

Análisis de la gestión del tránsito vial mediante el modelo de sistemas viales: caso Ciudad de México

Analysis of Road Traffic Management Using the Viable System Model: Case Study – Mexico City

Sandra Luz **Morales-Güitrón**¹, Isaías **Badillo-Piña**², Katya **Rodríguez-Vázquez**³
Javier **Hernández-Hernández**⁴, Jorge Armando **Rojas-Ramírez**⁵

Instituto Politécnico Nacional, MÉXICO

¹ ORCID: 0000-0003-0577-6986 | slmorales@ipn.mx

² ORCID: 0000-0003-4008-9161 | ibadillo@ipn.mx

⁴ ORCID: 0000-0002-1351-6220 | jahernandezhe@ipn.mx

⁵ ORCID: 0000-0002-0779-1242 | jrojasr@ipn.mx

Universidad Nacional Autónoma de México, MÉXICO

³ ORCID: 0000-0002-9413-2762 | katya.rodriguez@iimas.unam.mx

Recibido 02-12-2022, aceptado 15-02-2023.

Resumen

La congestión vehicular se ha sido una preocupación en las grandes ciudades, que afecta la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de México (CDMX) y ralentizan la movilidad urbana. Existen varios factores a considerar que provocan la congestión vehicular, como el cambio de uso de suelo; que desencadenó zonas habitacionales en lugares inadecuados, aunque cercanos a la CDMX. La discontinuidad en los proyectos con cada cambio de gobierno, que detiene el avance en las leyes o políticas públicas y la falta de mantenimiento de las calles que provocan congestionamiento vial y otros problemas sociales.

Se realizó un análisis holístico desde la perspectiva cibernética sistémica y organizativa, usando la metodología del Modelo de Sistema Viable (MSV). Teniendo en cuenta los organismos encargados de la toma de decisiones, la elaboración de políticas y la documentación, con el objetivo de mejorar el flujo del tráfico vial desde su gestión administrativa, y que en algún momento se vea reflejado de manera operativa. Se diseñó el MSV para entender el organismo gubernamental que gestiona el flujo vehicular y la documentación correspondiente. Además, las propuestas de organismos no gubernamentales para llevar a cabo esta tarea, y se aportaron algunas ideas, especialmente en los sistemas 2 y 3*. Tras recopilar documentos de diversos organismos, nos encontramos con documentos gubernamentales dispersos y duplicados, incluso muy antiguos. Este diseño se ofrece a los interesados para detonar ideas que mejoren la gestión del tráfico vial en la CDMX, buscando reducir los congestionamientos viales.

Palabras clave: congestión vehicular, modelo de sistema viable, movilidad urbana, políticas de movilidad.

Abstract

Traffic congestion has been a concern in large cities, affecting the quality of life of the citizens of the CDMX and slowing urban mobility. There are many factors to consider that cause traffic congestion, such as the change of land use that detonated housing areas in inappropriate locations, although close to the CDMX. Discontinuity in projects with each change of government, which halts progress in laws or public policies, and the lack of street maintenance causes road congestion and other social problems. A holistic analysis was carried out from a systemic and cybernetic perspective, using the methodology of the Viable System Model (VSM). Taking into account decision-making, policy-making, and documentation to improve the flow of road traffic from its administrative management, and at some point to be reflected operationally.

The VSM was designed to understand the governmental agency that manages the traffic flow and the corresponding documentation. In addition, proposals from non-governmental agencies to carry out this task and some ideas were provided, especially in systems 2 and 3*. After collecting documents from various agencies, we found scattered and duplicated government documents, even old ones. This design is proposed to stakeholders to generate insights to improve traffic management in CDMX aimed at reducing traffic congestion.

Index terms: vehicle congestion; viable systems model; public policy; mobility; traffic control.

I. INTRODUCCIÓN

El transporte ha sido de gran importancia para la humanidad incluso antes de la aparición del automóvil, ya que es base del crecimiento económico de una ciudad. Y aunque es de gran ayuda, el incremento de vehículos privados [1], la continua construcción de infraestructura para auto privado [2] y el abandono de la planificación urbana [3] han provocado congestión y atascos, deteriorando la calidad de vida de los ciudadanos [4]; la mala calidad del aire y las emisiones contaminantes [5], los accidentes de tráfico [6], pérdida de horas/hombre que se refleja en pérdidas económicas [7] y el estrés de los conductores [8]

En las grandes ciudades, el tráfico vehicular está presente en casi todos los lugares donde la gente realiza sus actividades diarias y provoca numerosos fenómenos, entre los que destaca la congestión. Lo que resulta en un aumento de los tiempos de viaje y en dificultades para desplazarse. Este fenómeno suele producirse en las horas punta o pico. [9]

Durante el análisis del problema y de participar en diversos talleres, seminario, paneles y congresos relacionados al tema de la movilidad y el transporte, se conoció a los protagonistas de la movilidad a nivel gobierno y de empresas privadas, donde se tuvo la oportunidad de preguntar ¿que se estaba haciendo para mejorar el tema del tránsito vehicular?, y contestaron que ya existen varios proyectos y programas para mejorar de la movilidad del transporte y de las personas. Aquí es donde se observó que las políticas públicas y urbanas respecto a movilidad aún están en sus inicios. Se conocen muchos problemas y están bien definidos incluso se proponen soluciones, hay muchas ideas y se trabaja en políticas públicas, pero a veces no son tomadas en cuenta o bien no hay recursos para llevar a cabo el proyecto o programa. Es aquí donde los retos comienzan, la ciencia de sistema y/o pensamiento sistémico tiene las herramientas, para tomar un papel fundamental el análisis de este problema.

Aquí se propone usar el modelo de sistema viable para la gestión del tránsito vehicular de la Ciudad de México, con el objetivo de destacar algunos problemas provocados por flujo vehicular y dentro del mismo sistema determinar otras variables que incrementan la congestión vial.

II. DESARROLLO

A. Sobre el tránsito de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Según el último inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) hasta el 2018 el transporte es la primera causa de contaminación, la mayoría es transporte privado como automóviles, camionetas y motocicletas que en conjunto representan el 89.4% del parque vehicular en su mayoría a gasolina, de carga el 5.1% y de transporte público el 5.5%. [10] De los cuales el transporte privado es el que menos personas transporta y el que más emisiones contaminantes emite.

El Gobierno de la Ciudad de México se dio a la tarea de promover y redefinir de varias políticas de transporte urbano, tradicionalmente centradas en la circulación de vehículos y la gestión de flujos y tráfico, y se está consolidando un enfoque integral y humano basado en la movilidad sostenible. [11]. Razón principal de aprobar el “Programa Integral de Movilidad” en la CDMX. [12]

Para el 2015, los habitantes de la CDMX perdían el 59% de su tiempo atascados en el tráfico, y hasta el 103% en la hora punta de la tarde, lo que suma 227 horas más de tráfico al año. En ese entonces le seguían en el ranking Bangkok (57%), Estambul (50%), Río de Janeiro (47%) y Moscú (44%), siendo las más congestionadas del mundo. Según el Índice de Tráfico de TomTom, la congestión del tráfico aumentó un 13% en todo el mundo entre 2008 y 2016, tal y como se recoge en el Índice de Tráfico de TomTom [13] y publicado en otros medios de comunicación. Para 2016, la cifra de tiempo diario perdido en atascos de tráfico aumentó a 66%, y hasta 101% en horas pico, lo que equivale a 227 horas de viaje extra en un año, lo que convierte a la Ciudad de México en una de las ciudades más congestionadas del mundo comparándose con Bangkok (61%), Yakarta (58%), Chongqing (52%), de acuerdo con el Índice de Tráfico TomTom [14]. En 2017, esta cifra bajó a 52%, pero la CDMX se ubicó en el octavo lugar del ranking mundial de congestión; para 2018, continuó en 52% de congestiónamiento vehicular, ubicándose en el noveno lugar del ranking mundial. En 2019 mantuvo el

8

52% y pasó al decimotercer lugar, pero obtuvo el primer lugar en América del Norte, separándose de los 10 primeros lugares que ese año reportó TomTom Traffic Index que mide y analiza 416 ciudades de 57 países del mundo [15]. Además, con la entrada de la pandemia del coronavirus en México en 2020 como nueva variable, provocó una disminución de la movilidad por un tiempo, ya que la congestión también disminuyó en un 16%, bajando a un 36% de congestión vehicular, colocando a México en el lugar 29 del ranking de las ciudades más congestionadas [16]. Si bien esto puede parecer una buena noticia, no lo es, ya que México mantiene el primer lugar en América del Norte, y hasta marzo de 2021, mantuvo los porcentajes exactos [17]. Según la Subsecretaría de Control de Tráfico, desde el inicio de la pandemia se detectó una disminución del tráfico vehicular de 61% a las 8 de la mañana y 49% a las 6 de la tarde, típicas horas pico [18]. Sin embargo, en el último trimestre de 2020, donde el semáforo epidemiológico cambió de naranja a rojo, el porcentaje medio diario cambió al 45% [19]. Es fundamental revisar el análisis realizado por el "Instituto Mexicano para la Competitividad A. C." (IMCO) y "SIN-TRAFICO", ya que realizaron el primer estudio nacional del costo de la congestión 2018, el cual aclara cuánto cuesta la congestión vial en México, dando una cifra de 93,867,687,000.00 MXN para todo el país. La "Zona Metropolitana del Valle de México" (ZMVM) gasta MXN 47,043,636,087, poco más de la mitad que toda la república; de esto, MXN 10,809,681,509.00 se gastan en autos particulares y MXN 36,233,954,574,578.00 en transporte público. Como es bien sabido, "la congestión del tráfico cuesta tiempo, calidad de vida, competitividad y desarrollo económico" [7]. Este estudio muestra que la inversión en transporte público fue escasa, que la infraestructura para los autos particulares aumentó y ante la falta de seguridad en la CDMX la gente compro vehículos privados.

