvolverse y moverse. Todo esto con el fin de involucrarnos con los temas y conceptos que se desarrollarán durante las siguientes unidades.

¡Comencemos el aprendizaje de la asignatura!

Unidad 1. Ciudad vivible

1.1. Concepto de congestión

Se entiende como congestión a la cantidad de vehículos que se encuentran circulando y estos avanzan lenta e irregularmente (Thomson y Bull, 2001).

En la actualidad las ciudades tienden al crecimiento poblacional y a un aumento en su parque automotor, lo que ocasiona congestión vehicular dentro de los centros urbanos debido a las necesidades de movilidad y a actividades logísticas que se desarrollan dentro de estas.

Figura 1

El tráfico de la hora pico en la carretera US 101 cerca del centro de Los Ángeles

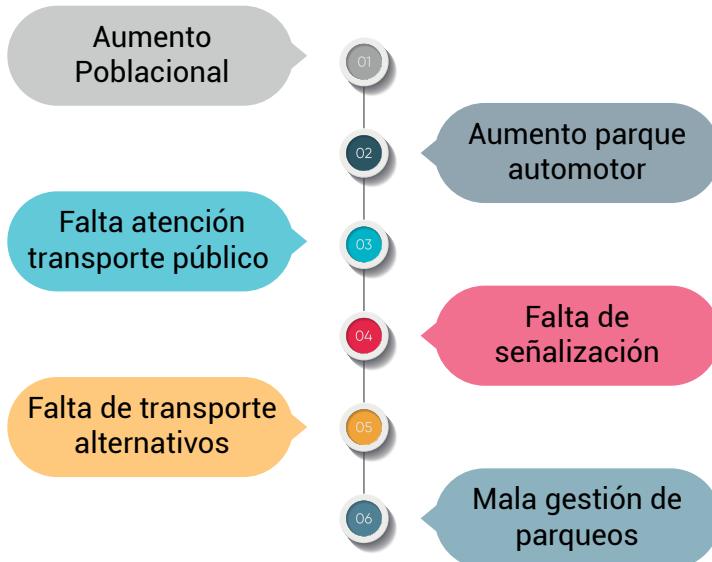


Nota. (Kim et al., 2004).

En Latinoamérica actualmente ya nos encontramos con ciudades que se encuentran altamente pobladas como Bogotá, Santiago, Lima, São Paulo, Quito, Guayaquil y Cuenca, en donde ya se evidencian grandes problemas de movilidad y actualmente se están buscando soluciones mediante el correcto modelamiento del tráfico vehicular.

En la siguiente figura mostramos cuáles son las principales causas de la congestión vehicular.

Figura 2
Causas de la congestión



Nota. (Bull, 2003).

Según Bull (2003) a partir de 1990 las ciudades experimentan un aumento de demanda de transporte y de tránsito vial, lo que ha originado especialmente en grandes ciudades mayor congestión, demoras y problemas ambientales, llegando a afectar no solo a los conductores sino también a los usuarios de transporte público lo que ocasiona pérdidas económicas y otros efectos negativos para la población.

La congestión ocasiona:

- Aumento en los tiempos de viaje.
- Comportamiento agresivo en conductores.
- Contaminación ambiental.
- Aumento de accidentes de tránsito.
- Inseguridad a los peatones.

1.2. Afecciones a las empresas inversionistas

"La congestión entraba la eficiencia económica de una ciudad, pues impone sobrecostos que encarecen todas las actividades y se constituyen en freno para el desarrollo" (Bull, 2003, p. 20).

Bajo este criterio podemos observar que la congestión puede traer efectos negativos sobre una ciudad como:

- Ahuyentar inversionistas.
- Éxodo de actividades comerciales presentes en centros históricos.
- Aumentos de tiempos de viaje y contaminación ambiental.

Con esto podemos observar las graves consecuencias que traen para una ciudad, los problemas ocasionados con la congestión vehicular y cuál es el impacto directo en la economía, en la calidad de vida y cómo se ven afectadas estas.

1.3. La ciudad para vivir

En la actualidad se busca mejorar la calidad de vida de las sociedades, lo que conlleva a facilitar los desplazamientos que se produzcan por diversos motivos como: trabajo, estudio, sociales, recreacionales y de ocio. El objetivo principal se basa en que "hay que generar las condiciones que hagan más agradable el vivir y que ello sea en términos perdurables" (Bull, 2003, p. 21).

Para lograr una alta calidad de vida en los centros urbanos debe haber una debida gestión de la movilidad en la cual convivan en armonía vehículos y peatones.

Figura 3

Ciudad con familias y peatones, autos, tráfico



Nota. Adaptado de paso de peatones de la ciudad [ilustración], por studio, 2022, [freepik](#). CC BY 2.0

Revisado el contenido de la primera semana, se recomienda realizar la siguiente actividad para complementar su aprendizaje.



Actividad de aprendizaje recomendada

Para su mejor comprensión, revisar el REA 1: [tráfico, el verdadero problema](#), el cual nos habla acerca del tráfico y cuáles son sus consecuencias.

Además, le sugiero contestar las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo considera usted que es una ciudad vivible?
- ¿Calcula el tiempo de viaje o traslado a los lugares donde desarrolla sus actividades diarias?

Nota: conteste las preguntas en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Continuando con su proceso de aprendizaje durante la presente semana 2 detallaremos cuáles son las principales causas de la congestión.

Unidad 2. ¿Qué provoca la congestión?

2.1. Causas de la congestión

Según Bull (2003) las causas de la congestión son:

- La demanda del transporte es derivada, por ende, los viajes se producen por actividades como: trabajo, estudio y ocio.
- La demanda se comporta de manera que se establecen horas pico en las cuales aumenta y otras horas en las cuales baja la misma.
- La ocupación de los espacios viales es momentánea y esta no puede ser usada posteriormente.
- Las características buscadas en el transporte son: seguridad, comodidad, confiabilidad y autonomía.
- En zonas urbanas es muy complicado satisfacer la demanda vial en horas pico.

La suma de todos estos factores afecta la calidad de vida en las ciudades, la economía, contribuye a la contaminación y dificulta la movilidad.

Figura 4

Conductores aseguran que la congestión vehicular persiste en Quito pese al Pico y placa

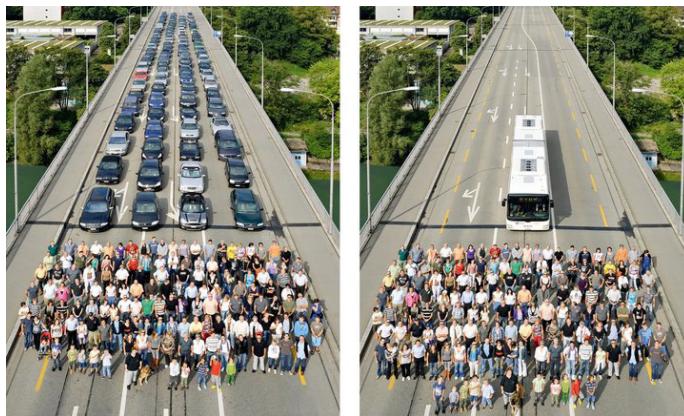


Nota. (El comercio, 2021).

Los automóviles son los que ocasionan la mayor congestión en nuestras ciudades debido a la baja capacidad que poseen para transportar personas, en promedio los vehículos que circulan por nuestras vías transportan solamente a 1.5 personas, mientras que en un bus de transporte público se transportan alrededor de 50 personas. Por esta razón existe una tendencia de cambiar el vehículo privado e influir en los usuarios de este a utilizar el transporte público u otros medios alternativos de transportes, dentro de muchas ciudades de Europa es muy común que se deje de lado el vehículo privado y se utilice el transporte público esta es una medida replicable para nuestro entorno Latinoamérica, pero aplicarla demanda una mejora e inversión en nuestros sistemas de transporte público.

Figura 5

El círculo vicioso del declive urbano



Nota. (Más que ingeniería, 2020).

En la figura 5 queda claramente demostrado que los vehículos son inefficientes, en la parte izquierda observamos una infraestructura vial colmada de vehículos, mientras que en la parte derecha de la figura se puede observar que un solo bus de transporte público puede desplazar al mismo número de personas sin abarrotar la infraestructura vial.

Otro aspecto contradictorio es que el exceso de transporte público o la mala administración de este también ocasiona congestión, los motivos para que un transporte público sea inefficiente son:

- Exceso o deficiencia de unidades de transporte público.
- Rutas de transporte mal definidas.
- Itinerarios y paradas de buses mal definidos.

Moscoso (2012) manifiesta que dentro del centro urbano de la ciudad de Cuenca – Ecuador existen alrededor de 74 000 vehículos que se movilizan hacia el centro urbano o al menos pasan por este y que el crecimiento anual es significativo, es decir que en la actualidad las ciudades de nuestro país ya enfrentan un elevado crecimiento del parque automotor.

2.1.1. Estado de vías y malas prácticas de conducción

La mala planificación vial y la falta de mantenimiento de las vías afecta e incrementa los problemas de congestión en las ciudades, evitar baches, mala o nula señalización, semáforos mal coordinados y malas prácticas de conducción solo agravarán la congestión y aumentarán los tiempos de

viale, por lo que se debe gestionar correctamente las infraestructuras viales, con un oportuno mantenimiento, una correcta señalización, segregación de carriles entre otras medidas.

2.1.2. Malas prácticas de conducción

El principal aspecto que podemos manifestar en este apartado es la falta de cultura de conducción, actitudes como no respetar al peatón, los carriles segregados, la señalización, los semáforos, zonas de parqueo y horarios contribuyen al caos dentro de las ciudades y con ello al aumento de la congestión. Más aún, si estas malas prácticas son replicadas por muchos conductores y peatones desencadenarán problemas incontrolables dentro de los centros urbanos, aumentando la ya mencionada congestión y los accidentes de tránsito que se producen por estas malas actitudes al momento de conducir.

2.1.3. Falta de información sobre el mal estado de las infraestructuras viales

Muchas veces dentro de las ciudades la información del estado de las infraestructuras viales no es correctamente informada hacia los conductores. Si existen vías con daños en el pavimento, en mantenimiento, carriles obstruidos, accidentes de tránsito y no existe una campaña de información o la debida señalización de estos sucesos, los conductores no están en la capacidad de tomar medidas como cambiar de ruta para llegar a su destino, sino que caerán en embotellamientos y quedarán atrapados en el tráfico.

2.1.4. Capacidad disminuida

Según Bull (2003) la capacidad de las autopistas de Latinoamérica es mucho menor que la capacidad de las autopistas de Europa y Norteamérica, según un estudio en las autopistas de Venezuela estas solo tienen el 67% de la capacidad que la norteamericana. En el caso de la ciudad de Cuenca, Ecuador, según Carpio et al. (2018) quien realizó un análisis de la capacidad de las carreteras en comparación con el Highway Capacity Manual (HCM) concluyó que estas solo están al 63%.

2.2. Mala gestión pública

Dentro de este apartado hablamos de la gestión de las administraciones públicas y como gestionan las ciudades y cuáles son las políticas que se establecen dentro de cada una de ellas y cómo afectan o contribuyen a la congestión las malas decisiones o acciones realizadas por estas.

Se debe realizar la correcta planificación de las vías, invertir en señalización horizontal y vertical, la correcta semaforización, definir zonas adecuadas de parque o y sobre todo aplicar las medidas de mitigación correctas de acuerdo a las particularidades de la ciudad que administran.

Revisado el contenido de la semana 2 se recomienda realizar las siguientes actividades para completar su aprendizaje.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le invito a leer el contenido del siguiente enlace: [las 7 causas más típicas de congestión vial y las estrategias \(exitosas\) para enfrentarla](#), una vez revisado el contenido, realizar un mapa conceptual con el objetivo de profundizar el tema de cuáles son las causas de la congestión vial.
2. Como complemento de la actividad ya realizada, revisar el siguiente video: [la nueva política contra el coche: ¿cómo reducir el tráfico en las ciudades?](#) Mismo que trata temas muy importantes sobre el vehículo privado y como aplicar políticas para empezar a limitarlo en nuestras ciudades para evitar que este ocasione más congestión.

Nota: realice las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 3

Dentro de la semana 3 continuaremos con la revisión de los contenidos correspondientes a la unidad 2, se le recomienda dar cumplimiento a las actividades planteadas para cada una de las semanas para un óptimo aprendizaje.

2.3. El automóvil en nuestras ciudades

Como habíamos mencionado anteriormente, existe un notable crecimiento del parque automotor dentro de los centros urbanos, lo que sumado a las necesidades de movilidad agudizan los problemas de la congestión.

Ruiz et al. (2019) mencionan en su investigación realizada en la ciudad Ambato, Ecuador, que existe una creciente propiedad y uso del automóvil acompañada de una mala planificación territorial y ordenamiento de nuestras ciudades lo que conlleva a generar pérdidas incuantificables dentro de nuestras ciudades, ocasionando problemas de congestión, accidentes de tránsito y contaminación ambiental.

Según Bull (2003) existen algunas causas por las cuales existe una invasión del automóvil dentro de los centros urbanos y estas son:

2.3.1. Accesibilidad del automóvil

Las reformas económicas y la revolución industrial han contribuido al fácil acceso o mayor capacidad de algunos estratos sociales para adquirir un automóvil, todo esto sumado a las bajas arancelarias en la venta de automóviles en muchos países de nuestra región Latinoamérica, estos motivos han desencadenado un aumento significativo en los parques automotores de nuestras ciudades, la creciente venta de vehículos nuevos ha obligado a que los automóviles de segunda mano también tengan una reducción significativa de sus precios y con ello mayor número de personas tienen acceso a estos.

2.3.2. Popularización del automóvil

Existe un aumento de familias pertenecientes a la clase media dentro de Latinoamérica que han tenido la posibilidad de adquirir un vehículo, por lo que aumentaron las importaciones de los vehículos.

Tabla 1

Ecuador y Perú: importación de vehículos de pasajeros

Ecuador y Perú: Importación de Vehículos de Pasajeros (En miles de dólares)		
Año	Ecuador	Perú
1989	10 062	6 482
1990	23 432	11 880
1991	23 554	170 668
1992	166 109	213 018
1993	245 895	165 647
1994	374 038	252 421

Nota. (Bull, 2003).

En la presente tabla podemos observar cómo ha venido creciendo la importación de vehículos dentro de Ecuador en 6 años. Si comparamos el valor del año 1989 versus el del año 1994, hablamos que el valor de la importación de automóviles se multiplicó por 37, es decir que se observa un notable crecimiento en las importaciones.

2.3.3. La falta de automóviles dificulta la movilización

Bull (2003) manifiesta que en las ciudades norteamericanas el número de automóviles por persona estaba alrededor de 0.55 y 0.58, mientras que en ciudades de Europa era de 0.23 a 0.43, en Latinoamérica el promedio solamente es de 0.022 autos por habitante.

