

## Título: “Caracterización de los patrones de movilidad en la ciudad de Santa Fe”

Imaz, Fernando (Autor 1)<sup>a</sup>; Jaurena, Juan (Autor 1)<sup>a</sup>; Seco Ermácora, Fernando (Autor 1)<sup>a</sup>  
a Facultad Regional Santa Fe – Universidad Tecnológica Nacional  
fimaz@frsf.utn.edu.ar  
imazfernando@gmail.com

### **Resumen**

El conocimiento de los patrones de movilidad de una ciudad no solamente consiste en una acumulación y procesamiento de datos, sino que debe servir para representar la realidad, en primer lugar, y a partir de ésta, plantear ciertas hipótesis.

Teniendo en cuenta que se dispone de información de base relacionada con la movilidad urbana de la ciudad de Santa Fe correspondiente al año 2017. Este trabajo, pertenece al PID-TVTCBFE0008072TC: “Diseño de estrategias para la promoción de la movilidad sostenible en aglomerados urbanos”, busca realizar una comparación con datos correspondientes al año 2021 - año en dónde se empezó a normalizar la movilidad luego del aislamiento de las ciudades por el efecto de la pandemia Covid-19.

La información analizada corresponde a los años 2017 y 2021 y proviene del Transporte Público de Pasajeros, datos de tránsito del Acceso Este a la ciudad de Santa Fe y de seis intersecciones testigo de la ciudad. Del procesamiento de esta información se pudo analizar la evolución temporal de la matriz de movilidad del conglomerado urbano, y así plantear una hipótesis de cómo podría ser la movilidad de esta área metropolitana de mantenerse las condiciones actuales.

Los resultados obtenidos manifestaron una disminución considerable de los pasajeros transportados por el sistema de transporte público por colectivos y de los vehículos que ingresan a la ciudad por Ruta 168. Sin embargo, el estudio de la circulación dentro de la ciudad muestra un incremento del uso del vehículo particular (autos y motos) y de las bicicletas.

### **Abstract**

Knowledge of the mobility patterns of a city does not only consist of an accumulation and processing of data, but must serve to represent reality, in the first place, and from this, to propose certain hypotheses.

Taking into account that there is basic information related to urban mobility in the city of Santa Fe corresponding to the year 2017. This work belongs to PID-TVTCBFE0008072TC: "Design of strategies for the promotion of sustainable mobility in urban agglomerates", seeks to make a comparison with data corresponding to the year 2021 - the year in which mobility began to normalize after the isolation of cities due to the effect of the Covid-19 pandemic.

The information analyzed corresponds to the years 2017 and 2021 and comes from Public Passenger Transport, traffic data from the East Access to the city of Santa Fe and from six witness intersections in the city. From the processing of this information, it was possible to analyze the temporal evolution of the mobility matrix of the urban conglomerate, and thus propose a hypothesis of what the mobility of this metropolitan area could be like if current conditions were maintained.

The results obtained showed a considerable decrease in passengers transported by the public transport system by groups and in vehicles entering the city through Route 168. However, the study of circulation within the city shows an increase in the use of the private vehicle (cars and motorcycles) and bicycles.

**Palabras claves:** Patrones de Movilidad, Movilidad Urbana, Postpandemia..

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo intenta analizar la evolución de los patrones modales de movilidad en la ciudad de Santa Fe, teniendo en cuenta el impacto que ha tenido la pandemia Co-Vid con relación a la movilidad sostenible.

La necesidad de actuaciones que pretendan reorientar la movilidad hacia un enfoque sostenible pasa por dos objetivos distintos pero complementarios y necesariamente simultáneos: disminución del uso de vehículos motorizados de uso particular y fomento de los transportes públicos y no motorizados.

La Dra. Arq. Laura Cristina Aón [1] considera que *“el desarrollo urbano debe ser planificado e imbricado estructuralmente a la planificación de la movilidad. Para lograr una planificación integrada es preciso desarrollar los instrumentos necesarios, cuantitativos y cualitativos, formulados o reformulados en la observación empírica del comportamiento de la ciudad y la movilidad y de los actores clave que impulsan o traccionan los procesos que configuran el desarrollo urbano”*.

Por otra parte Lucas Rodríguez [2] en su trabajo final de Tesis de Maestría en su Máster Universitario en Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Formas e Imagen Digital establece que *“Detectar patrones de movilidad urbana puede resultar de interés para los gobiernos y las instituciones a la hora de gestionar servicios relacionados a los desplazamientos de las personas. Esto puede contribuir también con el desarrollo sustentable de la ciudad en cuestión”*.

Finalmente, Luis Ricardo Gutiérrez [3], Director Estratégico para América Latina de la Red EMBARQ del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y Secretario General de la Asociación Latinoamericana de Sistemas Integrados y BRT (SIBRT), plantea: *“Sin un transporte urbano de alta calidad, clase-mundial, apto para ricos y pobres, no podremos ganarle la batalla al avance del carro privado y la moto”*. Lo que se requiere entonces, es elaborar una propuesta que ponga en valor al transporte público de pasajeros, al igual que los modos de transporte que utilizan energías renovables o no contaminantes.