La CDMX y el Estado de México (EDOMEX) se encuentran dentro de un extenso sistema, la ZMVM, donde ambas zonas están interrelacionadas. Muchas personas viven en el EDOMEX y trabajan o estudian en la CDMX. De acuerdo con la "Encuesta Origen-Destino 2017 de la ZMVM", se realizan 34,560,000.00 traslados metropolitanos al día, de los cuales 7,290,000.00 son en transporte privado, 15,570,000.00 son en transporte público, y la diferencia son otros tipos de transporte entre la CDMX y los municipios conurbados que no sólo causan problemas de congestión vehicular. La ZMVM cuenta con más de 5,900,000.00 hogares, donde 41 de cada 100 familias poseen al menos un automóvil o camioneta (2,450,000.00). De los 7.290.000,00 desplazamientos en transporte privado, más del 90% se realizan en coche o furgoneta, transportando sólo a 1,5 personas por coche, lo que significa que, de los 6.600.000 desplazamientos en coche, sólo en el 90,5% el conductor parte como máximo con otra persona. Este estudio muestra cómo el transporte privado mueve menos personas, con casi la mitad de vehículos que el transporte público, lo que se traduce en congestión del tráfico, polución medioambiental, etc. [20]. El "Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) de la Cámara de diputados de la LXIII Legislatura" realizó encuestas. En 2017, los resultados de una encuesta telefónica sobre movilidad y medio ambiente, en la que se realizaron 900 entrevistas, mostraron que el 88,7% de las personas considera que hay mucho o algo de tráfico y el 11% considera que hay poco o nada de tráfico. El 74,9% utiliza el transporte público, el 24,2% el coche privado, el 1,2% el taxi y el resto otros medios de transporte. Un 71,3% piensa que es inseguro viajar en transporte público, y un 63,4% considera que las agresiones son un riesgo en el transporte público, entre otros datos [21]. En 2016, realizaron otra encuesta telefónica, en la que proponen el escalonamiento de los horarios para dispersar la densidad y la concentración del flujo de tráfico, que provocan diversos problemas. Un 77,7% de los 601 encuestados dijo no saber nada de la propuesta, y cuando se enteró, el 69% dio su aprobación. Además, el 57% pensaba que la puesta en marcha de los horarios escalonados reduciría ese tráfico, el 51% pensaba que disminuirían los accidentes de tráfico y el 55,4% pensaba que aumentaría la productividad [22].

La información proporcionada por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales es esencial. Muestra el caos vial en la CDMX que, a pesar de los esfuerzos por gestionar el flujo de vehículos con semáforos y agentes de tránsito, es extremo. El reglamento de tránsito muchas veces no se cumple debido a la gran cantidad de autos que también afectan a los peatones, ciclistas, motociclistas y nuevas formas de movilidad. Sin embargo, hace más de dos años que se pasó de semáforos manuales a semáforos inteligentes, con el objetivo de modernizar y agilizar el flujo de tráfico [23]; sin embargo, no hay resultados concluyentes.

Los peatones a veces tienen que caminar por debajo de la banqueta en algunas regiones de la CDMX debido a los puestos de vendedores que se adueñan de las calles para su actividad comercial. Esto obliga a conductores y peatones a compartir un tramo de la vía; los peatones tienen que cuidarse de los autos y los autos de los peatones. Por estas razones y otras viejas costumbres en la CDMX, se cambió el nombre de SETRAVI ("Secretaría de Transporte y Vialidad") a SEMOVI ("Secretaría de Movilidad"), y se implementó una ley de movilidad en la CDMX con el objetivo de dar voz y derechos a las personas que utilizan todo tipo de transporte [24].

El libro "Política de movilidad sustentable en la CDMX" de Laura Ballesteros, ex subsecretaria de Planeación de la Secretaría de Movilidad, propuso implementar algunas leyes para mejorar la movilidad y aumentar el nivel de vida de los usuarios, de las cuales el "Congreso de la Unión" aceptó varias. Estas podrían definirse en el reglamento de tránsito o en la constitución [11] en algún momento. El 18 de diciembre de 2020 se publicó en el "Diario Oficial de la Federación" (DOF) el decreto de reforma en materia de Movilidad y Seguridad Vial [25].

Se recopiló información mediante el estudio de boletines oficiales [26,27], guías [28], manuales [29], planes [30,31,32], informes [20], reglamentos [33] y estadísticas [7,21,22], entre otros. Además, se podría recopilar información y opiniones en diversos eventos, como congresos [34,35], charlas y seminarios web sobre tráfico vehicular a los que asisten expertos en la materia, responsables de la toma de decisiones y diseñadores de soluciones, algunos de los cuales podrían ser entrevistados.

En este sentido, observamos que la política pública de movilidad en México aún está en sus inicios. Muchos de los problemas son conocidos y están bien definidos, y si bien hay muchas ideas respecto a las soluciones, a veces no se toman en cuenta, o no hay recursos para llevar a cabo el proyecto o programa. Así comienzan los retos; la ciencia de los sistemas y el pensamiento sistémico pueden desempeñar un papel fundamental en el análisis de este problema.

Uno de los objetivos de la investigación es localizar algunas de las patologías del sistema vial, que pueden ser otras causas de la congestión vehicular en la CDMX. El análisis del problema es un sistema complejo debido a las diferentes variables o estados que se deben considerar; por ejemplo, el aumento de la población, las nuevas formas de moverse dentro de la CDMX (patinetes eléctricos y sus derivados), y otros problemas aumentan su complejidad.

En el pasado, y aún hoy, estos sistemas complejos se abordaban desde un enfoque epistemológico analítico reduccionista; es decir, se dividía el problema en piezas y no se tomaban en cuenta las interacciones. El pensamiento sistémico y cibernético nos permite ver este problema desde otra perspectiva para determinar las interrelaciones y el entorno. Para el problema del tráfico vehicular, el modelo de sistema viable (MVS) es ideal para identificar y analizar las deficiencias que causan la congestión del tráfico, y pueden ser formalizadas con este método científico.

B. Literatura técnica revisada

Además del todo el material revisado para comprender el problema de la congestión vehicular nos tomamos a la tarea de mostrar que el uso del modelo es amplio, por ejemplo, el MVS se utiliza en el sector bancario y en la complejidad de las empresas [36], así como en la determinación de la estructura organizativa de una empresa de ingeniería de la construcción en Irán [37], en la mejora de la producción de caña de azúcar [38] o bien como herramienta para diseñar y diagnosticar la gestión de tecnologías de la información en un centro de datos [39], viendo al sistema financiero como un holón donde está la banca comercial ofreciendo inversiones afectados por el mercado [40]; estos, y otros ejemplos, muestran la flexibilidad del MVS. Pero no hemos localizado literatura que use el modelo de sistema viable para gestionar del tránsito vehicular, la información que existe usan diversas tecnologías. La mayoría de los trabajos buscan pronosticar la congestión, controlar y evitar embotellamientos con diversas tecnologías por ejemplo realizando encuestas gráficas de videos en horas pico y como resultado sugirieron posibles medidas paliativa [41]. El siguiente trabajo realizando una comparativa de varios artículos de diversas metodologías como aprendizaje máquina, lógica fuzzy, optimización y simulación aplicado a sistemas de transporte sostenible [42]. Ahora bien, también existen estudio desde el aspecto geo social, ya que

5

el tráfico vial es tema que genera muchos mensajes en las redes sociales para informar sobre eventos de tráfico, que puede ser explotada para extraer información y adquirir conocimiento [43]. Como podemos ver hay muchas herramientas para el análisis de tránsito vial como el siguiente trabajo donde se ofrece una visión general de las técnicas de procesamiento de datos relacionadas y se resumen los métodos existentes para representar las propiedades temporales, espaciales, numéricas y categóricas de los datos de tráfico, propiedades temporales, espaciales, numéricas y categóricas de los datos de tráfico [44]. Un trabajo más cercano al enfoque de la sistémica es este donde con un enfoque cibernético observan el problema de circulación vehicular desde la señalética proponiendo un ciclo cibernético entre el sistema control (señalización) y la parte operativa (conductor) [45].

C. Aplicación de Modelo de Sistema Viable

Se realizó un diagrama de la complejidad desplegada del sistema, con la estructura del tráfico vehicular (véase Fig. 1) dividida en su eje vertical (separando el entorno en subsistemas o sistemas más pequeños contenidos en el inicial y, por tanto, uno tras otros situados dentro de otro, pero a una escala aún más pequeña); cada subsistema corresponde a organizaciones más pequeñas, lo que lo hace más manejable. Estos subsistemas no son componentes de un sistema, sino que son en sí mismos un sistema viable [46], [47].

El diagrama muestra una figura en cascada de tres niveles de complejidad comenzando en el nivel 0 con la Ciudad de México, la ubicación del estudio, luego el nivel 1, donde se extrajeron los cinco sistemas centrales para la gestión del tráfico vehicular en la CDMX. A continuación, el nivel 2 muestra los subsistemas que conforman el nivel 1; éstos organizan y especializan la gestión del tráfico vehicular. Finalmente, en el nivel 3 se desglosan los elementos a gestionar por el subsistema. Esta figura no muestra una jerarquía en sí misma, sino un desglose consecutivo de los subsistemas viables involucrados.

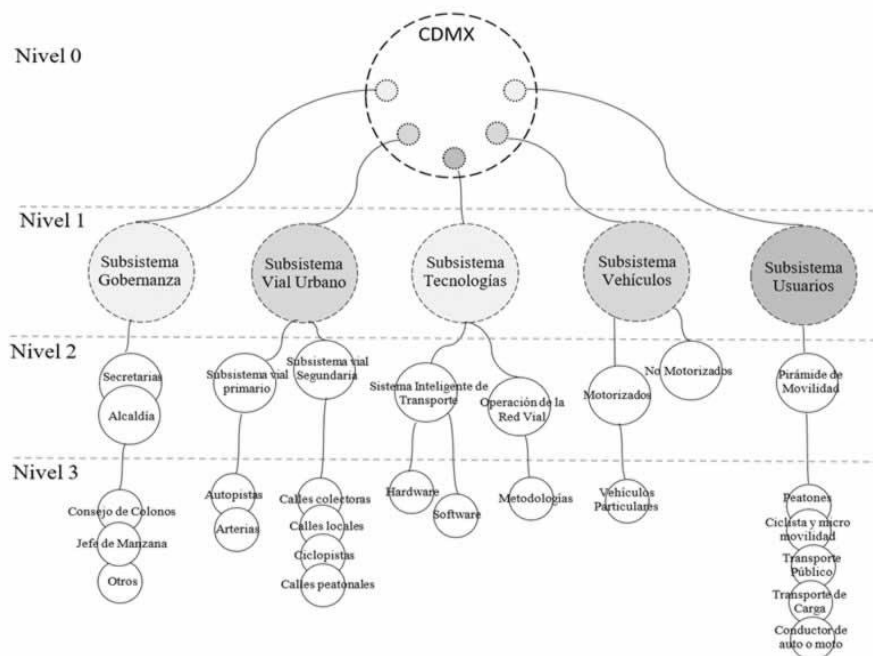


Fig. 1. Desglose de la complejidad. (Dimensión vertical) elaboración propia basada en [47].