Un claro ejemplo de esto es que en la ciudad de Quito, Ecuador con 1 millón de habitantes en el año de 1990, el desplazamiento promedio del lugar de residencia al lugar de trabajo era de 56 minutos, mientras que en la ciudad de München Alemania, que contaba con 1.3 millones de habitantes en ese entonces el tiempo de desplazamiento era de tan solo 25 minutos. Este estudio realizado lleva a concluir que la movilidad se agrava cuando el índice de autos por habitante disminuye.

2.3.4. Estatus

El automóvil en la actualidad también demuestra el estatus social del usuario, muchas veces el automóvil deja de ser visto como un medio de transporte y en algunos casos pasa a ser un lujo, en la actualidad se fabrican una gran variedad de vehículos bajo diferentes características y costos, un individuo que tenga la capacidad de adquirir un vehículo más costoso, de gama alta o de una marca de renombre tiende a estar en un estatus social más elevado.

Según Thomson y Bull (2001) existen razones por la cuales se tiende a la compra de vehículos, estas están relacionadas con la estructura social y características culturales dentro de Latinoamérica, dentro de las mismas podemos encontrar:

- Falta de calidad en el transporte público.
- La saturación del transporte público en horas pico.
- Malas prácticas de conducción en el transporte público.
- Inseguridad en el transporte público.

2.3.5. A quién afecta la congestión

La congestión afecta principalmente a la población, las dos principales maneras en las cuales son perjudiciales son: en su economía con costos elevados de transporte y, a la duración y a los tiempos, es decir, que tienen que invertir muchas horas al día dentro de uno o más medios de transporte, tomar varias rutas entre otros.

Las medidas que se tomen referente a la mitigación de la congestión atenuarán las afecciones que hemos manifestado hacia la población, se busca la reducción del valor del costo de transporte y la disminución de los tiempos de viaje.

Figura 6

¿El tráfico vehicular afecta nuestra salud mental?



Nota. Adaptado de Bangkok [fotografía], por studio, 2022, [shutterstock](#). CC BY 2.0

Para finalizar esta unidad dentro de nuestro **texto básico** nos plantea la siguiente interrogante ¿Hay que eliminar del todo la congestión?

Interrogante que es contestada de la siguiente manera: al intentar disminuir la congestión caemos en los siguientes costos.

- Aumentar la capacidad vial conlleva una gran inversión que puede estar sobre los gastos generados por una congestión leve.
- Costos generados por el desvío a otras vías y horarios de viaje.
- Los relacionados con suspensión de viajes por restricciones.

Estas respuestas nos hacen pensar en qué medida se busca mitigar la congestión y que hay que ser equilibrados a la hora de tomar decisiones estudiando a fondo las particularidades del sector de estudio, ya que muchas veces la mala gestión del tránsito nos puede hacer caer en que las soluciones que nos planteamos causen mayores pérdidas económicas y mayor molestar a la población.

Concluida la semana 3 y la unidad 2 se recomienda realizar las siguientes actividades para completar su aprendizaje.



Actividad de aprendizaje recomendada

1. Revisar el documento: [¿El tráfico vehicular afecta nuestra salud mental?](#) Y realice un resumen acerca de las temáticas más importantes que se tratan en el mismo.

Nota: realice la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

2. Para reforzar sus conocimientos, complete la siguiente autoevaluación, le recomiendo revisar el contenido de las 3 primeras semanas para el desarrollo de la misma.



Autoevaluación 1

1. () La congestión disminuye la calidad de vida en los centros urbanos.
2. () La congestión ahuyenta a los inversionistas de los centros urbanos demasiado congestionados.
3. ¿Qué ocasiona la congestión?, seleccione lo correcto.
 - a. Aumento en los tiempos de viaje.
 - b. Incremento en el precio de los vehículos.
 - c. Contaminación ambiental.
 - d. Aumento de accidentes de tránsito.
 - e. Mayor seguridad para los peatones.
4. () El vehículo es el principal causante de la congestión.
5. () Los vehículos que circulan dentro de los centros urbanos transportan en promedio a 2.5 personas.
6. () La falta de automóviles dificulta la movilización.
7. () Las malas prácticas de conducción no afectan a la congestión.
8. () El exceso de transporte público también provoca congestión.
9. ¿Quiénes sufren la congestión?
 - a. Toda la población de una ciudad.
 - b. Solo las personas que tienen vehículo.
10. De qué manera afecta la congestión a la población.
 - a. Afecta la economía y con ello dificulta la compra de vehículos.
 - b. Aumento en el costo del transporte y tiempos de viaje.

[Ir al solucionario](#)



Dentro de la semana 4 comenzaremos con la revisión de los temas correspondientes a la unidad 3 donde buscamos dar solución a la congestión mediante acciones sobre la oferta.

Unidad 3. Control de la congestión: acciones sobre la oferta

3.1. Oferta de transporte

3.1.1. Definición de oferta de transporte

La oferta de transporte es el conjunto de medios que se utilizan para el transporte y se clasifican de la siguiente manera:

- Infraestructura vial para la circulación.
- Vehículos que son los medios de transporte.
- Y la gestión de estos dos anteriores (Bull, 2003).

3.1.1.1. Infraestructura vial

Es el conjunto de elementos que se interrelacionan entre sí cumpliendo los parámetros de diseño establecidos en las normativas que rigen en cada uno de los países y normas internacionales, su función principal es permitir el desplazamiento de los distintos medios de transporte desde su origen hasta su destino ofreciendo condiciones de comodidad y seguridad tanto para peatones como para los vehículos.

Figura 7

Vía arterial con mediana central, giro restringido a la izquierda y carril exclusivo para autobuses



Nota. (Rojas-Rueda et al., 2011).

Como podemos observar en la figura 7 las infraestructuras viales son bastante complejas desde su diseño geométrico hasta la implementación de la señalización, es una inversión muy alta a la que deben incurrir los gobiernos y municipalidades si estos nos garantizan una correcta planificación, mantenimiento de estas el tráfico en las ciudades fluirá de mejor manera y existirán menores problemas de congestión.

3.1.1.2. Medios de transporte

Son los diversos medios que existen para transportar personas y mercancías a lo largo de las infraestructuras viales, dentro de estos podemos mencionar a los autobuses, metros subterráneos, metrovías que se desplazan por la superficie, camiones, taxis, vehículo privado, motocicletas, bicicletas, scooters eléctricos y cualquier otro medio de transporte mediante tracción mecánica que se desplace por las infraestructuras viales.

Actualmente, dentro de las ciudades buscamos una armonía entre estos y que todos tengan sus propios derechos para desplazarse sobre las estructuras viales, es decir, que tengan sus lugares definidos mediante señalización o carriles segregados.

Figura 8

Bogotá vivió su primer día sin carro del 2019



Nota. (Rojas-Rueda et al., 2011).

3.1.1.3. Gestión de sistemas de transporte

La gestión de los sistemas de transporte no es más que establecer una conexión muy estrecha entre la infraestructura vial de la que disponemos y los medios de transporte que se van a movilizar mediante esta, para que exista una correcta gestión se debe considerar todos los parámetros y características de las dos partes para con ello llegar a una conjunción óptima, muchas veces debemos realizar cambios en la infraestructura vial ensanchar carriles, cambiar el sentido, segregar carriles, considerar nueva señalización y utilización de semáforos, mientras que referente a los medios de transporte se toma medidas como limitar el acceso de vehículos a determinadas zonas, restringir los horarios de circulación entre otros.

Figura 9

Municipio de Quito presentó un plan de reestructuración de las rutas del transporte público en la ciudad



Nota. (El universo, 2021).

3.1.2. Ampliar oferta de transporte

Cuando las ciudades se encuentran saturadas de vehículos y las infraestructuras viales colapsan, se buscan medidas para resolver este inconveniente, Bull (2003) manifiesta que se busca tomar medidas o acciones sobre las vías y los vehículos: una de las primeras medidas es buscar la ampliación de las redes viales, otra solución es considerar la capacidad de los vehículos que transitan por las infraestructuras viales, finalmente se debe dar una gestión adecuada de las infraestructuras viales y los vehículos, muchas veces medidas como una correcta señalización, sincronización adecuada de semáforos y segregación de carriles son medidas económicas y muy eficientes.

3.1.3. Ciudades con gestión adecuada

"La ciudad requiere vías amplias y rápidas, que provean movilidad, y vías quietas para acceder a los destinos, respetando la actividad residencial" (Bull, 2003, p. 50). Según este concepto, las medidas de mitigación de congestión que se desarrolleen en torno a infraestructura vial, medios de transporte y gestión del sistema de transporte deben estar siempre enfocadas en mejorar la calidad de vida de las personas y de las zonas

donde estas medidas son aplicadas, considerando los lugares residenciales y respetando a los peatones manteniendo un óptimo entorno social.

Bajo estos parámetros, las urbes modernas deben estar planificadas de manera que asegure una alta calidad de vida, es decir, que se deben diseñar zonas residenciales libres del excesivo paso de vehículos, ruido y contaminación. Los puntos de interés común como escuelas, colegios, centros de abasto e instituciones públicas no se deben concentrar en un solo sitio si no se deben ubicar estratégicamente y pensar muy detenidamente cuál será el ordenamiento territorial de nuestras ciudades.

Concluida la semana 4 y habiendo comenzado el estudio de la unidad 3 le invito a desarrollar la siguiente actividad para reforzar su conocimiento.



Actividad de aprendizaje recomendada

Para comprender mejor los contenidos revisados durante la presente semana, le sugiero revisar el REA 3: transporte urbano. Serie geografías dentro de este recurso aprenderemos acerca del transporte urbano y cómo se genera movilidad dentro de nuestras ciudades. Una vez concluida la actividad recomendada, le invito a contestar las siguientes interrogantes:

- ¿Qué medios de transporte existe en el sector en el que reside y cuáles usa?
- ¿Existe la posibilidad de ampliación de infraestructura vial en la ciudad en la que reside?

Nota: conteste las preguntas en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 5

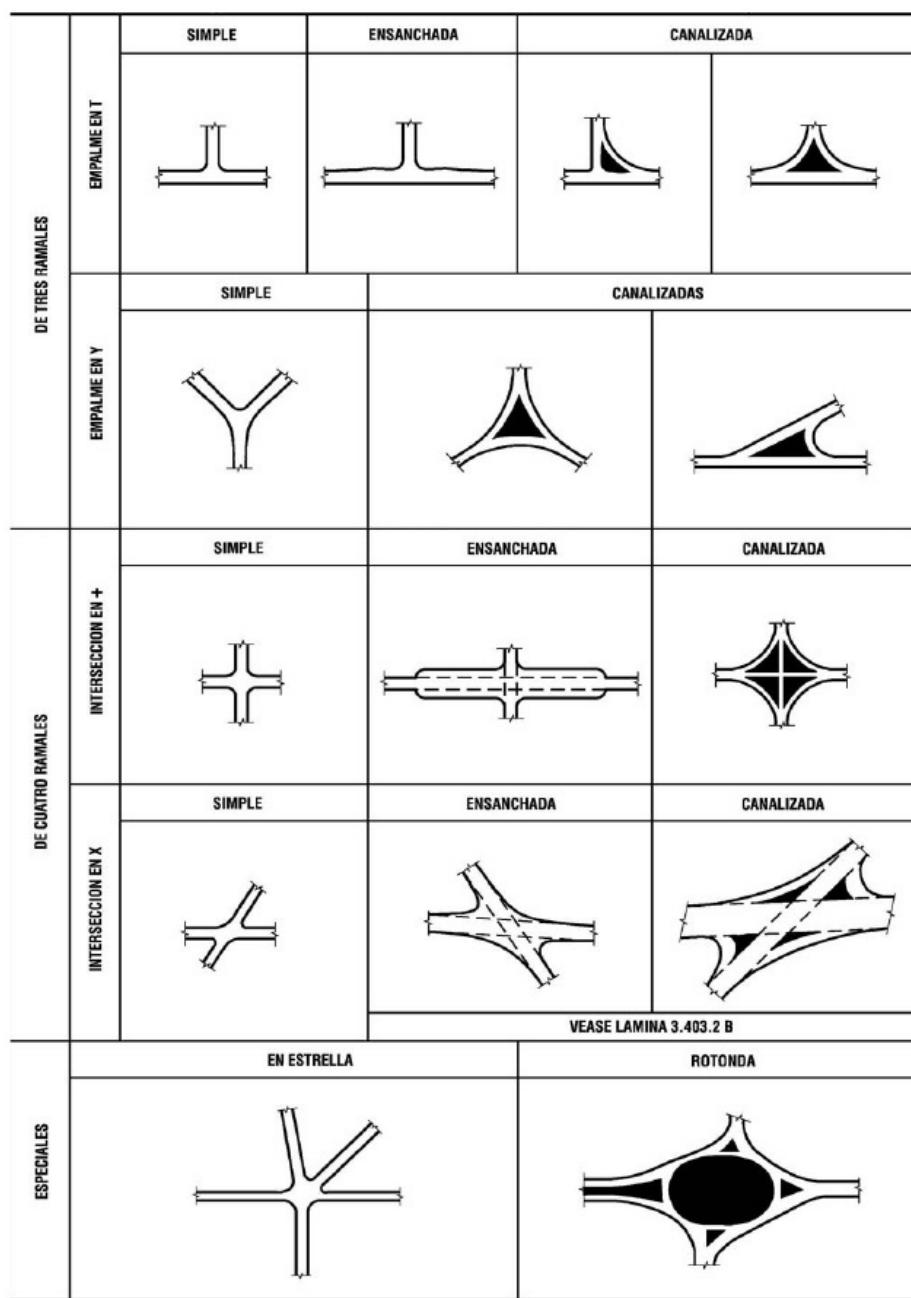
3.2. Diseño de Intersecciones

3.2.1. Tipos de intersecciones

Las intersecciones son piezas clave a la hora de tratar la congestión, en concepto una intersección es un punto en el cual dos o más vías se

intersecan, existen algunos tipos de intersecciones, entre estas están: intersecciones en T, Y, cruz, X e intersecciones múltiples.

Figura 10
Tipos básicos de intersecciones en carretera



Nota. (Universidad del Cauca, 2015).

3.2.2. Diseño de intersecciones

El diseño de una intersección depende de algunos factores técnicos como: el número de vías se intersecan, el trazado de las vías y la topografía del sector. Como ya se mencionó en el apartado anterior, el correcto diseño de estas es indispensable para la correcta circulación de tráfico, aparte de los aspectos técnicos ya mencionados tenemos que tomar en cuenta los siguientes parámetros para su diseño:

Parámetros para el diseño de intersecciones: Parámetros para el diseño de intersecciones

3.2.3. Control en intersecciones

Es importante considerar cuál de las vías tiene preferencia en una intersección, el método que se utiliza para otorgar una preferencia es determinar cuál de las dos vías tiene un mayor uso o volumen de vehículos.