La movilidad urbana es un aspecto crítico que deben resolver las administraciones de las ciudades, y por otra parte, los efectos negativos que ha generado la pandemia del Co-Vid 19 se vieron reflejados directamente en la cantidad de pasajeros transportados por el Sistema de Transporte Público de Pasajeros, aumentando el uso del vehículo particular y generando desequilibrios considerables en el sistema de transporte urbano por colectivos. Todavía subsiste la discusión si los cambios disruptivos provocados por la pandemia en

la movilidad urbana pueden comprometer la sostenibilidad del sistema de transporte público [4]-[5]-[6]. No obstante, existen estudios de patrones de movilidad que afirman que habrá algunos cambios de comportamiento permanentes en la movilidad urbana con base en el patrón actual de mercadeo en línea, lo que disminuirá algunos viajes de compras al menos inmediatamente después de la recuperación de la pandemia [7].

Este documento se plantea como un punto de partida necesario y fundamental para definir estrategias que lleven a revertir esta realidad.

## DESARROLLO

El trabajo forma parte del Proyecto de Investigación y Desarrollo – PID – denominado: Diseño de estrategias para la promoción de la movilidad sostenible en aglomerados urbanos - Caso de estudio Gran Santa Fe, Código: TVTCBFE0008072TC.

### 1. Descripción del área de estudio.

La ciudad de Santa Fe tiene una población del orden de las 450.000 personas con una densidad de población de 45 hab/hectárea según las estimaciones del Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (IPEC). El área macrocentral, que se encuentra en el sector Sur del territorio y concentra la mayor cantidad de viajes, los cuales fluyen a través de cinco importantes avenidas que son parte de la red primaria de la ciudad. Estas avenidas finalizan en los límites del macrocentro y el tránsito de se distribuye en forma no homogénea en calles del damero histórico con anchos de entre 8 y 10 metros de calzada. Su sistema de transporte público masivo se realizaba mediante más de 200 autobuses operativos (aunque durante la pandemia el número cayó a 140 vehículos aproximadamente) en 16 líneas y 3 ramales de enlace, con más de 450 km de red estática y una cobertura del 83%. Estas características hacen que la movilidad en la ciudad presente problemáticas similares a las de otras ciudades de la misma escala en Latinoamérica en términos de congestionamientos y demoras en el tránsito, en especial en avenidas y zonas centrales.

### 2. Metodología de trabajo

El trabajo analiza tres aspectos característicos de la movilidad urbana; la circulación interna en esquinas características de la ciudad, los ingresos a la ciudad proveniente de la conurbación y la utilización del transporte público de pasajeros.

Teniendo en cuenta que se contaba con información relevada en octubre del año 2017 se procedió a actualizar la misma en el mes de octubre de 2021 a los

efectos de comparar los valores y poder obtener conclusiones.

En base a esto se realizaron relevamientos y censos volumétricos para caracterización del tránsito en la ciudad. Las intersecciones elegidas dotan de ciertas características relevantes para efectuar un análisis exhaustivo en lo que refiere a los flujos de diferentes medios de transporte dentro de la ciudad.

### 2.1 Tránsito interno en la ciudad

El análisis se realizó en 6 esquinas características de la ciudad (Ver Figura 1).

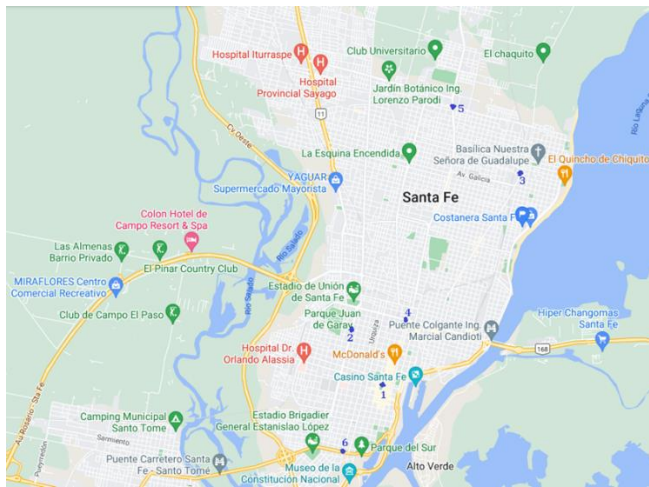


Figura 1: Ubicación de las esquinas para el estudio del tránsito

Las seis esquinas seleccionadas son:

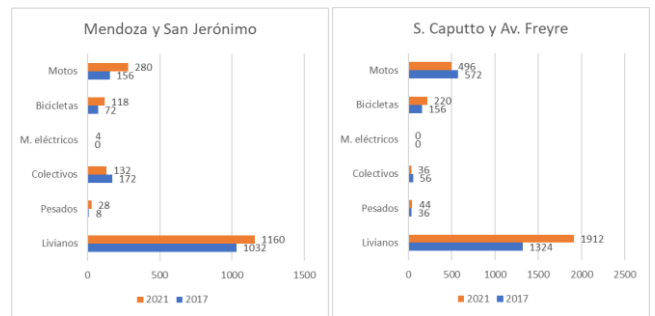
- 1- Mendoza y San Jerónimo
- 2- Av. Freyre y Salvador Caputto
- 3- Av. Gral. Paz y Alberti
- 4- Bv. Pellegrini y San Martín
- 5- Av. Aristóbulo del Valle y French
- 6- Av. J.J. Paso y Urquiza

Una vez definidas las esquinas se procedió a realizar conteos esporádicos en el horario pico de la mañana. Luego, se extrapolaron los datos para tener los valores de hora pico.