Aquí se identifican las unidades operativas, cada una de las cuales constituye por sí misma un sistema viable debido a su carácter recurrente. Por sus características, se considera una parte crucial de este trabajo, [48]. Estas S1(Sistema 1) son las que establecen los principales actores, ya que coordinan, legislan, regulan, vigilan y administran el tráfico vehicular como servicio a la CDMX. Cada una de estas unidades operativas es autónoma, pero debe trabajar en conjunto para responder a las necesidades de organización de la CDMX. Cada unidad operativa se compone de tres elementos:

- El entorno: representado como una ameba;
- La operación: representada como una elipse;
- El metasisistema: representado como un rectángulo.

Existen otros mecanismos de gestión de la complejidad: el atenuador y el amplificador de la variedad, que se regulan internamente y se representan como flechas unidas en una dimensión horizontal. Los atenuadores reducen la variedad, y la amplificación permite ampliar la capacidad de una organización.

1A: Sistema Vial Urbano

El sistema vial urbano es el soporte principal del flujo generado por la actividad urbana y vehicular; se encuentra dentro de un área urbanizada y comprende la red de calles o redes viales por donde se desplazan las personas y los vehículos motorizados (o no). Según la capacidad, la función, la forma y el uso de la vía, o según los requerimientos de los usuarios de la misma [29], el crecimiento económico y social del área que rodea a las carreteras es esencial. Así, su continuidad y funcionamiento óptimo representan presiones para las autoridades y los operadores de la red de carreteras en las zonas de congestión del tráfico. Además, la supervisión de la red, su funcionamiento y los servicios que se prestan a los viajeros y usuarios de la carretera son factores que también deben tenerse en cuenta (véase Fig. 2) [49].

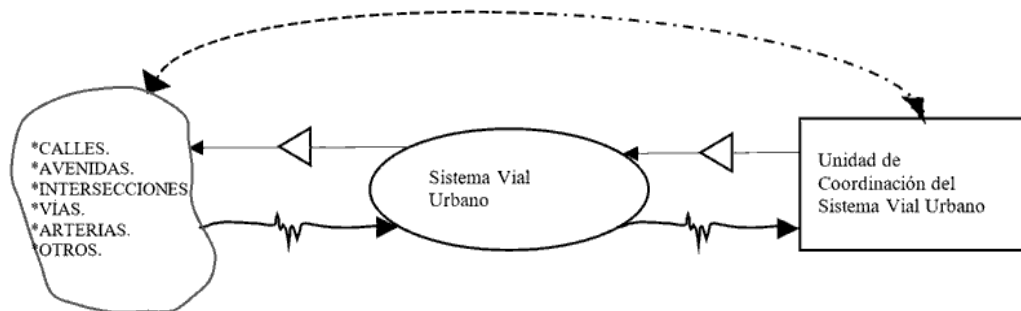


Fig. 2. Sistema vial Urbano elaboración propia basada en [48]

1B: Sistema de Gobernanza

El sistema de gobernanza se encarga de guiar o dirigir a una sociedad que ocupa un área geográfica a través de reglas o políticas colectivas para buscar el bien común; se divide en diferentes áreas, como salud, educación y movilidad. Para gobernar cada rubro, es necesario subdividirlo en secretarías y órganos autónomos, que abarcan diferentes regiones dentro de la CDMX y fuera de ella (véase Fig. 3).

7

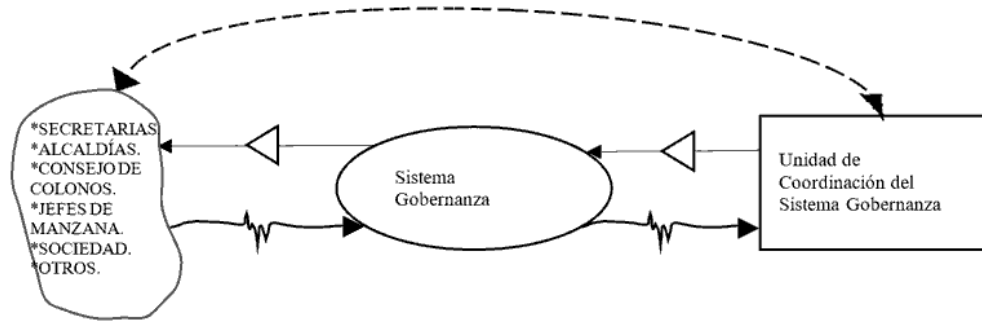


Fig. 3. Sistema Gobernanza elaboración propia basada en [48]

1C: Sistema de Usuarios

Este sistema se refiere a las personas que utilizan un producto o servicio; en este caso concreto, se refiere a la utilización del sistema vial urbano, ya sea en un vehículo motorizado o no, para desplazarse de un lugar a otro. En la pirámide de la movilidad, la vulnerabilidad de cada usuario se define a través de jerarquías. Durante años, la alta prioridad otorgada a los vehículos privados ha afectado a la infraestructura vial (véase Fig. 4).

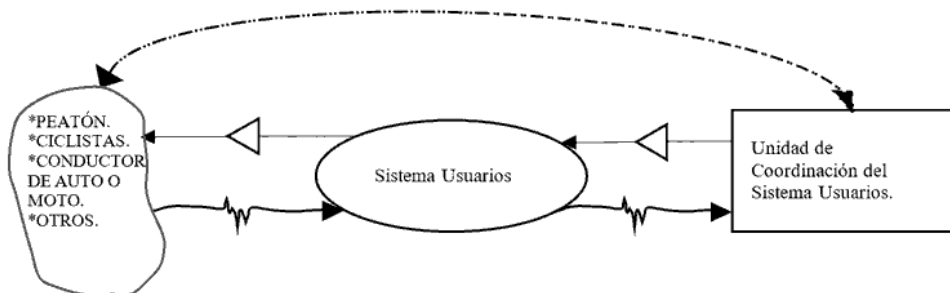


Fig. 4. Sistema Usuarios elaboración propia basada en [48]

1D: Sistema Vehicular

El sistema vehicular se refiere a los medios de transporte utilizados en la Ciudad de México para trasladarse de un lugar a otro y se categoriza en motorizados y no motorizados. De éstos, los que más problemas causan a la ciudad son los automóviles particulares, como se muestra en la Figura 5.

Los vehículos motorizados son vehículos de transporte terrestre de pasajeros o de carga, o vehículos privados que dependen de un motor para su movilidad [50].

Los vehículos no motorizados requieren la fuerza humana para moverse y tienen una velocidad máxima de 25 km/h [51].

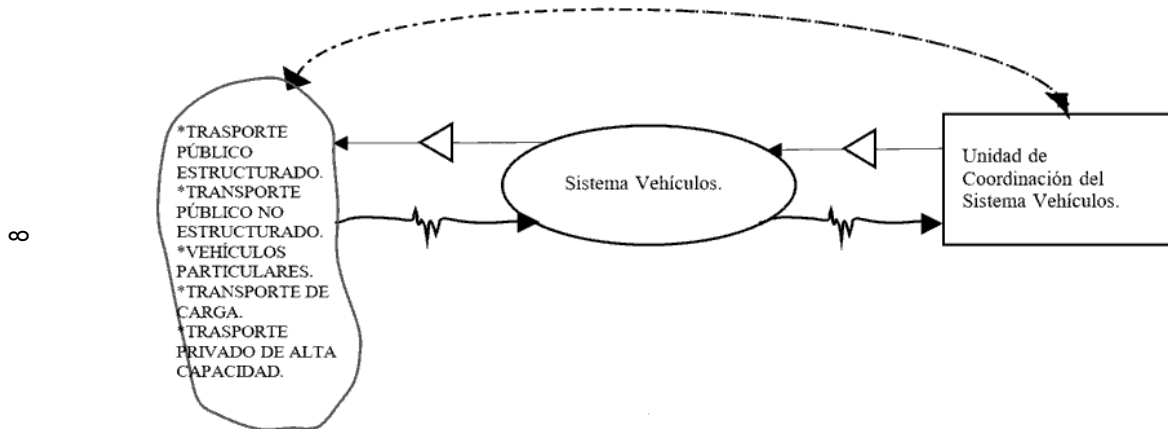


Fig. 5. Sistema Vehículos Particulares elaboración propia basada en [48]

1E: Sistema Tecnologías

Una red de carreteras tiene varias operaciones, como la supervisión de la red, la explotación de la red, el control del tráfico, la gestión de la demanda y los servicios al viajero y al usuario. Los sistemas de transporte inteligentes (STI) se integran ahora en cada una de estas operaciones, lo que significa que se dispone de más herramientas de software y hardware para la explotación eficiente de la red de carreteras. "Los STI son sistemas de control e información que utilizan tecnologías de procesamiento de datos y comunicaciones de forma integrada para mejorar el flujo del tráfico, reducir la congestión, reducir la contaminación y gestionar la demanda y el control del tráfico" [49]. Para proporcionar información al responsable de la toma de decisiones, al conductor o a otros usuarios, esto repercute en el rendimiento de las operaciones de la red día a día y convierte el crecimiento económico de la población.