Una vez determinada cuál es la vía principal y cuál es la secundaria se aplica algunos métodos para el control de intersecciones, entre esto tenemos:

3.2.3.1. Intersecciones priorizadas

Se encarga de dar preferencia a una de las vías con la señalización adecuada, por lo general se utiliza “ceda el paso” o “pare”.

Figura 11

Señal de pare



Nota. Adaptado de señal de parada obligatoria [fotografía], por Sidney de Almeida, 2022, [shutterstock](#). CC BY 2.0

Bull (2003) Considera los siguientes criterios para el uso de la señalización:

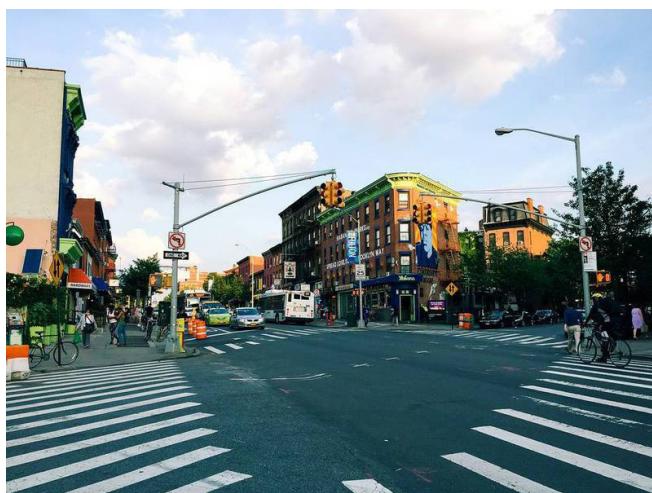
- Cuando el volumen de vehículos de una de las vías de la intersección supera en tráfico de la otra con 100 vehículos/hora.
- Según la visibilidad que exista dentro de una intersección se puede usar las señalizaciones “ceda el paso” cuando existe mayor visibilidad y “pare” cuando la visibilidad es escasa.
- El pare está restringido para dar mayor seguridad a una intersección.

3.2.3.2. Intersección semaforizada

El uso de semáforos en las intersecciones es uno de los métodos más efectivos para lidiar con el tráfico que se presenta en las intersecciones de una manera automática, estos aumentan la seguridad y se ajustan a las demandas de las intersecciones adaptándose a estas. Para el uso justificado de los semáforos deben cumplir con criterios establecidos en el **cuadro III.2 y III.3 de la página 63 de su texto básico.**

Figura 12

Semáforo en intersección



Nota. (Normas de circulación en intersecciones, 2017).

Según Nacht et al (2018) las intersecciones con planes de tiempo fueron los primeros sistemas de control de tráfico, los tiempos de espera variaban de 35 a 120 segundos, posteriormente surgieron los semáforos y se normalizaron las intersecciones como ahora las conocemos bajo un control

dinámico. Actualmente, existen sistemas de semáforos muy desarrollados capaces de identificar y cuantificar el número de vehículos que se encuentra en una intersección.

Una vez concluida la semana 5 se recomienda realizar las siguientes actividades para reforzar su aprendizaje y obtener mayor conocimiento:



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Revisar el REA 4: [prioridades de paso](#) para comprender mejor cuál es el funcionamiento de las intersecciones bajo diversos escenarios.
2. Además, le invito a observar el REA 5: [intersecciones protegidas - animación 3D](#) en donde podemos observar algunos parámetros de las intersecciones protegidas para ciclistas.
3. Finamente y una vez revisado el contenido correspondiente a la semana 5 me gustaría que conteste las siguientes preguntas relacionadas con los temas tratados durante esta semana:
 - ¿A su criterio la señalización y la coordinación de semáforos es correcta en la localidad o donde reside?
 - ¿Con el contenido revisado en la presente semana qué medidas se deben aplicar en las intersecciones de su ciudad?

Nota: conteste las preguntas en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 6

Continuando con el estudio del estudio de la unidad 3 en la presente semana hablaremos sobre las acciones que se aplican sobre la oferta y cómo estas ayudan a mitigar los problemas de congestión.

3.3. Acción en vías

3.3.1. Ampliación de capacidad física de las vías

La ampliación que se le dé a una infraestructura vial puede ser parcial o total, de acuerdo a las necesidades y a los problemas de congestión que se presenten, una de las dificultades más grandes es realizar ampliaciones viales sobre propiedades privadas bajo expropiaciones. La ampliación de la capacidad física de las vías tiende a ser una solución a corto plazo y restan espacio para los peatones y otras actividades que se desarrollan dentro de las ciudades.

En la actualidad ampliar la capacidad de las vías no es bien vista y no es una solución total a los problemas de congestión, existen medidas más eficientes y de menor inversión como la ampliación de la oferta de transporte que otorgan mejores resultados.

3.3.2. Vías de sentido variable

Las vías en sentido variable son las que durante el transcurso del día varían el sentido de circulación de los vehículos dependiendo de la demanda que se presenta en diferentes horarios y del sentido de circulación al cual tienden los vehículos, para la aplicación de este sistema se debe estudiar detenidamente los desplazamientos y la matriz origen destino.

Bull (2003) menciona las medidas que se tomaron en Chile en el año 2001 con respecto a las vías de sentido variable y se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla.

Tabla 2

Santiago de Chile: ahorros de tiempo en vías de sentido variable (hora punta de la mañana)

Santiago de Chile: Ahorros de Tiempo en Vías de Sentido Variable (Hora Punta de la Mañana)				
Vía	Longitud (Km)	Tiempos de viaje antes de la medida (minutos)	Tiempos de viaje con la medida (minutos)	Ahorro (%)
Portugal	1.4	10.2	3.0	70.6
Salvador	3.1	12.2	7.3	40.2
Diagonal Oriente	5.5	17.5	11.2	36.0
Bascuñan	0.2	5.9	2.5	57.6
Mapocho	3.7	3.2	2.8	12.5
Av. El Cerro	1.8	6.2	3.9	37.0

Fuente: Subsecretaría de transporte, Chile.

Nota. (Bull, 2003).

En la tabla 2 se observa claramente que esta es una medida bastante efectiva, ya que en vías como la calle Portugal los tiempos de viaje baja significativamente de 10 minutos a 3 minutos y en otras calles en las cuales se realizó el estudio la disminución es bastante buena, esta medida debe estar acompañada de un buen sustento en el cual se apliquen todas las particularidades de la vía y del comportamiento de los vehículos o tráfico.

3.4. Coordinación de semáforos

La coordinación de semáforos es una de las medidas más acertadas para combatir la congestión, cuando estos tienen un funcionamiento coordinado se puede obtener resultados muy importantes en ahorro de tiempo combustible y disminución de la contaminación. Se deben coordinar los tiempos y los desfases entre la luz verde y roja, esta calibración tiene algunos procesos complejos por lo cual muchas veces se realiza una modelación con software, ya que estos sistemas nos permiten obtener una óptima coordinación (Bull, 2003).

Figura 13

Importancia del semáforo



Nota. Adaptado de semáforo en rojo [fotografía], por claudiodiv, 2022, vecteezy. CC BY 2.0

En la actualidad, los avances tecnológicos y el desarrollo de software permiten controlar redes de semáforos y sistemas centralizados con programas como: Sigop, Combination, Metod y Transyt, destacando especialmente este último en muchos países (Bull, 2003).

Los semáforos de control dinámico son capaces de controlar el tráfico, detectan no solo a los vehículos, sino también a los peatones, estos sistemas permiten el fenómeno de la progresión que no es más que una cola de semáforos en verde que permiten una circulación fluida de los vehículos, otro sistema usado en semáforos es el sistema adaptativo el cual actúa según la demanda de tráfico es decir que este se va a adaptar a la demanda de vehículos en tiempo real. Estos son sistemas ya bastante desarrollados de semaforización que ya son aplicados en grandes centros urbanos (Nacht et al., 2018).

A continuación, detallamos cada uno de estos sistemas:

3.4.1. Coordinación establecida

Se refiere a la coordinación de semáforos preestablecidos, los cuales tienen un respaldo externo de información referente a flujos de tráfico (estudios de tráfico) y poseen controladores de tiempo, es decir, que estos son coordinados externamente para su funcionamiento.

3.4.2. Coordinación flexible o dinámica

Poseen una detección en tiempo real de los flujos de transporte, es decir que fluctúan en su funcionamiento dependiendo de los flujos vehiculares, los cuales son procesados y enviados a los controladores con sistemas altamente sofisticados.

3.4.3. Sistemas de control centralizado

Son los que representan un mayor desafío tecnológico, están conformados por una central de control, esta permitirá la administración en conjunto de todos los sistemas de semáforos, Bull (2003) menciona que estos presentan las siguientes facilidades:

- Tienen comunicación directa con cada una de las intersecciones.
- Comunicación directa para identificar fallas.
- Tienen el control y la administración de los letreros de información en los cuales se informa el estado de las rutas.
- Administran cámaras de detección.

Una vez concluida la semana 6 se recomienda para reforzar su aprendizaje realizar las siguientes actividades:



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Revisar el REA 6: [el Mapa Digital - coordinación y logística de los semáforos](#). El objetivo de esta actividad es que observe y comprenda como se realiza la coordinación de semáforos desde un centro de control.

2. Además, le invito a contestar las siguientes preguntas relacionadas con los contenidos desarrollados en esta semana.
 - • ¿Conoce cuál es el sistema de semáforos que se usa en su ciudad?
 - • ¿Ha escuchado hablar de las vías de doble sentido, conoce si este sistema es utilizado en nuestro país?

Nota: conteste las preguntas en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

3. Finalmente, complete la siguiente autoevaluación, para el desarrollo de la misma le recomiendo revisar el contenido correspondiente a las semanas 4, 5 y 6.



Autoevaluación 2

1. () La infraestructura vial es el conjunto de elementos que se interrelacionan entre sí cumpliendo parámetros de diseño que ofrecen condiciones de comodidad y seguridad para peatones y vehículos.
2. ¿A qué se refiere con ampliar la oferta de transporte?
 - a. Buscar la ampliación de las redes viales, considerar la capacidad de los vehículos.
 - b. Renovar las unidades de transporte.
3. ¿Cuáles son los principios básicos de diseño de intersecciones?
 - a. Preferencia en los movimientos principales.
 - b. Distancia de frenado.
 - c. Control de puntos de giro.
 - d. Ancho de calzada.
 - e. Control de velocidad.
4. () Uno de los criterios para el uso de señalización es la visibilidad que exista dentro de una intersección.
5. La vía en sentido variable se refiere a:
 - a. Durante el transcurso del día varían el sentido de circulación.
 - b. Una doble vía.
 - c. Vía de cuatro carriles.
6. La infraestructura vial y los medios de transporte tiene que tener una conexión muy estrecha para que funcionen de manera adecuada, este concepto se refiere a:
 - a. Gestión de sistemas de transporte.
 - b. Coordinación del transporte.
 - c. Mantenimiento vial.

7. () ¿Aumentar la capacidad de los vehículos es una medida de mitigación de congestión?
8. () En el tema de diseño de intersecciones, uno de los principios básicos de diseño es: separación de puntos de conflicto.
9. () Para diseñar intercesiones no se necesita la información de velocidad, diseño geométrico y preferencias de las dos vías que se intersecan.
10. () La señalización de ceda el paso se usa cuando la visibilidad es escasa.

[Ir al solucionario](#)



Dentro de la semana 7 seguiremos con la revisión de la unidad 3 en la cual continuamos hablando sobre las medidas de mitigación de la congestión aplicables sobre la oferta.

3.5. Carriles exclusivos para transporte público

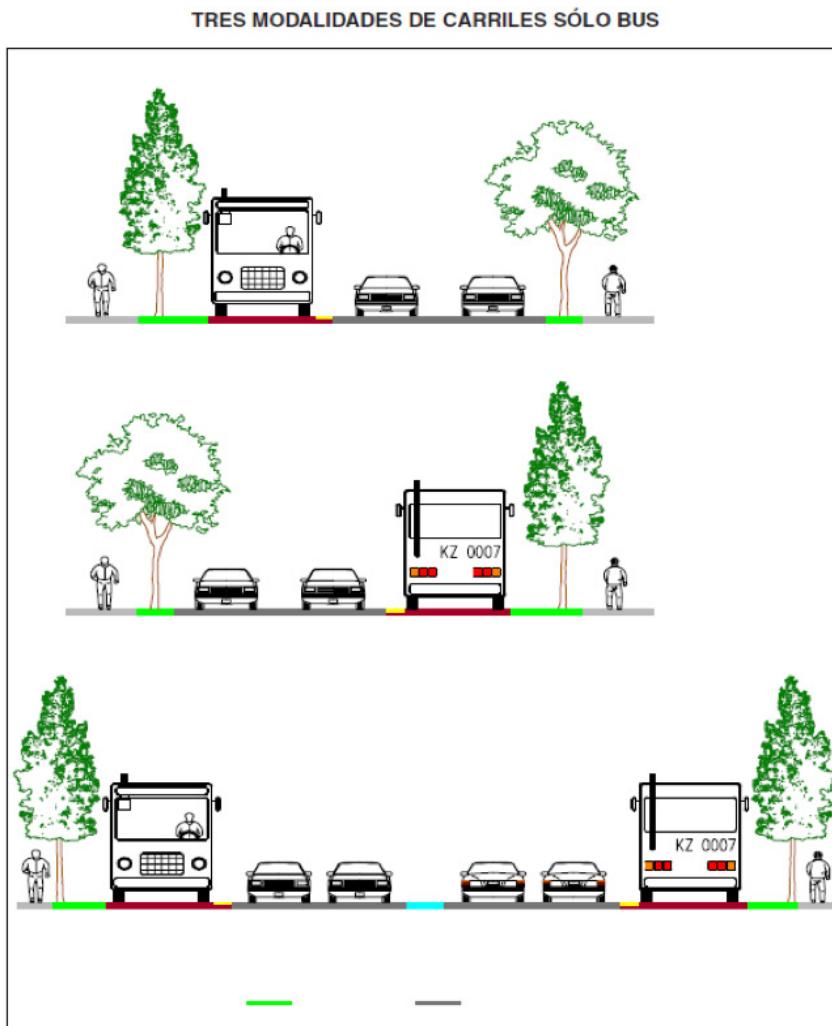
Actualmente, existe una tendencia a nivel mundial en la cual se busca dar mayor fluencia al transporte público, mediante la asignación de carriles o vías exclusivas dentro de las infraestructuras viales para el transporte público, se han tenido muchas experiencias con la implantación de estas, en muchos países de Europa y Latinoamérica estas medidas ya han sido aplicadas y han tenido buenos resultados dando una mayor eficiencia al transporte público y mejorando los tiempos de viajes, dentro de los tipos de carriles exclusivos que se una comúnmente están:

3.5.1. Carriles señalizados exclusivo para bus

Su implantación es de bajo costo, pero deben existir medidas de vigilancia y sanción para los usuarios que realicen la violación de esta restricción. El éxito de esta medida radica en la educación vial del centro urbano donde se aplique, si existe una invasión permanente por parte de los vehículos a este carril la medida no será tan eficiente, para que se cumpla como ya se mencionó anteriormente debe existir una constante vigilancia y sanciones para los usuarios quienes no respeten el carril señalizado para bus.

Figura 14

Tres modalidades de carriles solo bus



Nota. (Bull, 2003).

3.5.2. Carriles segregados

La principal diferencia con los carriles señalizados para bus es que estos se encuentran con una separación física que impide la invasión de este carril, por lo general este carril se encuentra ubicado en el centro de la infraestructura vial, estos se pueden presentar de dos maneras unidireccionales y bidireccionales. En la tabla 3 se puede observar el ahorro de tiempo que se genera con el uso y aplicación de los carriles segregados en la ciudad de Santiago en Chile.

Tabla 3

Ahorro de tiempo en vía segregada de Santiago de Chile

Avenida B.O'Higgins (7.0Km) Sentido	Ahorros de tiempo en una Vía Segregada de Santiago de Chile (Hora Punta de la Mañana)				Tiempos de viaje autos			
	Antes de la medida (minutos)	Con la medida (minutos)	Ahorro (minutos)	Ahorro (porcenta- jes)	Antes de la medida (minutos)	Con la medida (minutos)	Ahorro (minutos)	Ahorro (porcenta- jes)
O - P	28.0	17.4	10.6	37.9	17.5	12.1	5.4	30.9
P - O	33.0	21.6	11.4	34.5	21.0	23.5	(2.5)	(11.9)

Nota. (Bull, 2003).

Como se observa en la tabla 3 la medida no solo afecta al transporte público, sino que también tiene una incidencia sobre los automóviles, en el caso de Santiago de Chile con el uso de estos carriles se llegó al ahorro de hasta el 21% en tiempos de viajes, mientras que en el caso de los vehículos la medida produjo ahorros de tiempo de viaje hasta el 30%, con base en estos estudios se puede considerar que estas medidas son bastante eficientes y replicables para muchos centros urbanos.

Figura 15

Metrovía-Guayaquil



Nota. (El universo, 2020).

Dentro de nuestro país se ha buscado aplicar esta medida dentro de nuestros centros urbanos, existen algunas ciudades dentro de nuestro país

que ya cuenta con carriles de buses segregados, una de las ciudades donde esta medida se aplica es la ciudad de Guayaquil, donde se usa carriles segregados para la metrovía que han hecho que el transporte público sea más eficiente.

3.5.3. Vías para buses

Esta medida se refiere al uso exclusivo de toda la calzada para el transporte público, Bull (2003) menciona que se aplicó en Santiago de Chile en el año de 2001, dando exclusividad de uso de la vía al transporte público en horas pico, donde se obtuvo los resultados descritos en la siguiente tabla 4.

Tabla 4

Ahorros de tiempo de buses en vías exclusivas de Santiago de Chile

Vía exclusiva	Longitud (Km)	Sentido	Tiempos de viajes antes de la medida (minutos)	Tiempos de viajes con la medida (minutos)	Ahorro	
					(minutos)	(porcentaje)
Gran Avenida	9.4	S - N	38.4	29.3	8.1	23.7
Gral. Carrera		N - S	26.8	28.4	(1.6)	(6.0)
Recoleta	4.3	S - N	14.1	12.8	1.3	9.2
		N - S	17.1	14.4	2.7	15.8
Santa Rosa	10.5	S - N	40.4	33.6	6.8	16.8
		N - S	24.6	26.2	(1.6)	(6.5)
Pajaritos	7.8	O - P	17.7	17.4	0.3	1.7
		P - O	22.7	19.6	3.1	13.7
San Pablo	9.6	P - O	33.9	25.4	8.4	25.0
Independencia	5.9	N - S	17.3	17.2	0.1	0.5
Vicuña	9.3	S - N	26.2	23.4	2.8	10.7
Mackenna		N - S	22.6	23.3	(0.7)	(3.1)

Nota. (Bull, 2003).

Se puede observar que la aplicación de esta medida es bastante eficiente, en el estudio realizado en la ciudad de Santiago se observa que los porcentajes de tiempo de viaje bajaron desde un 10% hasta un 25%, estos son resultados son muy buenos, pero hay que considerar cómo afecta esta medida al vehículo privado y a otros medios de transporte buscando un equilibrio y no causar caos con la aplicación de estas medidas.

3.5.4. Metro de superficie

El sistema de segregación de carriles contribuye a la conformación de un equivalente de metro de superficie con el debido aprovisionamiento de estaciones y terminales de intercambio, según Arias (2001), como se citó

en Bull, (2003) existieron algunas experiencias con los metros de superficie como el de Curitiba en Brasil y el sistema de Trolebús de Quito Ecuador que se inauguró en el año de 1995, esté tiene una característica especial porque pese a que su carril es de 3.5 metros de ancho por sentido, se afirma que luego de su implantación se obtuvieron ahorros de 50% en los tiempos de viaje.

Figura 16
Trolebús Quito



Nota. (CIDEU, 2020).

Desde su concepción hasta la actualidad, el Trolebús de Quito ha sido uno de los modelos de transporte más exitosos en la región y ha sido replicado en muchas ciudades y es considerado como un sistema de metro de superficie.

3.6. Transporte público de calidad superior

Como observamos dentro del unidad 2 uno de los principales problemas de la congestión es el uso del vehículo y su baja capacidad para transportar personas en promedio solo se transportan 1,5 personas por vehículo dentro de las vías urbanas, por lo que se trata de atraer más usuarios hacia el transporte público, pero para lograr esto se necesita tener un sistema de transporte en óptimas condiciones y que sea atractivo para captar mayor número de usuarios, por lo que en la actualidad se está buscando que el

transporte público sea lo más confortable posible, lo más seguro y lo más accesible económicamente.

Algunas de las estrategias que menciona el autor del **texto básico** son:

- Buses ejecutivos.
- Taxis colectivos (Bull, 2003).

Una vez concluida la semana 7 y la unidad 3, se recomienda realizar las siguientes actividades para reforzar su aprendizaje:



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Luego de haber revisado todas las medidas de mitigación sobre la oferta le invito a que aplique estos conocimientos mediante una descripción de la oferta, de transporte en la ciudad donde reside y según su criterio manifieste cuáles de todas las medidas revisadas deben ser aplicadas en su ciudad para una mejor gestión del transporte y atenuar los problemas de congestión.
2. También le invito a revisar este interesante REA 7: [historia del Trolebús Quito \(1995-2020\)](#), mismo que nos habla de la historia de Trolebús y como ha ido mejorando a lo largo de su historia.
3. Finalmente, le invito a que conteste la siguiente interrogante:
 - ¿Cuál es su opinión sobre el Trolebús de Quito?, ¿cómo crees que es su gestión?, y ¿qué aspectos mejorararía de este medio de transporte?

Nota: realice las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 8



Actividades finales del bimestre

En la presente semana damos por finalizado el primer bimestre, esperando que todo el contenido y actividades recomendadas que ha desarrollado a través de estas 8 semanas hayan sido productivas y nutran su conocimiento y formación como ingeniero en logística y transporte.

En los próximos días desarrollarán su prueba bimestral, para la misma les recomiendo revisar las tres unidades abordadas durante el desarrollo del primer bimestre, reforzar temas como: los conceptos de congestión, por qué se produce, y las medidas de mitigación que se aplican sobre la oferta.

También le invito a realizar un repaso de las autoevaluaciones y de las actividades que se le ha recomendado a lo largo del aprendizaje de esta asignatura.

¡Le deseo el mejor de los éxitos en el desarrollo de su evaluación presencial!

Resultado de aprendizaje 2



Segundo bimestre

- El resultado del aprendizaje está orientado a definir y conceptualizar las medidas de mitigación para atenuar los problemas de congestión aplicados sobre la demanda, una vez comprendidos estos conceptos y los del primer bimestre se busca que obtenga la capacidad de entender como está estructurado un modelo de simulación de tráfico que parámetros se consideran y mediante estos se pueda definir si las medidas de mitigación aplicadas son o no eficientes para atenuar la congestión.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 9

Comenzando el segundo bimestre hablaremos de los temas relacionados con la unidad 4 en la que revisamos y describiremos cuáles son las acciones que se deben tomar con el fin de controlar la demanda y cómo estas inciden para lograr atenuar los problemas de congestión en los centros urbanos.

4.1. Demanda de transporte

4.1.1. Concepto de demanda de transporte

Al hablar de la demanda estamos hablando directamente del traslado de las personas por diversos motivos, estos viajes se pueden realizar por: trabajo, estudio, necesidades de abastecimiento, turismo, sociales y ocio. La demanda puede producirse de dos maneras, puede ser una rutina como en el caso de trabajo o estudio o puede producirse traslados aislados por otros motivos como abastecimiento, ocio o turismo.

La demanda no es la misma en todas las ciudades, esta varía dependiendo de la distribución de las ciudades, de la ubicación de los puntos en común y de la ubicación de las zonas residenciales.

4.1.2. Controles a la demanda

Lo revisado en las unidades anteriores tiene estrecha relación con la demanda, es decir, que la oferta de la infraestructura vial y del transporte está en función de la demanda de sus características y particularidades. El principal problema son los desplazamientos de la demanda a las zonas de mayor atracción en horas pico (zonas céntricas).

La idea principal en este apartado es tratar de eliminar o bajar el número de desplazamientos hacia las zonas de atracción para atenuar la congestión.

Las medidas o acciones a tomar sobre la demanda son limitar el uso del vehículo en determinadas zonas y horas, según Bull (2003) al tener un eficiente control sobre la demanda se espera:

- Mayor uso de los medios de transporte.
- Medios alternativos de transporte (caminar, bicicleta, scooteres eléctricos, entre otros).
- Modificar la hora de los traslados de horas pico a horas donde existe menos congestión.

Figura 17

Medios alternativos de transporte



Nota. Adaptado de sistema de bicicletas compartidas [fotografía], por RaícesBrotes, 2022, [shutterstock](#). CC BY 2.0

4.1.3. Medidas aplicadas a la demanda

Las medidas tomadas sobre la demanda no son más que obligar a cambiar de hábitos obligadamente mediante el uso de restricciones. Según Bull (2003) las medidas que pueden cambiar los hábitos del transporte y disminuir o mitigar la congestión son:

- Control de estacionamientos.
- Restricción vehicular.
- Tarificación vehicular mediante tecnología.
- Disminuir viajes.

Estas se describen en los siguientes apartados:

4.2. Control de estacionamiento

4.2.1. Aplicación de la medida

El estacionamiento se debe considerar dentro de la gestión del transporte, los usuarios siempre buscan una plaza de estacionamiento una vez que se ha llegado a su destino. La falta de estacionamiento es uno de los principales motivos para dejar de usar el vehículo, si se tiene estacionamiento a grandes distancias del punto de llegada o precios

elevados, los usuarios de vehículo piensan dos veces antes de desplazarse en sus vehículos.

Lo que se buscan con el control del estacionamiento es:

- Liberar las calles de vehículos estacionados y aumentar la capacidad de las infraestructuras viales.
- Evitar estancias prolongadas de estacionamiento.
- Fomentar el uso compartido de vehículos.
- Llegar a un estacionamiento de corta duración.
- Disminuir los tiempos de búsqueda de estacionamientos.

4.2.2. Estacionamiento gratuito

Los usuarios del automóvil buscan comodidades a la hora de usarlos, desean que el lugar de destino sea de fácil acceso a una plaza de parqueo, el problema se origina al momento de tener abarrotadas las vías de vehículos estacionados, lo que dificulta y retrasa la circulación de los vehículos en movimiento, es ahí cuando se produce la reducción de capacidad de las vías, por lo cual se busca un equilibrio en la designación de zonas de estacionamiento, por lo general se busca ubicar plazas de estacionamiento gratuito en sitios donde no compliquemos la circulación vehicular.

Para definir las zonas donde sí es posible designar un parqueo gratuito se debe realizar un análisis de las infraestructuras viales y de los vehículos que circulan, se debe evitar designar estacionamiento gratuito en: avenidas y arterias principales. Para el control del estacionamiento también se debe realizar una debida señalización de las zonas donde es posible el estacionamiento y donde no, otra medida a tomar es el monitoreo y control bajo sanción de quienes no acaten las disposiciones.

4.2.3. Estacionamiento pagado

Al instaurar un estacionamiento pagado estamos estableciendo una restricción del uso de estos, lo que evitaría principalmente que los vehículos perduren estacionados o tengan grandes estancias ocupando una plaza de estacionamiento, esta medida obligará a que los usuarios utilicen una plaza de parqueo solamente el tiempo necesario para desarrollar sus actividades.

Otra de las ventajas es la captación de los recursos generados por el pago de estacionamiento y esos recursos sirven para mejorar las infraestructuras viales y los sistemas de transporte, es decir, habría un autofinanciamiento.

Dentro del establecimiento de estacionamiento regulados o tarifados tenemos que considerar lo siguiente:

- El uso del parquímetro que es un sistema de recaudación automático.
- El valor a pagar por el uso de una plaza de estacionamiento en función al uso o derecho del suelo.
- El control efectivo del uso de estos mediante el cobro eficaz y vigilancia de este.
- Prohibición de estacionamiento en horas pico.

En muchas de las ciudades de nuestro país se utilizan sistemas de estacionamiento pagado, es el caso de la ciudad de Loja-Ecuador, donde se utiliza Servicio de Estacionamiento Rotativo Tarificado (SIMERT), que es un sistema que tarifa el estacionamiento según la zona de estacionamiento y el tiempo que permanece estacionado el vehículo, el sistema cuenta con horarios y días de estacionamiento definidos por la zonificación de la ciudad, para su cumplimiento cuenta con supervisores que monitorean el uso de las tarjetas SIMERT y un sistema regulado de multas y sanciones para quienes no acatan las disposiciones. Este sistema es muy sencillo de llevar, requiere una inversión relativamente baja y posee autofinanciamiento.

Figura 18

Tarjetas del SIMERT



Nota. (Díaz, 2022).