Los ITS cuentan con varias tecnologías para lograr sus objetivos, como la tecnología de procesamiento, gestión y archivo de datos, la tecnología de detección, la tecnología de comunicación, la tecnología de difusión de información, la tecnología de posicionamiento y localización referencial, la tecnología de control de vehículos y la tecnología de control de tráfico, así como la tecnología de pago electrónico, la tecnología de aplicación y la tecnología de supervisión. En la Ciudad de México, algunas tecnologías ya están en funcionamiento; hay 1.850 semáforos inteligentes operados a distancia para mantener la fluidez y la seguridad en varias intersecciones viales en la CDMX [23,52,53]. Hay 341 sensores y 84 videodetectores para determinar el aforo, la velocidad, la ocupación y el tipo de vehículos [54], aunque estos dispositivos fueron dados de baja por sus altos costos y por ser inservibles, según una fuente de la SEMOVI. En marzo de 2019 se puso en funcionamiento el carril reversible del circuito interior, de norte a sur, lo cual fue apoyado por un software de simulación. Con esto, podemos ver la importancia del uso de tecnologías para la gestión del tráfico (véase Fig. 6) [55].

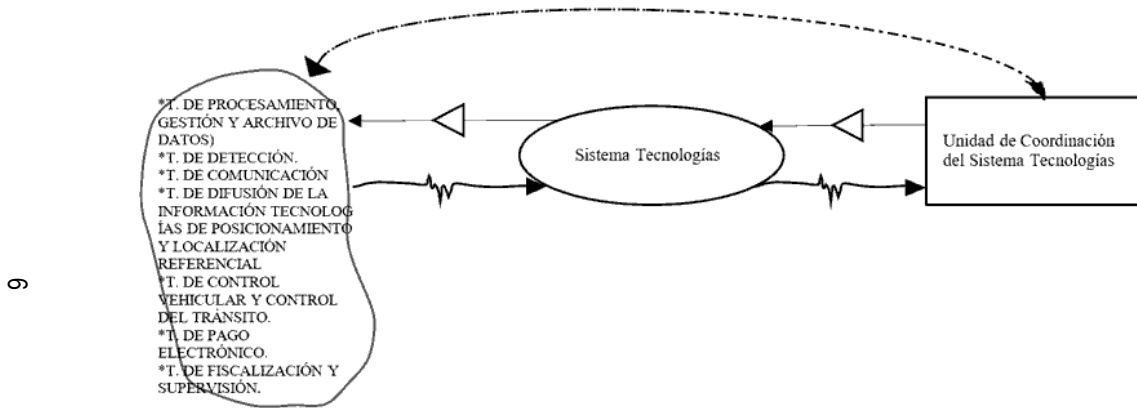


Fig. 6. Sistema Tecnológico elaboración propia basada en [48]

Sistema 2 (S2)

El S2 tiene la función de coordinar al máximo las unidades operativas del S1 para que trabajen conjuntamente a través de reuniones, foros, mesas de trabajo, protocolos, procedimientos, políticas, programas, planes, seguimientos, informes, manuales, flujogramas, archivos, mapas, entre otros. El S2 maneja varias normas y reglamentos que son esenciales para que el sistema funcione correctamente y para que las unidades operativas se adapten entre sí de manera eficiente, ya que la actividad de una unidad operativa repercute en las demás, evitando así perturbaciones en el sistema. Todas las unidades y la resolución de conflictos deben ser estables porque cada unidad necesita alcanzar sus objetivos. Aunque el S2 aplica las políticas y decisiones administrativamente, no las genera.

Todos estos elementos son mecanismos que se definieron para coordinar estratégicamente la gestión del tráfico de vehículos. Las acciones y las relaciones comunes entre los elementos, la fuente de información y la coordinación de las tareas se basan en gacetas oficiales y actas de trabajo después de cada reunión interdepartamental o incluso con organismos externos identificados. Cada elemento permitirá que estos dos sistemas trabajen juntos de la manera más organizada y coordinada posible para garantizar que no haya conflictos entre ellos.

El S2 se encarga de implementar leyes, reglamentos y políticas de diversa índole, como la Ley de Movilidad de la CDMX, el reglamento de tránsito, la declaratoria del derecho a la movilidad, entre otros; todos estos elementos son los pilares de la gestión del tránsito y fueron creados por las autoridades para manejar una gran variedad de problemas derivados de las interacciones de los reglamentos con los ciudadanos en la gestión del tránsito y la movilidad.

La figura 7 presenta la coordinación del S2 en la gestión del tráfico de vehículos y las acciones relevantes o que pueden serlo en el futuro.

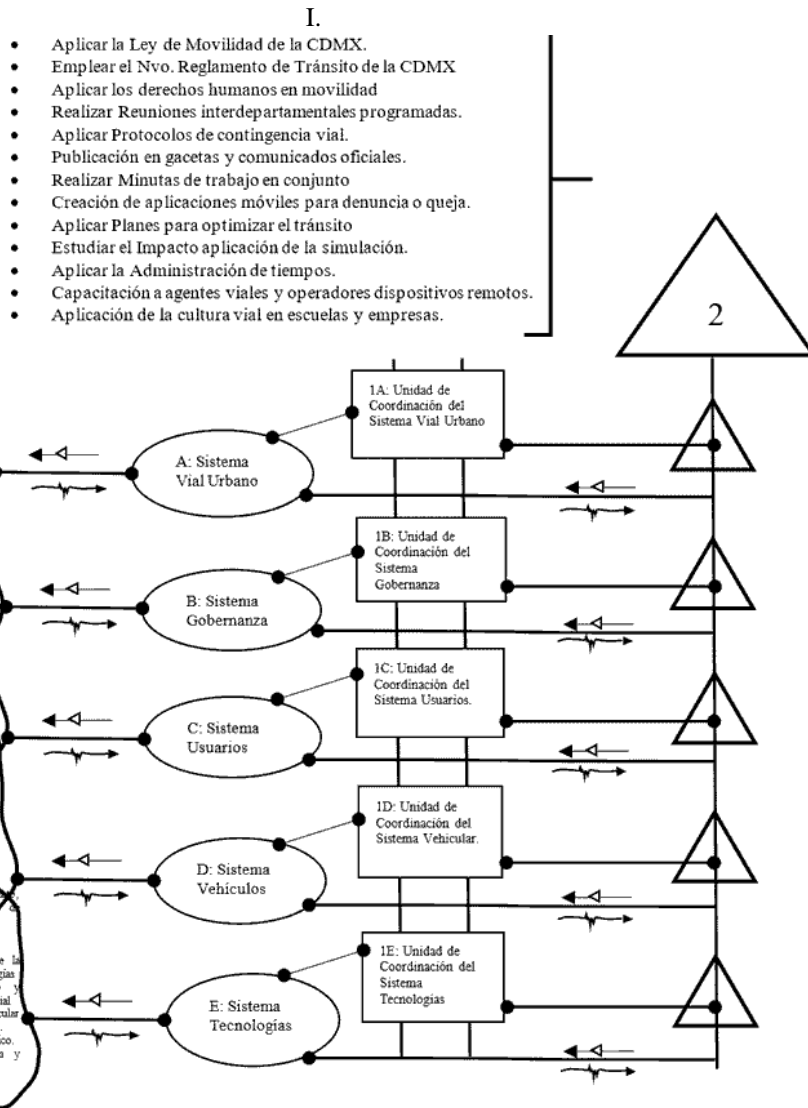


Fig. 7. Diagrama de la función de coordinación o Sistema 2 elaboración propia basada en [48]

Sistema 3 (S3)

El S3 busca optimizar el S1 y crear sinergias porque es responsable de las acciones internas e inmediatas del sistema, del "aquí y ahora". S3 dispone de canales diferentes a los de S1, pero no debe intervenir directamente sobre S1, ya que para eso está S2; así, S3 tiene una posición favorecida ya que tiene acceso a información privilegiada, pero no debe utilizarla demasiado ya que le restaría validez. S3 forma parte del nivel corporativo y es el encargado de transmitir los mandatos y políticas a S2 y, al mismo tiempo, es el receptor de la información de auditoría de S3*, lo que, según Beer, ayuda a conseguir el equilibrio aplicando la ley de variedad de Ashby entre S3 y S1. Así, S3* asimilaría la variedad restante, que es estabilizada por S2, así como el control, la entrega de recursos y la responsabilidad [56]. S3* colabora en la realización de auditorías para garantizar la consecución de los objetivos asignados a S1. En este caso, la "Secretaría de Seguridad Ciudadana" (SSC) a través de la

"Subsecretaría del control de tránsito", en conjunto con la "Secretaría de Movilidad" y otras dependencias, es la responsable de actuar de manera inmediata ante cualquier situación que provoque congestión vehicular y de habilitar la operación, como se muestra en la Figura 8.

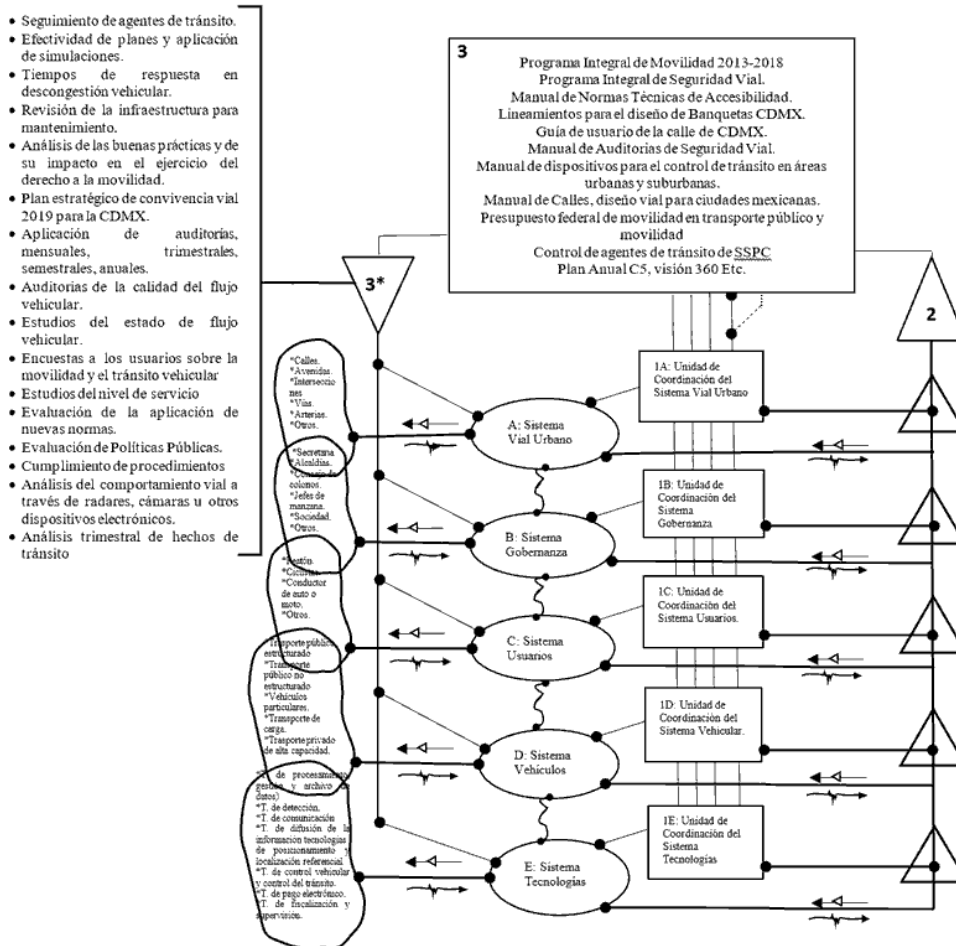


Fig. 8. Diagrama de la función de control o Sistema 3 elaboración propia basada en [48]