4.2.4. Estacionamiento de trasbordo

El estacionamiento trasbordo se refiere a usar el vehículo hasta un determinado punto del trayecto en donde se cambiará a un transporte diferente o público.

OCDE (1981), como se citó en Bull, (2003) manifiesta que el viaje está estructurado de la siguiente manera:

- Trayecto en vehículo desde el domicilio.
- Estacionamiento del vehículo cercano a estación de transporte público.
- Transporte público u otro medio para llegar a su destino final.

Este sistema es una medida aplicativa para urbes con extensiones muy grandes y buscan principalmente el evitar que todo el parque automotor ingrese a los centros urbanos, para el éxito de mismo se debe proporcionar estacionamiento gratuito o de bajo costo junto o dentro de las paradas o alimentadores de transporte público en muchas ciudades a nivel mundial se han aplicado estas medidas y han tenido buena aceptación y mejorado sus problemas de congestión.

Una vez concluida la semana 9, hemos revisado los primeros contenidos de la unidad 4 para reforzar el entendimiento de estos se le recomienda realizar las siguientes actividades:



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Revisar el siguiente REA 8: [gestión de estacionamiento en vía pública](#), en donde nos explica cómo debe ser la debida gestión de estacionamientos mediante el uso más eficiente de los espacios y el diseño de las estaciones de estacionamiento.
2. Realice una investigación acerca de cuál es el sistema de control de estacionamiento dentro de la ciudad en la que reside, analícelo y manifieste si considera que este es correcto o no, proponga como debe ser la correcta gestión de plazas de estacionamiento en su ciudad con base en lo revisado en el REA 8.

Nota: realice las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Dentro de la presente semana 10 continuamos con la revisión de los temas relacionados con la unidad 4 acciones sobre la demanda para la mitigación de la congestión.

4.3. Escalonamiento de horarios

El tráfico tiene sus condiciones particulares, existen horas pico donde las vías se encuentran abarrotadas y otras horas de baja demanda, la generación de horas pico se encuentran íntimamente relacionadas con los horarios laborales y de estudio, en estas horas todos los usuarios de transporte público y de vehículos privados se desplazan a sus destinos.

4.3.1. Descripción de la medida

Según Bull (2003) el escalonamiento de horario consiste en establecer diferentes horarios de entrada y de salida en las actividades que se desarrollan en torno a una ciudad como trabajo, colegio, universidades, entre otros, lo que se busca con estas medidas es directamente evitar las horas punta con demasiada afluencia de vehículos y que estos vehículos sean distribuidos a lo largo del día.

Los horarios que se pueden establecer son muy variantes, ya que cada ciudad tiene sus particularidades como la ubicación geográfica y condiciones climáticas, otra alternativa o medida que se toma es implantar dentro de las instituciones y empresas el uso, las jornadas laborales flexibles o el teletrabajo. Esto provocará que las horas pico no sean tan marcadas y no exista un exceso de vehículos circulando en los mismos horarios.

4.3.2. Casos de aplicación

La implantación del escalonamiento de horarios ya se ha venido dando en algunas ciudades, Fernandes (1995) como se citó en Bull, (2003) afirma que se implantó en Europa (Francia) y en Norteamérica (Estados Unidos, Canadá), obteniendo buenos resultados en la disminución de tiempos de viaje y mayor confort en el transporte público. Además, se menciona que en Latinoamérica ya se ha aplicado en ciudades de Brasil, también obteniendo

resultados en la disminución de tiempo de viaje, ahorro de combustible y aumento de velocidades de circulación del transporte público.

4.3.3. Ventajas y desventajas

Ventajas:

- La medida logra ciertos resultados.
- Bajos costos de puesta en marcha.
- Posibilidad de mantener hábitos modales.
- Ahorro en flota de transporte público.

Desventajas:

- Costos del ajuste a los nuevos horarios.
- Aumento de viajes producto de los cambios de horario.
- Cambio de hábitos.
- Medida difícil de imponer.

Una vez revisadas las ventajas y desventajas de la aplicación de esta medida, se debe buscar un equilibrio en su aplicación, buscando los horarios óptimos para que esta medida llegue a ser efectiva.

4.4. Restricción vehicular

Durante la revisión de las unidades anteriores se habló que los vehículos privados y de su alta influencia en la congestión dentro de nuestras ciudades, por lo cual restringir el uso de estos atenuará significativamente los problemas de congestión.

4.4.1. Descripción de la medida

Este sistema o medida no es más que restringir o prohibir el acceso de los vehículos a determinados lugares en horas establecidas.

Para tomar estas medidas se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ¿A quiénes restringir?
- Formas de materializar la restricción.
- Sectores de la ciudad con restricción.
- Periodos de vigencia.

Figura 19

Tráfico vehicular en Quito pese al Pico y placa



Nota. (El comercio, 2021).

En el caso de las ciudades de nuestro país, en especial en la ciudad de Quito, se ha buscado implantar esta medida restringiendo el uso del vehículo mediante el denominado Pico y Placa, que establece días de circulación y días de restricción para los vehículos que se movilizan dentro de la ciudad según el último dígito de su placa.

4.4.2. Efectividad restricción

Bull (2003) menciona que esta medida tiene un alto impacto a corto plazo, pero a largo plazo deja de ser efectiva principalmente por uno de los aspectos que ya habíamos mencionado en las unidades anteriores, la facilidad que existe actualmente de adquirir vehículos nuevos o usados hace que esta medida deje de ser efectiva, existen personas o familias que buscan adquirir un segundo vehículo con diferente terminación de número de placa para así poder saltarse esta medida. Sin embargo, los municipios o autoridades buscan diversas restricciones usando los números en los cuales terminan las placas vehiculares.

4.4.3. Casos de aplicación

La aplicación de esta medida tiene un largo historial, ya que ha sido implantada en muchas ciudades, por ejemplo Minrael (1995) como citó Bull, (2003) menciona que se aplicó en Buenos Aires, Caracas, y también se aplicó en Europa en ciudades como Atenas, donde se obtuvo buenos resultados.

La ciudad de Quito también tiene un largo historial con esta medida a partir del año 2010 fue aplicada buscando atenuar los problemas de congestión que atraviesa la ciudad y se han establecido diversos mecanismos y variables para aplicar esta restricción. Con respecto a todo país, esta medida fue bastante útil para evitar las aglomeraciones en la época de la pandemia provocada por el COVID-19.

4.4.4. Ventajas y desventajas

La aplicación de esta medida tiene un largo historial, ya que ha sido implantada en muchas ciudades, por ejemplo Minrael (1995) como citó Bull, (2003) menciona que se aplicó en Buenos Aires, Caracas, y también sé:

Las ventajas y desventajas respecto a la restricción vehicular son las siguientes:

Ventajas:

- Es efectiva en el corto plazo.
- Disminución de la contaminación.
- Bajos costos de puesta en marcha.

Desventajas:

- Expropiación de un derecho adquirido por los usuarios.
- Dificultad de fiscalización.
- Incremento adicional y envejecimiento del parque automotriz en el mediano plazo.

Una vez concluida la semana 10, y revisados los contenidos referentes a la restricción vehicular, se recomienda reforzar su aprendizaje mediante el desarrollo de la siguiente actividad:



Actividad de aprendizaje recomendada

Realice una investigación complementaria a contenidos revisados en la presente semana referente a la congestión vehicular y realice un mapa conceptual en el cual consten sus conceptos, aplicaciones, ventajas y desventajas.

Nota: realice la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



En la presente semana concluiremos con los contenidos correspondiente a la unidad 4 en la cual hemos abordado temas correspondientes a la el control mediante acciones sobre la demanda.

4.5. Reducir los viajes

El uso de vehículos es muy atractivo para los usuarios por la comodidad que estos ofrecen para la movilidad, pero en muchas partes del mundo se está luchando para tratar de cambiar la mentalidad acerca del uso del automóvil, ya que como hemos manifestado los vehículos son el principal foco de congestión.

4.5.1. Planificación personalizada de viajes

Existen algunos métodos para cambiar la mentalidad, entre los que están:

- Establecer la mejor forma de realizar un viaje específico se puede realizar una planificación y determinar cuál es la mejor opción para realizarlo si mediante el uso del automóvil o de preferencia en transporte público.
- Métodos que intentan modificar los hábitos de viajes como: IndiMarkMR, TravelSmartMR, Travel BlendingMR y Living NeighbourhoodsMR.
 - **IndiMarkMR y TravelSmartMR:** buscan cambiar la mentalidad de las personas usando métodos de promoción directa en los hogares vía telefónica sobre el uso de transporte público.
 - **Travel BlendingMR y Living NeighbourhoodsMR:** usan una estrategia igual, pero tratan de aplicarse a nivel comunitario.
- Educación vial en las entidades educativas, que busca hacer conciencia sobre los transportes sostenibles cuidando el medio ambiente (Bull, 2003).

4.5.2. Educación vial

El comportamiento de los usuarios de los vehículos y de los peatones tiene una alta incidencia en la cogestión y en la seguridad vial, mientras más alta sea la educación vial de una sociedad con una correcta y disciplinada conducción mejor será la movilidad. Si existen campañas de educación vial, esto se verá reflejado en los problemas de congestión de las ciudades. Dentro de muchos países se ha incluido en la formación de los niños y adolescentes este ámbito buscando generar conciencia de cuán importante es.

En Ecuador se está buscando concientizar a la sociedad acerca de temas de seguridad vial mediante campañas masivas acerca de este tema, una de las campañas que se viene desarrollando es la Semana de la Seguridad Vial que se aplica a lo largo de todo el país mediante el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, la Agencia Nacional de Tránsito, la Comisión de Tránsito del Ecuador y otras instituciones que buscan concientizar a nuestra sociedad.

4.5.3. Tecnologías de comunicación

Los avances tecnológicos de alguna manera inciden en la generación de viajes, ya que actualmente, con la tecnología y logística existente, se puede realizar muchas actividades línea desde casa como: pagos, transferencias, compras en línea, actividades que logran reducir la demanda de viajes.

Es decir, que actualmente podemos obviar los viajes gracias a la tecnología. Las nuevas tendencias logísticas buscan atenuar los problemas de congestión mediante el uso de tecnologías revolucionarias.

4.6. La cogestión y su futuro

4.6.1. Tendencia a futuro

Como habíamos mencionado en las unidades anteriores, la movilidad y los medios de transporte han ido evolucionando al pasar de los años junto con la sociedad, la tendencia actual es el crecimiento poblacional y la concentración en centros urbanos.

4.6.2. La disponibilidad de tiempo para viajes

Muchas veces el motivo o selección de medio de transporte está ligado directamente a la disponibilidad de tiempo que tienen las personas, todos los usuarios de vehículos y de transporte público buscan realizar los tiempos más cortos de viaje, la congestión es un factor que aumenta los tiempos de viaje de las personas por lo que se buscan maneras alternativas para desplazarse (Bull, 2003).

- Reducción de las distancias de viaje.
- Reducción de las frecuencias de viajes.
- Trasladarse por sectores menos congestionados.
- Cambiar de medio de transporte.
- Cambiar las horas de viajes.

4.6.3. Tarificación vial y uso del suelo

La tarificación vial se refiere al pago por tener acceso a una determinada zona usando el vehículo, esta medida trae consigo algunas consecuencias: reducir el acceso a determinadas zonas mediante pago puede hacer que la zona tarifada baje su afluencia, es decir que las personas dejen de ir a esa zona, otro posible resultado de esta medida es que las personas abandonen el sitio y migren hacia zonas en las cuales no exista este rubro o cobro lo que produciría un deterioro urbanístico.

La aplicación de estas medidas debe estar acompañada de un excelente sistema de transporte público y medios alternativos de transporte para acceder a estas zonas, es decir, que la gente no deje de ir porque no puede acceder en su vehículo.

Al tomar estas medidas, los usuarios deben elegir entre las siguientes opciones:

- Cambiar a transporte público.
- Viajar a estos sectores en horarios no tarificados.
- Seguir desplazándose como siempre lo han hecho.

Figura 20

Ciudades sostenibles



Nota. (Seabra, 2021).

Concluida la unidad 4 podemos observar que existen una infinidad de temas a tratar respecto a la congestión y que existen muchos motivos por los cuales se produce y existen muchas medidas en cuanto al control de la demanda que se pueden aplicar, todo esto con el fin de lograr obtener ciudades sostenibles, libres de congestión, planificadas correctamente y con tiempos de viaje moderados todo esto hará que la calidad de vida se eleve.

Una vez concluida la semana 11 y terminada la revisión de contenidos de la unidad 4 recomendamos realizar las siguientes actividades para reforzar lo aprendido.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Realizar un mapa conceptual en el cual incluiremos cada una de las medidas que se aplican a la demanda, para el desarrollo del mismo, revisar los contenidos que hemos estudiado a lo largo de las semanas 9, 10 y 11.
2. Finalmente, para concluir con el estudio de las medidas de mitigación sobre la demanda, me gustaría que conteste a las siguientes interrogantes.
 - ¿Cambiaría su manera actual de transportarse? ¿Bajo qué motivos?

- ¿Cuál de las medidas de mitigación sobre la demanda cree que es más aplicable al sector en el que reside?

Nota: realice las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

3. Para reforzar sus conocimientos, realice la siguiente autoevaluación, le recomiendo revisar el contenido de las 3 primeras semanas para el desarrollo de la misma.



Autoevaluación 3

1. Lo que se busca con el control del estacionamiento es:
 - a. Disminuir tiempos de búsqueda de estacionamiento.
 - b. Asignar estacionamientos en todas las calles.
 - c. Liberar las calles de vehículos estacionados.
 - d. Estacionamientos prolongados.
2. () El parquímetro es uno de los sistemas de recaudación automático.
3. () El estacionamiento de transbordo es llegar con el vehículo al lugar de trabajo.
4. El escalonamiento de horarios se refiere a:
 - a. Todas la instituciones y centros educativos entran y salen a las mismas horas.
 - b. Diferentes horarios de entrada y salida en las actividades que se desarrollan en una ciudad, instituciones y centros educativos.
5. () La implementación de escalonamiento de horarios requiere de una fuerte inversión.
6. () La restricción vehicular se refiere a: prohibir el acceso de los vehículos en determinados lugares y en horarios establecidos.
7. La restricción vehicular es efectiva:
 - a. A largo plazo.
 - b. A corto plazo.
8. ¿La educación vial tiene incidencia en la congestión?
 - a. Si.
 - b. No.

9. Las maneras alternativas de desplazarse son:
- a. Cambiar de medio de transporte.
 - b. Trasladarse a sectores menos congestionados.
 - c. No generar viajes.
 - d. Hacer un solo viajes.
10. () El éxito de la tarificación vial es que esté acompañada de un excelente sistema de transporte público.