Sistema 4 (S4)

El S4 se preocupa principalmente por el futuro y el entorno externo de la organización, priorizando el cumplimiento de sus objetivos a lo largo del tiempo en diversas circunstancias. En cuanto a los homeostatos de S3 y S4, el de S3 está atento al "aquí y ahora" de la organización, mientras que el de S4 mira al "futuro y hacia fuera" y se preocupa de que S3 pueda implementar cambios y reformas en S1 para asegurar su continuidad en el futuro. Es crucial lograr una buena conexión entre S3 y S4 a pesar de sus diferencias, por lo que es imprescindible encontrar herramientas de comunicación que puedan utilizarse entre estos dos. Por ello, "Beer" creó Team Syntegrity [46] para facilitar la comunicación en cualquier ámbito, aunque se puede utilizar otra técnica o metodología.

A pesar de la aplicación de técnicas o metodologías de comunicación, no siempre se obtiene un acuerdo unánime, y es entonces cuando entra en juego el S5, del que hablaremos más adelante. Para la posición de S4,

"Beer propone que se convierta en la sala de operaciones de la organización, un verdadero entorno de toma de decisiones" [67].

Es esencial integrar las nuevas tecnologías para resolver los problemas de la ciudad debido a los diversos cambios políticos, económicos, culturales y sociales que afectan a la vida cotidiana de la ciudad para lograr una gestión óptima del tráfico. Es necesario estudiar el entorno, y aquí es donde se han encontrado las diferentes integraciones con el entorno externo y su correspondencia con el Sistema cinco.

La Secretaría de Movilidad (SEMOVI) debe formar parte de este sistema porque es la que coordina y mira hacia el futuro, además de elaborar políticas públicas y programas y organizar, orientar, controlar, vigilar, aprobar y modificar el desarrollo de la movilidad y el transporte. Además, está a la vanguardia de la tecnología para captar y almacenar información sobre el tráfico de vehículos, entre otras tareas. También debe coordinar con las secretarías encargadas de la gestión vehicular, como la "Subsecretaría de Tránsito, Secretaría de Obras Públicas", entre otras.

El "Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano de la CDMX", o C5, debe ser parte de la S4, ya que puede ver hacia afuera y capturar información, y es útil para la toma de decisiones en emergencias médicas, tareas relacionadas con el medio ambiente, protección civil y servicios de movilidad y comunitarios en la capital del país. A través de la videovigilancia, la captura de llamadas telefónicas y las aplicaciones de inteligencia, se centra en mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de la capital. Está a la vanguardia del desarrollo tecnológico y capta una gran cantidad de datos. De hecho, uno de los retos es conseguir una base de datos única y consolidada de eventos de tráfico a partir de las distintas fuentes disponibles [57].

Supongamos que la SEMOVI, la SSC y el C5 CDMX se integran en el S4. En este caso, no absorbe (resuelve) la variabilidad (problemas) en su totalidad porque su objetivo principal es la seguridad y calidad de vida de los ciudadanos. Hasta ahora, el C5 no tiene como prioridad la gestión del tráfico; no se interesa por los acontecimientos ordinarios que pueden desencadenar la congestión del tráfico. Por ejemplo, los limpiadores de parabrisas suelen parar los coches, la gente vende productos entre los coches y varios artistas trabajan en los pasos de cebra de los peatones y caminan entre los vehículos. Además, los baches y badenes ralentizan la circulación y suponen un peligro para quienes se mueven dentro del carril de vehículos.

La ciudadanía, al no conocer un servicio confiable con el cual reportar eventos de tránsito que no consuma tiempo, ha recurrido a Twitter y Facebook a las cuentas de las secretarías correlativas, como @072GDF, @SOBSECDMX, @OVIACDMX, @GobCDMX, @C5_CDMX, @SSC_CDMX, y @LaSEMOVI, entre otras redes sociales, generando información no estructurada [57].

El C5 es muy eficiente en la atención de incidentes de seguridad en la vía pública, como asaltos, accidentes viales, botones de emergencia, bloqueos, etc. Actúa de inmediato para resolverlos, como lo demuestran varios videos en Twitter o YouTube del C5 CDMX. Entre sus actividades, proporciona información sobre el tráfico vehicular a través de cámaras de video.

En general, por las características y recursos con los que cuenta el C5, podría ser la sala de operaciones, ya que sus aspectos técnicos le permiten recabar diferentes datos para la toma de decisiones de los funcionarios. Tanto el C5 como la SSC y la SEMOVI cuentan con información histórica y actual para realizar este ejercicio, como se muestra en la Figura 9.

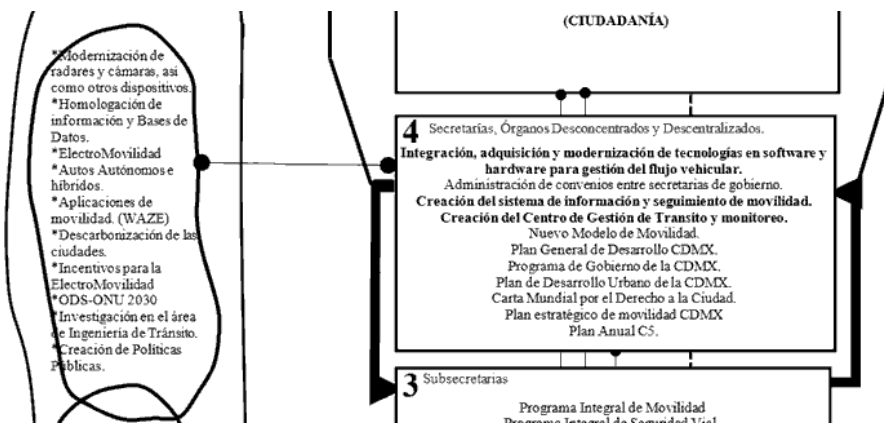


Fig. 9. Diagrama de la función de inteligencia o Sistema 4, elaboración propia basada en [48].

Sistema 5 (S5)

S5 es el encargado de gestionar la dirección haciendo políticas de interacción entre S4 y S3 para resolver todos los problemas del homeostasis, según la ley de Ashby. S5 también está obligado a hacer que la organización se adapte al entorno externo cuando sea necesario y a mantener el equilibrio del entorno interno, valorando el presente y el futuro de la organización, ya que debe comprometerse a establecer la misión, la visión y los objetivos de la organización.

Los elementos políticos ya están bien definidos porque existen en los planes de trabajo de la CDMX, por lo que debemos acatarlos. Sin embargo, eso no significa que en el futuro no se propongan nuevas políticas para mejorar el tránsito y la movilidad en la ciudad (los planes existen, pero no siempre se aplican y menos aún llegan a los ciudadanos). Otra variable es que los reglamentos, estatutos, políticas, etc., muchas veces no se actualizan y no se ajustan a la realidad siempre cambiante de la CDMX. Falta una revisión constante para mantenerlos al día.

Para los Sistemas S3 y S4, es necesario considerar los consejos u opiniones de la población que utiliza diariamente las vías de circulación vehicular y peatonal.

Aquí es fundamental incluir a los ciudadanos que no opinan por falta de información, ya que existen programas de creación de políticas públicas y urbanas para mejorar las ciudades donde se requiere el apoyo de los ciudadanos. Sin embargo, estas convocatorias sólo llegan a un número limitado de personas, o hay poca publicidad.

No sólo los usuarios de automóviles, sino también los peatones, los ciclistas, los motociclistas y los usuarios de vehículos alternativos deberían participar. En general, los ciudadanos no se implican porque hay una falta de confianza en las instituciones. "Cuando no hay confianza, es porque las instituciones no están cumpliendo sus funciones correctamente o porque la población percibe que están trabajando para favorecer a un sector concreto. Si no hay confianza, es casi seguro que los ciudadanos evitarán relacionarse con ellas en la medida de lo posible. Por lo tanto, si una democracia quiere promover la participación ciudadana, debe garantizar la credibilidad de sus instituciones" [58].

El sistema de gestión del flujo vehicular de la CDMX está integrado por diversas instancias gubernamentales y no gubernamentales, lo que demuestra su carácter recursivo; hay sinergia cuando es necesario interactuar en conjunto. Al integrarlo con los ciudadanos para que retroalimenten el sistema, se podrán considerar aquellas variables que interfieren en la fluidez del tráfico de manera cotidiana pero que pasan desapercibidas debido a otras variables más críticas, como se muestra en la Figura 10.

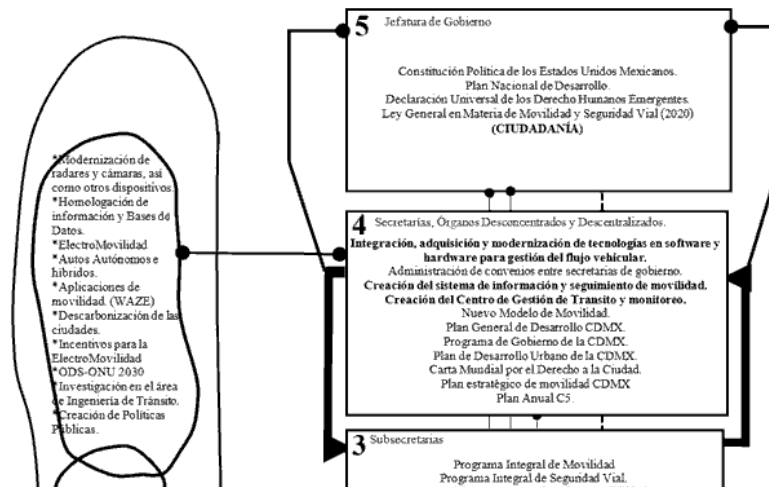


Fig. 10. Diagrama de la función de política o Sistema 5, elaboración propia basada en [48]

En la figura 11 se puede ver ya integrado todo el modelo de sistema viable aplicado a la gestión del flujo vehicular, los sistemas 1 representarían a las jefaturas de los departamentos de gobierno que son las unidades operativas que realizan el trabajo día a día, luego éstas a su vez coordinadas por el Sistema 2 son las direcciones generales a cargo de una o varias jefaturas, a través de políticas y decisiones administrativas por las que se rige. El Sistema 3 son a su vez las diferentes subsecretarías de gobierno que crea esa sinergia entre el S1 y S2 para que trabajen en armonía y comunicación. Y los sistemas 4 serían las secretarías de gobierno junto con los organismos desconcentrado y descentralizados, que son los encargados de ver hacia el futuro y el entorno para poder implementar cambios y reformas. Y por último como sistema 5 la Jefatura de gobierno y los ciudadanos, son los encargados que de alguna manera se logre que los sistemas 3 y 4 lleguen a un equilibrio tal que se coordinen mediante el intercambio de información y la aplicación de las normativas de las leyes correspondientes para poder logra los planes de desarrollo propuestos.

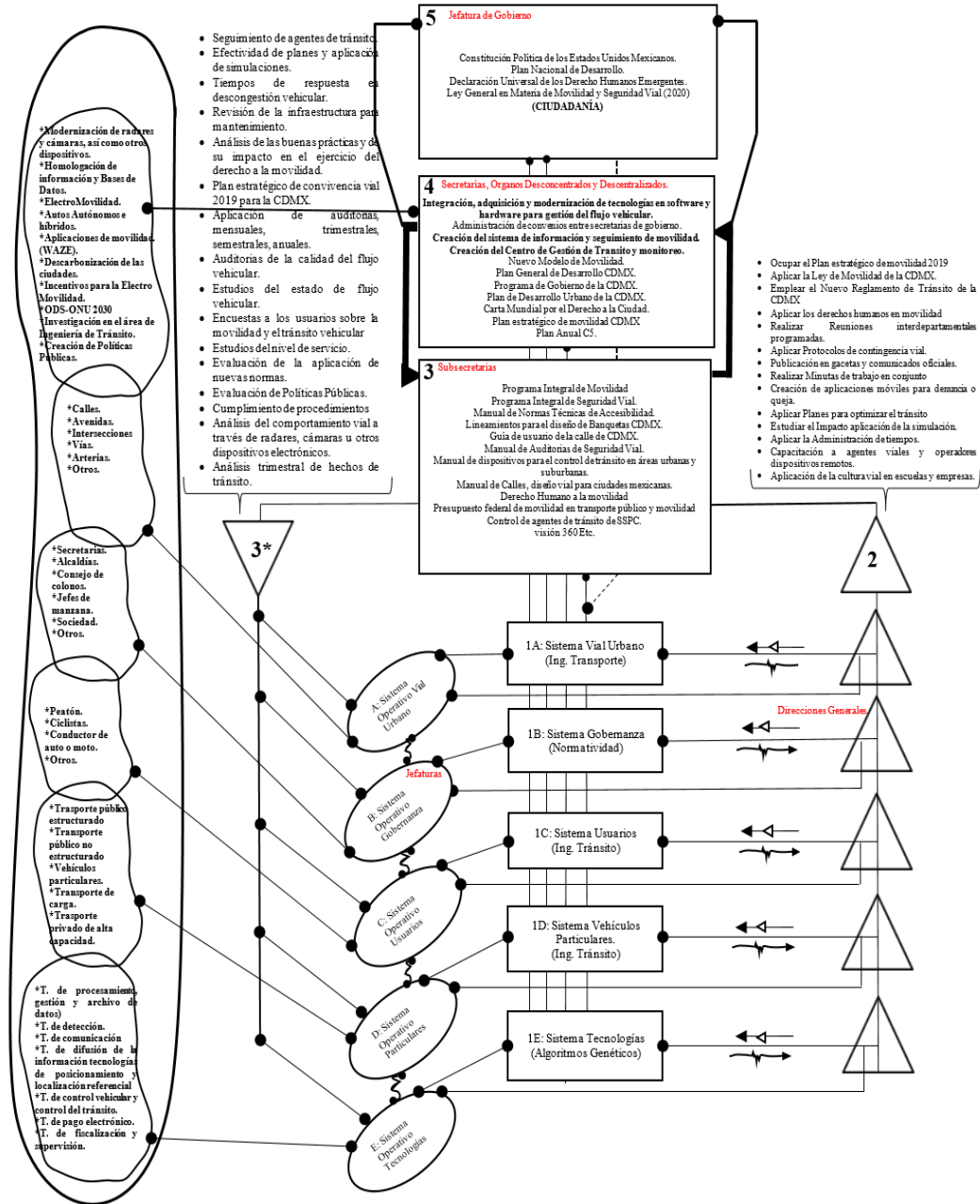


Fig. 11. Diagrama del Modelo de Sistemas Viales aplicado a la gestión del flujo vehicular (elaboración basada en [48]).

III. CONCLUSIONES

1. En este trabajo se identificaron muchos documentos e instituciones privadas y públicas que se ocupan de la congestión vial en la Ciudad de México. Cada uno de ellos ha creado análisis, manuales, encuestas, normas y políticas públicas y urbanas, entre otros [26,28,59-62]. Diferentes documentos se hicieron con el mero objetivo de entender y buscar alternativas de solución al congestionamiento vial; algunos siguen vigentes, a pesar de haber sido creados hace años, incluso décadas, pero ya no se ajustan a la realidad de esta compleja y cambiante ciudad. Al redactar este documento, nos encontramos con la pandemia COVID-19, que nunca imaginamos que tendría un impacto de gran alcance en la movilidad. Según la encuesta MOOVIT [63], la gente se vio obligada por la pandemia a utilizar autos privados para proteger su salud y evitar el contagio en el transporte público. Esto ya nos permite vislumbrar el futuro de la vuelta a las actividades en la nueva normalidad pospandémica, lo que probablemente conducirá a un aumento del tráfico de automóviles privados.
2. También comprobamos que existe una gran cantidad de datos relativos a normas, leyes y políticas públicas y urbanas en varios sitios web gubernamentales, pero intentar organizarlos para el modelo de sistema viable fue difícil. Esta gran cantidad, duplicación y dispersión de documentos y datos también la ha experimentado el urbanista Salvador Herrera, consultor de ONU-Hábitat [64]. El gobierno ha captado datos no estructurados de diversas redes sociales, como han visto la SEMOVI y la SSC. Muchos ciudadanos, en lugar de hacer una denuncia formal, prefieren hacer una queja a través de Twitter o Facebook, entre otros, por lo que estos datos carecen de estructura y de la formalidad de una denuncia. Sería ideal contar con una base de datos única [57] donde exista información estandarizada a pesar de que existan diferentes fuentes (públicas o privadas) con diversos objetivos.
3. La periurbanización ha ocurrido desde hace décadas en la CDMX, donde el uso del suelo y la habitabilidad han cambiado de rural a urbano debido al crecimiento y movilidad de la ciudad [65]. Actualmente, los ciudadanos buscan lugares cercanos para vivir y trasladar sus centros de trabajo a la ciudad, pero al no lograrlo, se desbordan hacia las zonas aledañas a la CDMX, asentándose en zonas agrícolas, bosques y pastizales, entre otros. Esto provoca un cambio en la vocación de las calles [32]; por ejemplo, donde antes pasaban caballos o camiones de carga, ahora, algunas personas buscan una salida para ir a trabajar, mientras que otras a pie buscan opciones de transporte o van en sus propios vehículos. Además, debido al alto costo de la vivienda en el centro de la CDMX, las zonas aledañas son más baratas. Esta situación ha provocado que varios pequeños empresarios generen innovación en el transporte, como bicitaxis o mototaxis, pero la mayoría opera de manera irregular. De acuerdo con la abogada Marta Lucía Gutiérrez, experta en políticas públicas de la red SIMUS ("Sistemas Integrados para la Movilidad Urbana Sustentable") [64], este tipo de transporte, junto con el automóvil particular, generalmente congestionan las calles secundarias y terciarias de algunas zonas.
4. Considerando todos los esfuerzos realizados en México para reducir la congestión vial, no sólo por el gobierno sino también por asociaciones civiles, organizaciones sin fines de lucro, etc., nos enteramos, por una entrevista personal con la ex Subsecretaria de Movilidad Laura Ballesteros después de participar en el evento INTERTRAFFIC 2019, que cada nueva administración, o cambio de gobierno, no ha continuado los esfuerzos de las administraciones anteriores. Otro factor es la falta de coordinación entre las autoridades, y la superposición de funciones que lleva a la falta de autoridad y la falta de confianza de los ciudadanos.
5. Si miramos esta situación con los ojos del modelo de sistemas viables, podemos ver que hay falta seguimiento, auditoría de las acciones realizadas. También existe un punto ciego al mirar hacia fuera y no considerar los problemas sociales que también afectan a la fluidez del tráfico, junto con la falta de mantenimiento que sufre la ciudad desde hace décadas, creando socavones, zanjas y baches, entre otros [66], y sin olvidar los badenes para evitar los accidentes de tráfico por atropellos y otros sucesos, pero que como segunda reacción traen consigo un entorpecimiento de la fluidez del tráfico, según la encuesta realizada en este trabajo.