[Ir al solucionario](#)



En la presente semana comenzaremos con el estudio de la unidad 5 en la cual iniciaremos con la modelación y simulación del tráfico mediante un caso práctico de estudio. El escenario del caso práctico es la ciudad de Santiago de Chile, que de aquí en adelante lo nombraremos como: **caso 1 de estudio**. Dentro de este caso práctico se analizará las medidas de mitigación de congestión aplicadas y cuáles son los resultados obtenidos con cada una de ellas mediante procesos de modelación y simulación.

Unidad 5. Simulación y evaluación caso 1 de estudio

5.1. Tránsito (caso 1 de estudio)

Con el estudio de las 4 primeras unidades revisadas a lo largo del presente ciclo académico logramos comprender los conceptos de congestión y las medidas de mitigación aplicadas tanto para la oferta como para la demanda. Con esta base de conocimientos estamos en la capacidad de comprender, analizar y desarrollar un caso de estudio referente a la simulación de tráfico.

Bull (2003) describe la ciudad en la cual se aplica el presente caso de estudio, se menciona que la ciudad de Santiago no se encuentra exenta del problema de la congestión, ya que es una ciudad que cuenta con más de 6 millones de habitantes y su superficie total es de 838 km², la ciudad de nuestro caso 1 de estudio prevé que en un futuro no muy lejano tendrá graves problemas de congestión.

La Secretaría de Planificación de Transporte SECTRA ha desarrollado complejos y probados modelos de transporte como: ESTRaus, VERDI y MODEM que permiten analizar las medidas planificadas antes de ser aplicadas.

5.1.1. Complicaciones de la congestión

Para comenzar con el modelado de tráfico es necesario recaudar datos reales de tráfico mediante encuestas y observación que nos permitan calibrar los modelos que vamos a aplicar.

Los modelos de simulación de tráfico son un gran reto para la ingeniería debido al crecimiento exponencial de los vehículos con respecto a las infraestructuras viales.

En el caso 1 de estudio se realizaron encuestas en 32 000 familias, obteniendo información acerca de los viajes que estos realizan cotidianamente, de este estudio se obtuvo que el mayor número de viajes se realiza entre las 07h30 y 08h30 am.

En la tabla 5 que se muestra a continuación podemos observar las características del tránsito en las horas punta de la mañana de nuestro caso 1 de estudio. Como se puede observar en esta, el número de viajes aumentó desde el año 1997 hasta el año 2005 en un 22%.

Tabla 5

Características esenciales del tránsito durante la hora punta de la mañana (07h00 a 08h00)

	1997	2005	Variación 1997 - 2005
Número de viajes	1 208 056	1 469 297	+ 22%
Distancia total recorrida (km)	10 411 568	13 209 551	+ 27%
Tiempo total empleado (horas)	702 021	1 209 551	+ 79%
Viajes en bus (porcentaje)	52.4	1 254 441	- 5.3%
Viajes en taxi (porcentajes)	27.5	35.8	+8.3%
Ciajes en metro (porcentajes)	4.2	4.7	+ 8.3%
<hr/>			
Viaje medio en auto			
distancia total (km)	9.7	9.8	+ 1.0%
Tiempo total (min)	48	70	+ 46%
Velocidad de bus (km/h)	16	9	- 44%
<hr/>			
Viaje medio en auto			
Distancia (km)	9.5	9.8	+ 3.2%
Tiempo (min)	22	39	+ 77%
Velocidad (km/h)	26	15	- 42%
Tramos congestionados	140	735	5.3 veces

Nota. (Bull, 2003).

5.1.2. Medidas tomadas por la ciudad

Debido a que la situación se tornaba preocupante dentro de esta ciudad, las autoridades buscaron y aplicaron algunas medidas para tratar de mitigar la congestión que se venía produciendo, entre estas están:

- Implantación de sistema SCAT (Sistema de Control de Área de Tránsito) para controlar y centralizar semáforos.
- Declaración de carriles exclusivos de buses.
- Construcción de carriles segregados de buses.
- Ampliación de red de metro.
- Mejorar señalización horizontal y vertical.
- Rediseño de Intersecciones.
- Ensanchamiento de infraestructura vial.
- Prohibición de estacionamiento.

5.2. Los modelos usados

Al tráfico vehicular se lo ha tratado de representar con una serie de modelos o teorías, una de las usadas es la de la hidrodinámica tratando de asemejar el tráfico con fluidos, pero estos modelos solo han llegado a representar comportamientos muy simples de lo que realmente es un flujo vehicular, otro de los modelos usados es el modelo microscópico ha aplicado a pequeñas áreas pero son muy complejos de aplicar por todas las características que se debe emplear (Lozano, 2003).

Una de las modelaciones que ha permitido una representación buena del tráfico es el uso de modelos de asignación de equilibrio, ya que pueden ser utilizados para representar el comportamiento macroscópico del tráfico en grandes zonas urbanas o ciudades enteras.

Pas el presente caso 1 de estudio se usó los modelos ESTRAUS Y VERDI que serán descritos a continuación.

5.2.1. Modelo ESTRAUS

El modelo ESTRAUS es un modelo creado por la Secretaría Interministerial de Transporte de Chile, este da un equilibrio entre la oferta y la demanda aplicado a redes multimodales de transporte urbano con diferentes usuarios,

es decir que tienen la capacidad de modelar desde el tipo de usuario hasta el tipo de transporte utilizado.

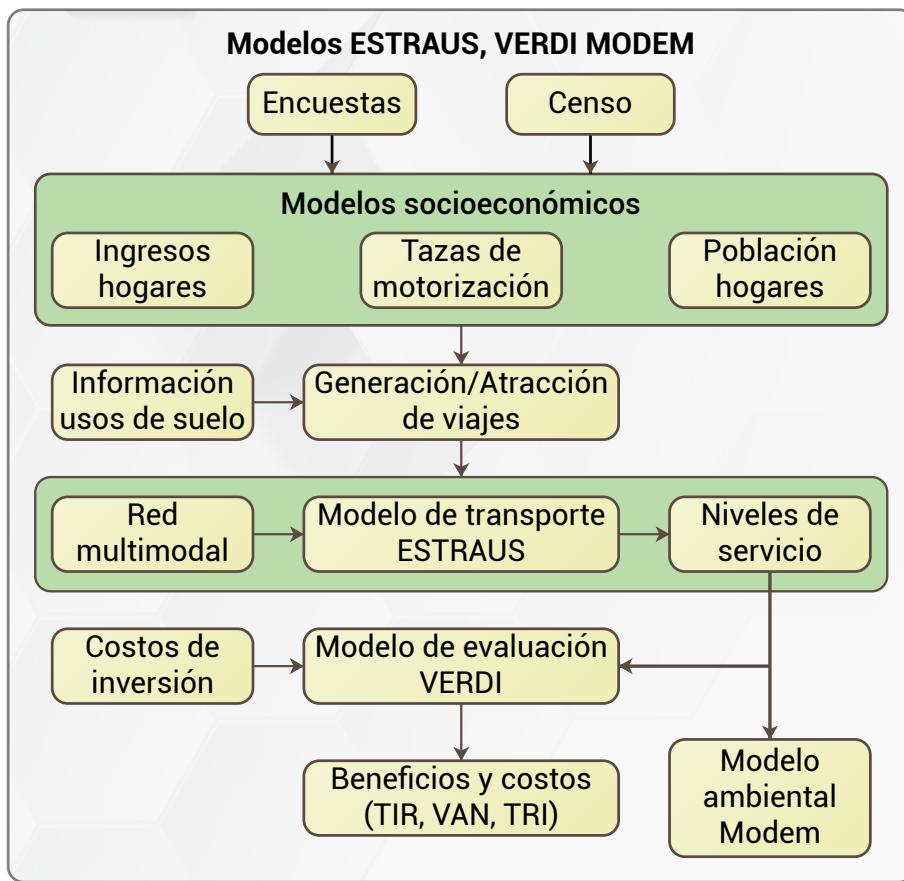
Los modelos clásicos de transporte utilizan cuatro etapas:

- Generación y atracción de viajes.
- Distribución.
- Partición modal.
- Asignación (Bull, 2003).

Para su mayor comprensión revisar la figura 21 en donde se muestra la estructura del modelo, esta está confrontada por varios niveles, la primera fila son toda la recaudación de información mediante encuestas y censos, en el segundo nivel encontramos modelos socioeconómicos, para el tercer nivel tenemos dos ítems muy importantes que son la información del uso del suelo, la generación de viajes y la inversión, estos son todos los datos de entrada que posee este modelo.

Figura 21

Planificación estratégica de sistemas de transporte urbano



Nota. (Bull, 2003).

Una vez ingresados los datos de entrada se realiza el proceso de modelación que nos va a entregar resultados según las medidas de mitigación usadas para la modelación.

En la siguiente figura podemos observar cómo se aplicó el modelo ESTRAUS dentro de nuestro caso 1 de estudio.

Figura 22

Aplicación de ESTRAUS

Recuadro V.1

Aplicación de ESTRAUS a la ciudad de Santiago de Chile

Particularidades que considera el modelo ESTRAUS para Santiago:

- 409 zonas (áreas en que se divide el territorio urbano);
- 2 374 nodos o intersecciones y 7 984 arcos o trechos de vías que unen las intersecciones;
- 13 categorías de usuarios, combinando 5 distintos niveles de ingreso y 3 de posesión de automóviles;
- Tres diferentes propósitos de viaje (trabajo, estudio y otros);
- 11 modos de transporte (7 puros y 4 combinados), y
- 741 líneas de buses con 507 000 secciones de ruta asociadas (arcos virtuales de la red de buses).

Fuente: G. Labarthe y D. Mery, "Informes ejecutivos de salidas del programa ESTRAUS", trabajo de Armonía Consultores para la SECTRA y la CEPAL, Santiago de Chile, inéditos, 1999 y 2000.

Nota. (Bull, 2003).

5.2.2. Resultados entregados por ESTRAUS

Los resultados de simulación que entrega ESTRAUS son:

- La partición modal divide los viajes y los modos de transporte.
- Matrices origen-destino con los desplazamientos entre zonas, que se encuentran divididos por medio de transporte, razón de viaje, condición social del usuario.
- Niveles de servicio, tiempos y costos de desplazamiento por modos de transporte en los distintos puntos de la red.
- Duración de viajes.
- Flujos en segmentos de la red.
- Flujos de pasajeros de transporte público.
- Lugares donde existe congestión.

5.2.1.2. Análisis posibles con ESTRAUS

El modelo ESTRAUS permite la predicción del impacto sobre el sistema de transporte urbano con diferentes tipos de intervenciones.

- Proyectos que son físicos o planes, acción estratégica que corresponde a líneas de metro, auto líneas urbanas y sistemas de carriles segregados para transporte público.
- Políticas de transporte y desarrollo urbano como: tarificación vial, impuesto al combustible, regulación de parqueaderos, reubicación de las poblaciones.

5.2.3. Modelo VERDI

VERDI es un modelo de evaluación en el cual se analiza impactos económicos de las intervenciones que se pueden realizar en los sistemas de transporte urbano.

Uno de los principales indicadores utilizado por VERDI es el Valor Actual Neto (VAN) que es un indicador financiero que sirve para poder determinar si un proyecto es o no viable. El modelo VERDI evalúa los siguientes parámetros.

- Evaluación clásica o de ahorro de recursos.
- Evaluación de los beneficios de los usuarios.

Una vez concluida la semana 12 en la cual se revisaron los conceptos fundamentales de la modelación y simulación de tráfico, le recomiendo realizar la siguiente actividad:



Actividad de aprendizaje recomendada

Para comprender más acerca del funcionamiento del modelo STRAUS, le recomiendo revisar el documento: "[análisis y actualización del modelo ESTRAUS](#)", desde la sección 2-3 a la sección 3-9 páginas 5 a la 16 en donde se realiza una revisión de la metodología ESTRAUS y se habla acerca de las definiciones de los términos usados por este modelo. Una vez revisada esta información le invito a realizar un resumen de los conceptos revisados.

Nota: realice la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 13

En la presente semana 13 continuamos con el desarrollo de la unidad 5 donde seguiremos con la revisión del caso 1 de estudio.

5.3. Simulaciones realizadas

Mediante los modelos utilizados ESTRAUS y VERDI se manejaron varios escenarios de estudio para lograr determinar cuál de las alternativas es la más factible a la hora de mitigar la congestión y mejora la eficiencia del transporte público del caso 1 estudio. De las medidas de mitigación sobre oferta y demanda que hemos revisado a lo largo del presente ciclo se tomó las que se creyó más convenientes, según las características de la infraestructura vial y de los sistemas de transporte existentes en esta ciudad, las medidas que se consideraron para este caso son las siguientes:

- Carriles segregados de buses.
- Buses ejecutivos.
- Tarificación vial para distintos grados de cobertura y valor de la tarifa.
- Carriles segregados de buses en combinación con prohibición de estacionamiento en calzada.
- Carriles segregados de buses en combinación con tarificación vial.

5.3.1. Carriles segregados para buses

Como se revisó en las unidades anteriores, los carriles segregados para buses son una de las mejores medidas de mitigación de congestión, estos benefician mucho al transporte público, ya que ahorran los tiempos de traslado y llevan un gran número de pasajeros o usuarios, dentro del texto básico nos habla que dentro de la ciudad en el estudio ya se venía considerando la implantación de este tipo de medidas referentes a los carriles segregados.

Le invitamos profundizar el tema en el recurso a continuación:

[Carriles segregados para buses](#)

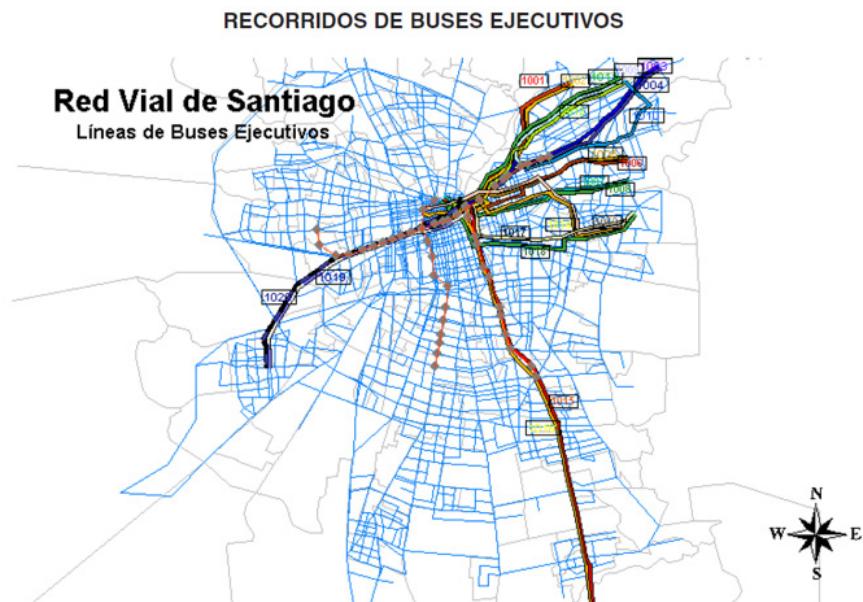
5.3.2. Buses ejecutivos

Dentro de esta medida de mitigación se busca la integración al sistema de transporte público buses ejecutivos, al hablar de buses ejecutivos nos referimos a unidades de alto estándar, para la simulación se consideró 10 rutas con dos variantes:

- Buses de 24 pasajeros que circulan cada 20 minutos.
- Buses de 40 pasajeros circulando cada 12 minutos.

La tarifa que se consideró para este nuevo medio de transporte a incorporarse es de 5 a 6 veces la tarifa de bus normal, dentro de la figura 23 se puede observar el recorrido que se le asignó a esta flota de buses ejecutivos.

Figura 23
Recorrido de buses ejecutivos



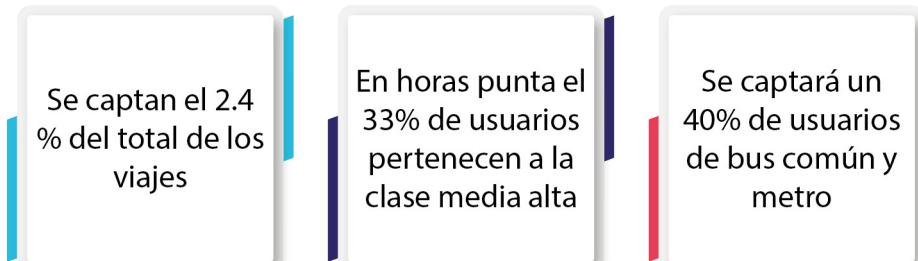
Nota. (Bull, 2003).

Con la aplicación de ESTREUS se obtuvieron los siguientes resultados, capta 2.4% de los viajes realizados, los tiempos de espera de estos buses ejecutivos son 68% menores en el diseño de mayor capacidad y menos frecuencia. En las horas punta el 33% de los viajes de los buses ejecutivos

los realizarían las personas de ingresos medios altos, otro 40% vendrán de los buses normales y usuarios del metro.

Figura 24

Buses ejecutivos. Usando ESTREUS



Nota. (Bull, 2003).

Los resultados que se obtuvieron con VERDI son que es un proyecto rentable, la inversión que se realiza en la adquisición de los vehículos y los costos de operación más adelante serán justificados con los ingresos obtenidos mediante las tarifas de cobro aplicadas para este medio de transporte.

5.3.3. Prohibición de estacionamiento

La prohibición de estacionamiento es otra de las medidas que hemos venido hablando a lo largo del desarrollo de las unidades estudiadas, esta medida fue considerada dentro del caso 1 de estudio, se usaron cuatro niveles de prohibición de estacionamiento:

- Prohibición de estacionar en lugares sin parquímetro.
- El ítem anterior más la prohibición de estacionar en sitios con parquímetro.
- Los ítems anteriores más la prohibición de estacionamiento en sitios pagados.
- Los ítems anteriores más la prohibición de estacionar en sitios gratuitos.

En la figura 25 se puede observar cuáles son las zonas donde se realizaron las prohibiciones de estacionamiento en los 4 niveles antes descritos.

Figura 25

Áreas de prohibición de estacionamiento



Nota. (Bull, 2003).

Los resultados obtenidos con ESTRAUS manifiestan que solo prohibiciones totales de estacionamiento dan buenos resultados, ya que actualmente en la ciudad donde se desarrolla el caso 1 de estudio ya existen restricciones de estacionamiento y solo la prohibición total de parqueo contribuirá a disminuir en 0.6% del total de los viajes, además los usuarios de vehículo cambiaran de 1 ocupante a 2 en un 40% y esto originaría que los tiempos de viaje bajen 2 minutos y la velocidad se vea aumentada en 2 km/h.

Figura 26

Prohibición total de estacionamientos. Usando ESTREUS

- 01** Se disminuirá el 0.6 % de los viajes
- 02** El 40% de los vehículos pasaran de llevar 1 pasajero a 2
- 03** Tiempos de viaje se reducen 2 minutos
- 04** Velocidad de circulación aumenta 2 km/h

Nota. (Bull, 2003).

Mientras que el análisis con VERDI obtiene resultados muy parecidos a los de ESTRAUS, mostrando que la restricción de estacionamiento aumenta los beneficios para todos los usuarios, favoreciendo especialmente a las clases medias y causando molestias a los que poseen ingresos medios altos.

Una vez concluida la semana 13 le recomendamos realizar la siguiente actividad:



Actividad de aprendizaje recomendada

Continuaremos con la revisión del [análisis y actualización del modelo ESTRAUS](#), esta vez revisaremos la sección 4-13 a la sección 4-18, desde la página 17 a la 23, en esta parte del anexo se define y hace un detalle de cómo es la construcción de las redes de transporte. Una vez revisada esta información le invito a realizar un mapa conceptual de los temas revisados.

Nota: realice la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Dentro de la presente semana 14 continuamos con el análisis del caso 1 de estudio donde analizamos los resultados que se obtuvieron con cada una de las medidas tomadas mediante los modelos ESTRATUS y VERDI.

5.3.4. Tarificación vial

Como ya se habló en las unidades posteriores la tarificación vial no es más que el cobro por el uso de las infraestructuras viales durante períodos de tránsito alto o en zonas con alta congestión, en el caso 1 de estudio se manifiesta que se especificaron tres zonas concretas para la aplicación de esta medida.

Dentro de la figura 27 y 28 se puede observar cuáles fueron las zonas elegidas para aplicar esta medida, la una es una zona céntrica y la otra se trata de un anillo vial de la ciudad.

Figura 27

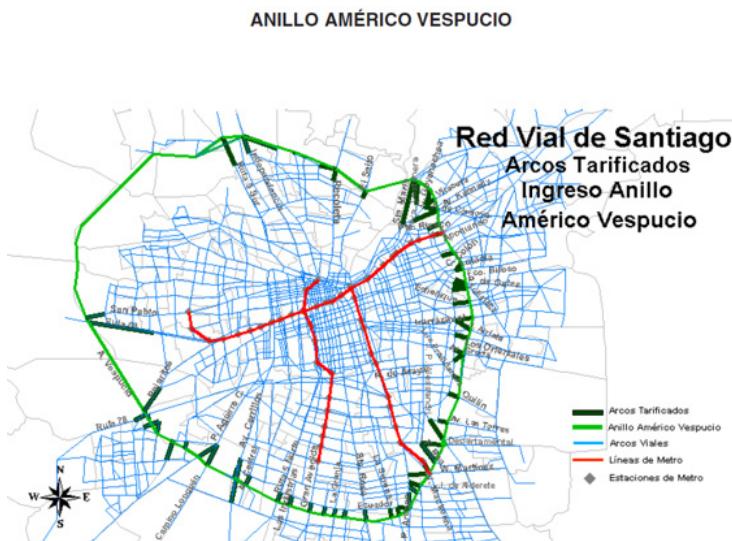
Tarificación vial zona centro más Av. Providencia



Nota. (Bull, 2003).

Figura 28

Tarificación vial anillo Américo Vespucio



Las zonas seleccionadas para tarificación tienen características de ser zonas de alta congestión, concentración y las zonas de mayor atracción de viajes. Para mayor ampliación de los resultados obtenidos revisar: **cuadros V.4, V.5 y V.6 de su texto básico páginas 151-152.**

Los resultados obtenidos con ESTRATUS, son poco beneficiosos en este caso, ya que si bien aumenta la velocidad de los buses y la captación de pasajeros desmejora los trasladados de los automóviles es una medida que trae pocos beneficios y a medida que se aumenta la tarifa se llega a obtener resultados negativos por lo que esta medida parece equívoca para zonas céntricas.

Con la metodología VERDI se ven ahorros de recursos de hasta 41 millones en el caso más restrictivo, pero los beneficios para el caso de los usuarios siempre son negativos, se manifiesta que no todos los estratos que poseen vehículo son beneficiados y los más perjudicados son los que poseen dos o más automóviles.

Una vez analizadas las medidas de mitigación individualmente se buscó realizar un modelado combinando algunas de las mediadas, a continuación las detallamos.

5.3.5. Carriles segregados y prohibición de estacionamiento

Al combinar el carril segregado con la prohibición de estacionamiento en las horas punta se obtuvieron los siguientes resultados que se manifiestan en la tabla 6.

Tabla 6

Carriles segregados para buses, combinados con prohibición de estacionamiento

Santiago de Chile: Carriles Segregados Para Buses, Combinados con Prohibición de Estacionamiento en la Vía Pública (sin y con Parquímetro). Resultados de los Modelos Estratus, para la Hora Punta, y Verdi		
	Base	Sw + Est
Distancia total recorrida (km)	10 411 568	+ 36 163
Tiempo total empleado (horas)	701 021	- 52 668
Viajes en bus (porcentajes)	52.4	+ 0.48
Viajes en auto en taxi (porcentajes)	27.5	- 0.23
Viajes en metro (porcentajes)	4.2	- 0.09
<hr/>		
Viaje medio en bus		
Distancia total incluida caminata (km)	9.7	+ 0.07
Tiempo total viaje bus (min)	48	- 4.37
Velocidad bus (min)	16	+ 2.73
<hr/>		
Viaje medio en auto		
Distancia (km)	9.5	- 0.05
Tiempo (min)	22	- 1.17
Velocidad (km/h)	26	+ 1.34
<hr/>		
Tramos congestionados (número)	140	- 19
Ahorro recursos (millones dólares/año)		13.2
Beneficio usuarios (millones dólares/año)		92.8

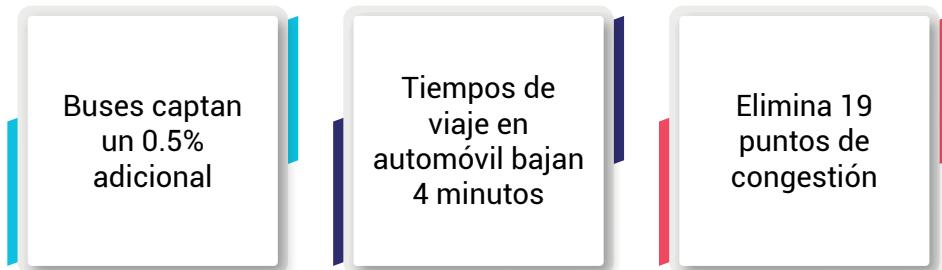
Nota. (Bull, 2003).

En este caso no se pudo realizar una comparación exhaustiva porque se hizo una evaluación en forma separada y los resultados alcanzados fueron diferentes a los obtenidos con carriles segregados para buses, ya que por las políticas del sector ya se cuentan con pocas plazas de estacionamiento. Aclarando esto, los resultados obtenidos con ESTRAUS fueron la participación modal es pequeña, el medio de transporte que mayor número de usuarios atrajeron fueron los buses que captaron un 0.5% adicional, los tiempos de

viale en automóvil disminuyen alrededor de 4 minutos además esta medida disminuye 19 trechos donde se presenta congestión.

Figura 29

*Combinación de carriles segregados con prohibición de estacionamiento.
Usando ESTRAUS*



Nota. (Bull, 2003).

Con el uso de VERDI se obtiene resultados de ahorro de recursos de 13 millones de dólares anuales que significan una cifra modesta y para los usuarios se producen beneficios que ascienden hasta los 93 millones de dólares anuales, debido a que se producen ahorro del tiempo de viaje en buses y se permite disminuir la flota de buses en 570 unidades para ofrecer el mismo servicio.

5.3.6. Carril segregado para buses y tarificación vial

Al realizar una combinación entre los carriles de buses segregados y la tarificación vial se obtuvo los resultados que se detallan en la tabla 7 a continuación.

Tabla 7*Carriiles segregados para buses en combinación con tarificación vial*

Santiago de Chile: Carriiles Segregados Para Buses en Combinación con tarificación Cial de 1 000 Pesos. Por cruzar el Anillo Américo Vespucio. Resultados de los Modelos Estratus, para la Hora Punta, y Verdi

	Base	Sw + AV2000
Distancia total recorrida (km)	10 411 568	+ 31 1960
Tiempo total empleado (horas)	701 021	- 69 952
Viajes en bus (porcentajes)	52.4	+ 2.16
Viajes en auto en taxi (porcentajes)	27.5	- 2.15
Viajes en metro (porcentajes)	4.2	- 0.04
<hr/>		
Viaje medio en bus		
Distancia total incluida caminata (km)	9.7	+ 0.30
Tiempo total viaje bus (min)	48	- 5.54
Velocidad bus (min)	16	+ 4.09
<hr/>		
Viaje medio en auto		
Distancia (km)	9.5	- 0.61
Tiempo (min)	22	- 3.60
Velocidad (km/h)	26	+ 3.25
Tramos congestionados (número)	140	- 70
Ahorro recursos (millones dólares/año)		+ 45.8
Beneficio usuarios (millones dólares/año)		- 284.7
Pagan tarifa (autos/día)	27 877	
Recaudación (millones/día)	121.23	

Nota. (Bull, 2003).

De los resultados obtenidos con ESTRATUS resumimos que esta medida es muy efectiva en cuanto a la partición modal, ya que esta disminuye en más del 2% el número de usuarios de automóviles particulares, existe disminución de tiempo de viajes en 3.6 minutos e incrementos de velocidades hasta los 3.3 km/h en los automóviles, mientras que en el transporte público los tiempos de viaje se reducen en 5 minutos y la velocidad aumenta en más de 4 km/h y existe una disminución del 10% en los tiempos de viajes totales.

Figura 30

Combinación de carriles segregados para buses con tarificación vial. Usando ESTRAUS

01 Se reduce en 2% el uso de vehículo

02 Los tiempos de viaje se reducen en 3.6 minutos

03 Los vehículos aumentan en 3.3 km/h su velocidad

04 El transporte público reduce sus tiempos de viaje en 5 minutos

05 La velocidad del transporte público aumenta en 4km/h

06 Disminución del 10% en los tiempos de viaje totales

Nota. (Bull, 2003).

En el caso de los resultados obtenidos con VERDI, el ahorro de recursos asciende casi hasta los 46 millones de dólares anuales, pero para los usuarios se reflejan pérdidas de casi 285 millones de dólares anuales, estas están distribuidas entre los usuarios de altos ingresos que poseen dos o más vehículos mientras que las clases que no poseen vehículos son beneficiados y tienen resultados positivos, además se puede reducir la flota de vehículos en 900 unidades que representan un 9% y se recaudarán alrededor de 30 millones de dólares anuales.