6. Hay que tener en cuenta que hay personas que se ganan la vida realizando diversos servicios en calles o avenidas muy transitadas, lo que también repercute en su funcionalidad. A pesar de todo, se sigue utilizando el coche privado, ya que las políticas urbanas siguen apostando por la inversión en movilidad automovilística [7] y menos en los ciudadanos. Esta variable social no ha sido estudiada en profundidad, pero es algo con lo que conviven la mayoría de los habitantes de la ZMVM y, a pesar de la tecnología, se pasa por alto día a día. Así como todos los trabajadores informales de las calles o avenidas concurridas tienen derecho a ganarse la vida donde puedan, tanto los conductores como los automovilistas y los no automovilistas tienen derecho a acceder a las calles y avenidas.
7. Respecto a la encuesta se pudo ver que no todos los ciudadanos que manejan conocen el reglamento de tránsito y tienen la documentación correspondiente, así como la mayoría son adultos cada uno dedicado a diferentes actividades. La mayoría de los entrevistados se trasladan al trabajo o a la escuela. Respecto a los baches, agujeros y zanjas la mayoría de los entrevistados están de acuerdo que aumentan la congestión vehicular y sobre los topes o resaltos que tienen como objetivo salvar vidas la mayoría piensa que también causan congestión y creen que están colocados de manera improvisada. Así como muchos han tenido algún daño en su auto. También se pudo vislumbrar que la mayoría de los entrevistados no tenían conocimiento que hay lugares para denunciar, por la edad de la mayoría de los entrevistados están acostumbrados a usar aplicaciones para revisar el estado del tránsito vial antes de pasar por ahí
8. Otro factor del que se habla entre los usuarios de transporte público concesionado como los llamados microbuses, autobuses, y las viejas combis llamadas peseras entre otros no tienen la educación de pararse solo en los paraderos oficiales, sino que incluso paran varias veces en una sola cuadra, debido a que sus clientes no van a la parada oficial y los detienen donde sea que les marquen el alto.
9. Por último, no olvidemos el incremento de las motocicletas como opción de movilidad, pero que apenas respetan su normatividad, y la micromovilidad que parece ser muy prometedora pero aún no se cuenta con la infraestructura pues solo cuenta con las ciclovías y aún no se trabaja en una regularización en la CDMX [68].

REFERENCIAS

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación. Síntesis metodológica*, INEGI: México, 2020.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825100964> (Accesed Mar. 17, 2022)
- [2] Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, ITDP, “La importancia de reducción del uso del automóvil en México. Tendencias de motorización, del uso del automóvil y sus impactos,” Reporte ITDP México, 2012, available: <https://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Importancia-de-reduccion-de-uso-del-auto.pdf> (Accesed Mar. 17, 2022)
- [3] J. J. Gutiérrez Chaparro, “Planeación urbana en México: Un análisis crítico sobre su proceso de evolución”, *Urbano*, vol. 12, núm. 19, pp. 52-63, 2009, available
<https://www.redalyc.org/pdf/198/19811644008.pdf>
- [4] Organización de las Naciones Unidas-Habitat. “Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015.” ONU-Habitat: México, 2015. <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Reporte-Nacional-de-Movilidad-Urbana-en-Mexico-2014-2015.pdf> (Accesed Mar. 17, 2022)
- [5] Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. “Inventario de Emisiones de la Ciudad de México 2016. Contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero.” Dirección General de la Gestión de la Calidad de Aire, 2016.
<http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/> (Accesed Mar. 17, 2022)
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, “Accidentes de Tránsito”, INEGI: México, 2022.
https://www.inegi.org.mx/temas/accidentes/#Informacion_general (Accesed Mar. 17, 2022)
- [7] Instituto Mexicano para la Competitividad A. C., “1er Estudio Nacional del Costo de la Congestión: ¿Cuánto cuesta la congestión vehicular en México?”, IMCO y SINTRÁFICO, México, 2018. Available
<https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2019/09/%C2%BFCu%C3%A1nto-cuesta-la-congesti%C3%B3n-en-M%C3%A9xico.pdf> (Accesed Mar. 17 2022)

- [8] J. Márquez-Contró, “Estrés-Afrontamiento ante el tráfico vehicular en choferes de transporte público de la Ciudad de México” Tesis de Licenciatura en Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 2004. Available <https://repositorio.unam.mx/contenidos/121971>
- [9] R. Cal, J. Cárdenas, *Ingeniería de Tránsito (Fundamentos y aplicaciones)*, AlfaOmega: México, 2018.
- [10] Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. “Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2018, Contaminantes criterio, tóxico y gases y compuestos de efecto invernadero,” SEDEMA: México, 2018.
<http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-cdmx-2018/Inventario-de-emisiones-cdmx-2018.pdf> (Accesed Mar. 18, 2022)
- [11] L. Ballesteros, J. Padilla, D. Franco, *Políticas de movilidad sustentable en la CDMX. Hacia un nuevo modelo*. México, 2018.
- [12] Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal, *Gaceta Oficial del Distrito Federal No. 1965 Bis.*, Ciudad de México, 2014, http://cgsservicios.df.gob.mx/sicdf/formatos/Gaceta_1965Bis_15_10_2014.pdf (Accesed Mar. 18, 2022)
- [13] TomTom Traffic Index, “The Results Are In! Mexico City Takes Crown of ‘Most Traffic Congested City’ in World from Istanbul”, 2022, <https://corporate.tomtom.com/static-files/5289c5aa-310c-4965-a4c0-516760a8a6fd> (Accesed Mar. 18, 2022)
- [14] TomTom Traffic Index, “Mexico City Retains Crown of ‘Most Traffic Congested City’ in World”, 2022, <https://corporate.tomtom.com/static-files/7b98ada1-ec2c-4da0-8579-f83ac0f31d88> (Accesed Mar. 18, 2022).
- [15] TomTom Traffic Index, “Measuring Congestion Worldwide”, https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ (Accesed Mar. 18, 2022)
- [16] TomTom Traffic Index, “Record Mexico City Traffic 2018, 2019, 2020”, 2020, https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/mexico-city-traffic/ (Accesed Mar. 18, 2022)
- [17] TomTom-Traffic-Index, “Full Ranking”, 2022, https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/?country=CA,MX,US (Accesed Mar. 18, 2022)
- [18] Secretaría de Seguridad Ciudadana, Ciudad de México, “457: Ante la Contingencia Sanitaria, la Afluencia Vehicular Disminuyó más de 60 por Ciento en la Ciudad de México”, SSC-CDMX, 2022.
<https://www.ssc.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/457-ante-la-contingencia-sanitaria-la-afluencia-vehicular-disminuyo-mas-de-60-por-ciento-en-la-ciudad-de-mexico> (Accesed Mar. 18, 2022).
- [19] Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, “Reporte Trimestral Hechos De Tránsito Octubre-diciembre 2020.” SEMOVI: México, 2022.
https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ReporteTrimestralHT_2020_04.pdf (Accesed Mar. 18, 2022).
- [20] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, “Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México.” INEGI: México, 2022,
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/resultados_eod_2017.pdf (Accesed Mar. 22, 2022)
- [21] Cámara de Diputados, LXII Legislatura. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, “Encuesta telefónica nacional: Movilidad urbana y medioambiente, 2017”, CESOP: México, 2017.
<http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Opinion-Publica/Encuestas/Encuesta-telefonica-nacional-Movilidad-urbana-y-medio-ambiente> (Accesed Mar. 22, 2022)
- [22] Cámara de Diputados, LXIII LEGISLATURA, CDMX Estudios Sociales y de Opinión Pública. “Horarios Escalonados en la CDMX: De la viabilidad a la necesidad - 2016.” CESOP: México, 2016.
<http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Opinion-Publica/Encuestas/Encuesta-telefonica-nacional-Movilidad-Urbana> (Accesed Mar. 22, 2022).
- [23] Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, “Supervisa Jefa De Gobierno Intersecciones Peatonales.” SEMOVI: México, 2022. <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/supervisa-jefa-de-gobierno-trabajos-en-intersecciones-peatonales> (Accesed Mar. 22, 2022).
- [24] L. Ballesteros, F. Dworak, *Caminando hacia el futuro. Experiencia de Movilidad en la Ciudad de México*. México: Proyecto M2050, 2015.
- [25] Honorable Congreso de la Unión, “Decreto por el que se declara reformadas diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de Movilidad y Seguridad Vial”, 2022.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5608174&fecha=18%2F12%2F2020 (Accesed Mar. 2022)

- [26] Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal, “Gaceta Oficial Distrito Federal No. 1965 Bis”, 2022 http://cgsservicios.df.gob.mx/sicdf/formatos/Gaceta_1965Bis_15_10_2014.pdf (Accesed Mar. 22, 2022).
- [27] Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México, “Gaceta Oficial de la Ciudad de México No. 59”, 2022. https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b2b25413227f7bf1157bfa014610c390.pdf (Accesed Mar. 2022).
- [28] Secretaría de Movilidad, “Guía de Usuario de las Calles”, SEMOVI-Fundación MAPFRE: México, 2022. https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/GuiaDeUsuarioDeLaCalleCDMX_V1_estilo_091216.pdf (Accesed Mar. 22, 2022)
- [29] Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID), “Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas”, Gobierno de la CDMX: México, 2022. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/manual-de-calles-diseno-vial-para-ciudades-mexicanas> (Accesed Mar 22,2022).
- [30] Secretaría de Movilidad, “Evaluación del Programa Integral de Movilidad (PIM) 2013–2018”, Plaza pública: México, 2022. https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/62/Evaluacio%CC%81n_PIM_2013-2018.pdf (Accesed Mar. 22, 2022).
- [31] Secretaría de Movilidad, “Programa Integral de Movilidad (PIM) de la Ciudad de México 2020–2024, Diagnóstico Técnico.” Plaza pública: México, 2022. https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/303/Diagno%CC%81stico_te%CC%81cnico_de_movilidad_PIM.pdf (Accesed Mar. 22, 2022)
- [32] Secretaría de Movilidad, “Plan Estratégico de Movilidad de la CDMX 2019”, SEMOVI: México, 2022. <https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/plan-estrategico-de-movilidad-2019.pdf> (Accesed Mar. 22, 2022).
- [33] Jefatura de Gobierno, “Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México”, SEMOVI: México, 2022. <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/secretaria/marco-normativo/reglamento-de-transito-cdmx> (Mar. 22,2022)
- [34] INTERTRAFFIC-2019, “Acelerando la transición de la movilidad”, México, 2022. <https://www.intertraffic.com/press-releases/inauguran-intertraffic-mexico-2019/> (Accesed Mar. 22. 2022)
- [35] Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad, “11vo Congreso Internacional de Transporte: La innovación en la Movilidad Urbana”, AMTM: México, 2022. <https://amtm.org.mx/eventos-y-congresos/11-congreso-internacional-de-transporte/> (Accesed Mar. 22, 2022)
- [36] A. A. Arghand, M. Alborzi, A.R. Ghatari, “Banking System Modeling by Viable System Modeling (VSM).” *Systemic Practice and Action Research*, vol. 34, no. 3, pp. 269-290, Jun. 2020. doi:10.1007/s11213-020-09527-8.
- [37] Z. Rezaee; A. Azar; A. M. B. Erz.; M.D. Nayeri. “Application of Viable System Model in Diagnosis of Organizational Structure.” *Systemic Practice and Action Research*. 32: 273-295. 2019. doi:10.1007/s11213-018-9454-y.
- [38] S. Hildbrand.; S. Bodhanya. “Guidance on applying the viable system model.” *Kybernetes*. 44(2): 186-201, Feb. 2015. doi:10.1108/K-01-2014-0017.
- [39] Arghand, A.A., Alborzi, M. & Ghatari, A.R. “A Methodology for IT Governance by Viable System Modeling (VSM): an Action Research in Designing a Data Center.” *Syst Pract Action Res* 35, 131–152 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11213-021-09559-8> (Accesed Feb. 10, 2023)
- [40] Beatriz Trueba-Ríos, et. al. “Diagnóstico del sistema financiero, la banca comercial y el sistema de portafolios basado en el modelo de sistemas viables” *Científica*, vol.16, núm. 2, pp. 55-65, abril-junio 2012. ISSN 1665-0654, ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO. (Accesed Feb. 10, 2023)
- [41] S R Samal, et. Al., “Analysis of Traffic Congestion Impacts of Urban Road Network under Indian Condition”. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1006, Sustainable Construction Technologies & Advancements in Civil Engineering (ScTACE-2020) 9-10 Octubre 2020, Bhimavaram, India. DOI 10.1088/1757-899X/1006/1/012002. (Accesed Feb. 10, 2023)
- [42] De la Torre, R.; Corlu, C.G.; Faulin, J.; Onggo, B.S.; Juan, A.A. “Simulation, Optimization, and Machine Learning in Sustainable Transportation Systems: Models and Applications.” *Sustainability* 2021, 13, 1551. <https://doi.org/10.3390/su13031551> (Accesed Feb. 10, 2023)
- [43] Shishuo Xu, Songnian Li, Richard Wen, “Sensing and detecting traffic events using geosocial media data: A review”, *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 72, 2018, Pages 146-160, ISSN 0198-9715, <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.06.006>.

- [44] Wei Chen, Fangzhou Guo, and Fei-Yue Wang, “A Survey of Traffic Data Visualization”, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 16, No. 6, Diciembre 2015. DOI:10.1109/TITS.2015.2436897.
- [45] Georgina M. Hernández Ahumada, et. al. “Enfoque cibernético para una circulación vehicular inteligente” Conference: XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas. Febrero 2020. (Accesed Feb. 10, 2023)
- [46] J.P. Ríos, “Aplicación de la cibernética organizacional al estudio de la viabilidad de las organizaciones patologías organizativas frecuentes (parte 1a),” *Revista DYNA*, 83(5): 265–281. Jan 2008.
- [47] J.P. Ríos, *Diseño y Diagnóstico de Organizaciones Viabiles: Un Enfoque Sistémico*, Valladolid, España: Iberfora 2000, 2008. ISBN: 978-84-612-5845-1.
- [48] S. Beer, *Diagnosig the System for Organization*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 1985. ISBN: 0471906751.
- [49] Asociación Mundial de la Carretera. “Manual Explotación de la red vial y sistemas inteligentes de transporte.” PIARC. <https://rno-its.piarc.org/es/conceptos-basicos-rno/que-significa-rno> (Accesed Apr. 08, 2022).
- [50] Fundación Carlos Slim. “Curso Movilidad Motorizada.” Capacítate para el empleo. <https://capacitateparaempleo.org/pages.php?r=.tema&tagID=4673> (Accesed Apr. 08, 2022).
- [51] Fundación Carlos Slim. “Curso Movilidad No Motorizada.” Capacítate para el empleo. <https://capacitateparaempleo.org/pages.php?r=.tema&tagID=4674> (Accesed Apr. 08, 2022).
- [52] Secretaría de Seguridad Ciudadana de la CDMX. “1344 SSP-CDMX se Apoya en Nuevas Tecnologías para Garantizar Movilidad y Brindar Seguridad Vial.” SSC-CDMX. <https://www.ssc.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/1344-ssp-cdmx-se-apoya-en-nuevas-tecnologias-para-garantizar-movilidad-y-brindar-seguridad-vial> (Accesed Apr. 08, 2022)
- [53] Secretaría de Seguridad Ciudadana de la CDMX. “Informe Anual de Actividades 2017.” SSC-CDMX. http://www.ssp.df.gob.mx/TransparenciaSSP/sitio_sspdf/LTAPRCCDMX/art_121/fraccion_xxxi/VINCULOS/INFORMEDEACTIVIDADES2017.pdf (Accesed Feb. 28, 2017)
- [54] Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX. “INFOVIAL.” Portal de datos abiertos de la CDMX. https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/d7d82ecf-1a5a-41eb-855e-a3fd39a942b6/resource/6a731080-1055-4fbd-b721-2e66e98d6b31/download/infovial-semovi_ver03-corregida-1.pdf (Accesed Apr. 11, 2022)
- [55] Secretaría de Seguridad Ciudadana de la CDMX. “Tarjeta Informativa: A Partir de este martes, la SSC Implementará un Carril Reversible en Circuito Interior, de Norte a Sur.” SSC-CDMX. <https://www.ssc.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/ti-partir-de-este-martes-la-ssc-implementara-un-carril-reversible-en-circuito-interior-de-norte-sur> (Accesed Mar. 16, 2020).
- [56] J. Romero, “Dinámica del Cambio Organizacional del Ministerio de Defensa de Colombia Desde la Perspectiva de la Ciencia Política y la Teoría Organizacional (1990–2002),” *ResearchGate*: 2009. https://www.researchgate.net/publication/318323060_Dinamica_del_cambio_organizacional_del_Ministerio_de_Defensa_de_Colombia_desde_la_perspectiva_de_la_ciencia_politica_y_la_teor%C3%ADa_organizacional_1990_-_2002; (Accesed Apr. 11, 2022).
- [57] Secretaría de Seguridad Ciudadana de la CDMX. “¿Por qué es necesaria una base de datos única de hechos de tránsito?.” SEMOVI. <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/por-que-es-necesaria-base-de-datos-unica-hechos-de-transito>; (Accesed Apr. 11, 2022).
- [58] A. Serrano Rodríguez. “La participación ciudadana en México. Estudios Políticos 2015,” *Scientific Electronic Library Online*. 34, 93–116. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-16162015000100005&script=sci_abstract&tlng=es. (Accesed Apr. 11, 2022).
- [59] Gobierno de la Ciudad de México. “Gaceta Oficial De La CDMX No 59.” https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/53a3b010ce67ef9f998f25916e9dd66b.pdf (Accesed Apr. 11, 2022).
- [60] Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México. “Gaceta Oficial De La CDMX No. 136.” Consejería jurídica y de servicios legales. https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/0c37b1746512f388bf98ff67e80bcd33.pdf (Accesed Apr. 11, 2022).
- [61] Órgano del Gobierno del Distrito Federal. “Gaceta Oficial Del Distrito Federal No.146 Tomo 1.” Consejería jurídica y de servicios legales. https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/4f0e3c75c60c8.pdf (Accesed Apr. 11, 2022)

- [62] Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. “Anatomía de la movilidad en México. Hacia dónde vamos.” Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/anatomia-de-la-movilidad-en-mexico-hacia-donde-vamos?idiom=es> (Accesed Apr, 11,2022).
- [63] MOOVIT. “Impacto de la COVID-19 en el Uso del Transporte Público.” https://moovitapp.com/insights/es/Moovit_Insights_%C3%8Dndice_de_Transporte_P%C3%BAblico-countries?_hstc=171844735.525c6349dea4394fa98ed2e7d8fb0066.1620193440431.1620193440431.1620193440431.1&_hssc=171844735.4.1620193440431&_hsfp=3487247654(Accesed Apr. 11, 2022).
- [64] Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad. Webinar AMTM: “Desarrollo Local, Crecimiento Metropolitano y Movilidad.” Canal de youtube AMTM. <https://www.youtube.com/watch?v=-J2z6TquDD0&list=PL2Z14ARHSCfLCxxs1-9g5Xsahle5vzFFF>, (Accesed Apr. 11, 2022).
- [65] Ávila Sánchez Héctor. “Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades, Ciudad de México, 2009.” *Revista Estudios Agrarios* No.41:93-123, Jun. 2009. Available <http://www.pa.gob.mx/publica/PA074101.html>
- [66] Secretaría de Movilidad. “Segundo Informe Anual agosto 2019 - Julio 2020.” SEMOVI. <https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/2do%20Informe%20anual.pdf>; (Accesed Apr. 11, 2022)
- [67] M.C. Jackson, *Systems Thinking: Creative Holism for MANAGER*; Hoboken, NJ, USA, Wiley. 2003.
- [68] Cadengo Maria y Mendoza Alberto, “Micromovilidad, una alternativa de transporte.” NOTAS número 187, septiembre – octubre 2020, Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=516&IdBoletin=187> (Accesed Apr. 11, 2022)