Una vez concluida la semana 14 hemos culminamos con la revisión de los contenidos de la unidad 5 para reforzar lo aprendido, le recomiendo realizar las siguientes actividades:



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Para reforzar el tema de la modelación y simulación de tráfico realice un análisis del artículo titulado: "[análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador](#)", donde se realiza el análisis de la Av. Pedro Menéndez Gilbert avenida que actualmente presenta problemas de congestión, el objetivo de este análisis es llegar a encontrar medidas que mejoren la movilidad.
2. Como primera parte de la actividad le invito a revisar la introducción, el desarrollo y metodología, una vez hecho esto realice un resumen de las partes más importantes y destacables del artículo.

Nota: realice la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

3. Finalmente, para reforzar lo aprendido a lo largo de estas tres semanas, complete la siguiente autoevaluación, le recomiendo revisar el contenido de las semanas 12, 13 y 14 para el desarrollo de la misma.



Autoevaluación 4

1. () ESTRAUS y VERDI permiten analizar las medidas planificadas antes de ser aplicadas.
2. () Para comenzar con el modelado de tráfico es necesario recaudar datos mediante encuestas y observación que nos permitan calibrar los modelos.
3. () VERDI da un equilibrio entre la oferta y la demanda aplicado a redes multimodales de transporte urbano con diferentes usuarios, es decir, que tienen la capacidad de modelar desde el tipo de usuario hasta el tipo de transporte utilizado.
4. Las cuatro etapas de los modelos clásicos de transporte son:
 - a. Generación y atracción de viajes.
 - b. Distribución.
 - c. Origen destino.
 - d. Partición modal.
 - e. Destino final.
 - f. Asignación.
5. Los resultados de simulación que entrega ESTRAUS son:
 - a. Duración de viajes.
 - b. Presupuesto.
 - c. Lugares donde existe congestión.
 - d. Flujos en segmentos de la red.
 - e. Diseña intersecciones.
6. () VERDI es un modelo de evaluación en el cual se analiza impactos económicos de las intervenciones que se pueden realizar en los sistemas de transporte urbano.
7. () Los buses ejecutivos son de alto estándar dotados de muchas comodidades.

8. () En el caso 1 de estudio la tarificación dio excelentes resultados en todas las simulaciones.
9. () Los carriles segregados para buses y todas sus combinaciones dieron los mejores resultados en el caso de estudio de Santiago de Chile.
10. () ESTRAUS da un equilibrio entre la oferta y la demanda aplicado a redes multimodales de transporte urbano con diferentes usuarios, es decir, que tienen la capacidad de modelar desde el tipo de usuario hasta el tipo de transporte utilizado.

[Ir al solucionario](#)



Una vez realizada la revisión de conceptos, la aplicación de los modelos considerados y definiendo qué parámetros incluir al análisis con el uso de los modelos ESTRAUS y VERDI, se realiza una pequeña recapitulación y recomendaciones para este caso 1 de estudio.

5.4. Recomendaciones para el caso 1 de estudio

5.4.1. Medidas anteriores

En este caso en particular se parte de una base bien sustentada, la ciudad ha ido tratando y mitigando el problema de la cogestión, anteriormente ya se habían tomado medidas para mejorar la movilidad, el caso 1 de estudio ya tenía una base estructurada con algunas medias como: existía el metro, carril segregado, mejoramiento de señalización horizontal y vertical, diseño de intersecciones.

A partir de toda esta base que ya se ha establecido, se toman y modelan estas nuevas medidas para mejorar aún más la movilidad y mitigar aún más los problemas de congestión.

5.4.2. Resultados obtenidos con las medidas

Como un resumen general del caso 1 de estudio planteado, observamos que las medidas de vías segregadas para buses son las que mejores resultados otorgan beneficiando mucho a los usuarios mientras que las medidas de tarificación afectan a estos. Las medidas de estacionamiento en las horas punta tienen un impacto considerable, pero no ofrecen un beneficio alto debido a que en la actualidad las plazas de estacionamiento ya son limitadas.

Otro punto destacable del presente caso 1 de estudio es que la autosostenibilidad o financiamiento de las medidas está bien encaminado y fundamentado, en todos los modelos se obtuvieron cifras positivas de ahorro en dólares por año, en unos escenarios se obtuvieron mayores rentabilidades que en otros. Por lo que en este caso en particular la mejor opción para aplicar en los sistemas de transporte de esta ciudad es el

carril segregado para buses en los sitios establecidos dentro del estudio realizado.

5.4.3. Son aplicables y recomendaciones a otros sitios

Las recomendaciones y las medidas de mitigación para evitar la congestión en el presente caso 1 de estudio son particulares, ya que se encuentran enfocados a las condiciones de tráfico, infraestructura vial, parque automotor, distribución de la ciudad y costumbres e ideologías de la población. Por lo que este caso de estudio sería aplicable para la zona de estudio. Esto no quiere decir que las medidas no sean replicables en los centros urbanos de otras ciudades, sino que las mismas pueden servir de base y aplicarse con las particularidades de las ciudades a las cuales se trata de mitigar la congestión.

Una vez concluida la semana 15 y revisados todos los contenidos considerados para la presente asignatura, le recomiendo realizar las siguientes actividades.



Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Continuando con el fortalecimiento del tema de la modelación y simulación de tráfico, siga leyendo y analizando el artículo: [análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de la vía principal en Guayaquil-Ecuador](#).
2. La segunda parte de esta actividad está enfocada a la revisión de los resultados, la propuesta, a la solución y, a las conclusiones y recomendaciones, una vez haya realizado esta revisión, le invito a continuar con su resumen de las partes más importantes y destacables del artículo.

Nota: realice la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 16



Actividades finales del bimestre

En la presente semana damos por finalizado el ciclo, esperando que todo el contenido y actividades recomendadas que ha desarrollado a través de estas 16 semanas hayan sido productivas y nutran su conocimiento y formación como ingeniero en logística y transporte.

Le invito a revisar los contenidos desarrollados a lo largo del segundo bimestre, las actividades recomendadas, autoevaluaciones y actividades calificadas para que pueda obtener el mejor de los resultados al momento de rendir su evaluación.

¡Le deseo el mejor de los éxitos en el desarrollo de su evaluación bimestral!



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	La respuesta es verdadera, la congestión ocasiona pérdidas económicas, aumento en los tiempos de viajes y contaminación ambiental, factores que inciden directamente en la calidad de vida.
2	V	La respuesta es verdadera, el caos que se genera en los centros urbanos congestionados dificulta las actividades comerciales y muchas veces los inversionistas buscan otra ubicación para llevar a cabo sus actividades.
3	A, c y d	El aumento en los tiempos de viaje, la contaminación ambiental y el aumento de accidentes de tránsito son consecuencias directas de los problemas de congestión
4	V	La respuesta es verdadera, el vehículo es uno de los principales causantes de la congestión por su fácil adquisición y por su bajo promedio de usuarios transportados dentro de las vías urbanas.
5	F	Esta respuesta es falsa, el promedio de usuarios que transporta un vehículo dentro de los centros urbanos es de 1.5.
6	V	La respuesta es verdadera, muchos estudios afirman que en ciudades donde la relación vehículo/habitante es baja los tiempos de viaje se alargan y se dificulta la movilización.
7	F	La respuesta es falsa, las malas prácticas de conducción como no respetar señalización, estacionar en zonas no autorizadas sí llegan a agravar los problemas de congestión de los centros urbanos.
8	V	La respuesta es verdadera, si no se tiene una gestión adecuada del transporte público, existe un exceso de unidades circulando, las rutas no son las adecuadas y las paradas de buses no están bien definidas, solo se contribuirá a que la congestión se agrave.
9	a	Toda la población de una ciudad sufre directamente por los problemas de congestión.
10	B	Las principales formas en las cuales afecta la congestión a la población son: los costos de transporte elevados y tiempos de viaje más largos.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 2

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	La respuesta es verdadera, las infraestructuras viales son el conjunto de elementos que se interrelacionan entre sí, cumpliendo parámetros de diseño que ofrecen condiciones de comodidad y seguridad para peatones y vehículos.
2	A	La ampliación de la oferta de transporte está netamente relacionada con las ampliaciones de las infraestructuras viales y con el aumento de capacidad de los vehículos.
3	A, c y e	Dentro de los principios básicos del diseño de intersecciones están: la preferencia en los movimientos principales, el control de puntos de giro y el control de velocidad.
4	V	La respuesta es verdadera, la visibilidad de una intersección influye en qué tipo de señalización se va a utilizar, si existe amplio campo de visibilidad se utilizará la señal ceda el paso y si la visibilidad es baja o nula se utiliza la señal pare.
5	a	Una vía en sentido variable se refiere a que durante el transcurso del día esta va a cambiar su sentido de circulación.
6	a	Para que exista una estrecha conexión entre la infraestructura vial y los medios de transporte se debe tener una gestión adecuada de los sistemas de transporte.
7	V	La respuesta es verdadera, para mitigar los problemas de congestión se busca aumentar la capacidad de los vehículos o subir el promedio de personas que se trasladan en vehículos dentro de las vías urbanas.
8	V	La respuesta es verdadera, para diseñar intersecciones se busca separar los puntos de conflicto mediante la colocación de semaforización.
9	F	La respuesta es falsa, en el diseño de intersecciones es importante conocer cuál es la velocidad, el diseño geométrico y la preferencia de las vías que se intersecan.
10	F	La respuesta es falsa, ceda el paso es utilizado en intersecciones con amplia visibilidad.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a y c	Al controlar el estacionamiento estamos buscando disminuir tiempos de búsqueda de estacionamiento y liberar las calles de vehículos estacionados.
2	V	La respuesta es verdadera, el parquímetro es uno de los sistemas de recaudación automática que se utiliza para el control de estacionamiento.
3	F	La respuesta es falsa, el estacionamiento de trasbordo es cambiar de medio de transporte público o privado antes de llegar a su destino final.
4	b	El escalonamiento de horarios se refiere al uso de diferentes horarios de entrada y salida en las actividades que se desarrollan dentro de una ciudad en instituciones y centros educativos.
5	F	La respuesta es falsa, la implementación del escalonamiento de horarios suele ser bastante efectiva para mitigar la congestión y la inversión para su implantación es baja.
6	V	La respuesta es verdadera, la restricción de vehicular está relacionada directamente con prohibir el acceso de los vehículos en determinados lugares y en horarios establecidos.
7	b	La medida de mitigación de restricción vehicular es efectiva a corto plazo, a largo plazo deja de ser efectiva porque los usuarios buscan la manera de saltarse esta medida con la adquisición de otro vehículo.
8	A	La educación vial sí incide de gran manera en la congestión de ciudades o centros urbanos con mayor educación vial y respeto por las normas y reglamentos de tránsito tiene menores problemas de congestión.
9	a y b	Dentro de las maneras alternativas de desplazarse encontramos el cambio de medio de transporte y buscar otras rutas o sectores menos congestionados.
10	V	La respuesta es verdadera, para el éxito de los sistemas de tarificación vial deben estar acompañados de un excelente transporte público, de lo contrario se producirá deterioro urbano en estas zonas.

[Ir a la
autoevaluación](#)

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	La respuesta es verdadera, dentro de ESTRAUS y VERDI se puede realizar modelados y analizar las medidas planificadas antes de ser aplicadas.
2	V	La respuesta es verdadera, la primera etapa para el modelado de tráfico es la recaudación de información mediante las encuestas y observación, datos que nos ayudan a calibrar los modelos.
3	F	La respuesta es falsa, VERDI analiza los impactos económicos de las intervenciones que se realizan dentro de los sistemas de transporte urbano.
4	a, b, d y f	Las 4 etapas de los modelos clásicos de transporte son: generación y atracción de viajes, distribución, partición modal y asignación.
5	a, c y d	Los resultados de simulación que entrega ESTRAUS son: duración de los viajes, lugares donde existe congestión y flujos en los segmentos de la red.
6	V	La respuesta es verdadera, VERDI analiza los impactos económicos de las intervenciones que se realizan dentro de los sistemas de transporte urbano.
7	V	La respuesta es verdadera, los buses ejecutivos están dotados de muchas comodidades y seguridad para atraer al mayor número de usuarios de clase media alta con el objetivo de que estos abandonen el vehículo.
8	F	La respuesta es falsa, la tarificación dentro del caso 1 de estudio no dio buenos resultados y afecta principalmente a la población.
9	V	La respuesta es verdadera, el uso de carriles segregados y sus combinaciones dieron excelentes resultados en el caso 1 de estudio.
10	V	La respuesta es verdadera, ESTRAUS da un equilibrio entre la oferta y la demanda aplicado a redes multimodales de transporte urbano con diferentes usuarios, es decir, que tiene la capacidad de modelar desde el tipo de usuario hasta el tipo de transporte utilizado.

[Ir a la autoevaluación](#)



5. Referencias bibliográficas

- Bull, A. (2003). *Congestión de Tránsito El Problema y como enfrentarlo.* CEPAL. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/27813/S0301049_es.pdf.
- Carpio, F. Avilés, J. Morrillo, Juan. (2018). *Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM.* Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30615/4/Art%C3%ADculo%20Cient%C3%ADfico.pdf>.
- Lozano, A. Torres, V. Antún J. (2003). Tráfico vehicular en zonas urbanas. *Ciencias.* 70, 34-70. <https://www.revistacienciasunam.com/en/83-revistas/revista-ciencias-70/691-trafico-vehicular-en-zonas-urbanas.html>
- Nacht, J. Falco, M. Robiolo, G. (2018). *Modelling and Simulation of a Street Intersection in a Multi-Agent Context.* Universidad Austral. https://www.researchgate.net/publication/339156164_Modelado_y_Simulacion_de_una_Interseccion_de_Calles_en_un_Contexto_Multi-Agente.
- Ramírez, L. Sánchez J. (2020). *Elementos para el modelamiento de Tráfico Vehicular en América Latina.* Universidad Militar Nueva Granada. https://jint.usach.cl/sites/jint/files/art._8_v3n2jnt005-16_print.pdf
- Ruiz, M. Mayorga, C. Aldas, D. Reyes, J. (12 de diciembre de 2019). El costo y la percepción en la sociedad por congestión vehicular causada por el transporte público urbano en la ciudad de Ambato Ecuador. *Revista Espacios,* 40(43), 22. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n43/a19v40n43p22.pdf>
- Thomson, I. Bull, A. (2001). *La Congestión de Tránsito Urbano: causas y consecuencias económicas y sociales.* CEPAL.



6. Anexos

Anexo 1. [Análisis y actualización del modelo ESTRAUS](#)

Anexo 2. [Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador](#)