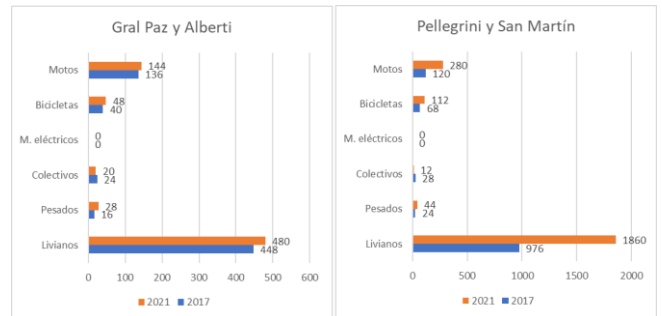
Los vehículos se clasificaron los vehículos en 6 categorías: Bicicletas, Motocicletas, Vehículos Livianos (automóviles, traffics, minivans, transportes de carga menor), Pesados (camiones y colectivos de dos pisos), Colectivos (colectivos de un solo piso y urbanos) y Monopatines eléctricos.

#### Resultados obtenidos:

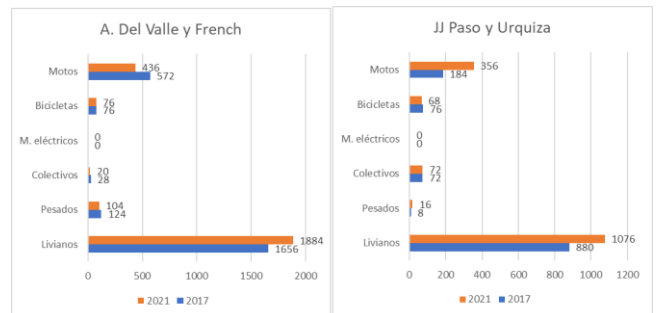
A continuación, se muestran los resultados de los volúmenes horarios obtenidos en hora pico (Ver Figuras 2 a 7).



Figuras 2 y 3: Esquinas 1 y 2



Figuras 4 y 5: Esquinas 3 y 4



Figuras 6 y 7: Esquinas 5 y 6

**Conclusión:** se puede observar un aumento en la movilidad urbana, con un crecimiento del uso del automóvil particular en todas las esquinas relevadas. Además, se aprecia un mayor uso de la bicicleta y de los moto vehículos, y finalmente, empieza a mostrarse, aunque en valores todavía casi despreciables, el monopatín eléctrico.

### 2.2 Relevamientos de tránsito en ingresos a la Ciudad (R.N. N° 168)

La Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V.), organismo descentralizado del Estado Nacional, dispone de una serie de Estaciones Permanentes, distribuidas por toda la Red Vial Nacional, que realizan conteos vehiculares continuos durante todo el año (Censos Permanentes).

Cada Estación Permanente brinda información sobre series históricas para los últimos ocho años o desde el año en que se instaló el puesto. También la clasificación por categorías de vehículos, el volumen y

la distribución por sentido de circulación de la hora trigésima (H30).

Concretamente y relacionado a los conteos vehiculares en diversos puntos de la Red Vial se tienen datos de Tránsito Medio Diario Anual (T.M.D.A.) y sus variaciones temporales e interanuales. Toda la información se encuentra disponible en línea desde la página oficial del organismo y es actualizada periódicamente.

Para el presente estudio se consideró en particular el Contador Permanente ubicado sobre la Ruta Nacional N° 168, en el ingreso Este a la Ciudad de Santa Fe. Se encuentra identificado por la D.N.V. como: “Tramo N° 7 (Distrito Santa Fe)” y define como límites del tramo: la intersección con la Ruta Nacional A007 (Prog. 0.00) y la Ruta Provincial N° 1 (Prog. 5.29) y dispone de información desde el año 2016 hasta la actualidad.

Este contador resulta importante para el estudio ya que el mismo permite dar una idea del movimiento vehicular en uno de los principales accesos a la ciudad. Es posible estudiar el flujo vehicular entre la Ciudad Capital y las localidades ubicadas sobre la Costa: Rincón, Arroyo Leyes, entre otras, como así también desde la ciudad de Paraná.

#### Metodología:

A partir de los datos disponibles en el sitio oficial de la D.N.V. y de algunos suministrados por la propia Repartición, fue posible realizar una serie de análisis del comportamiento de los flujos vehiculares en ese sector de ingreso de a la ciudad.

En primer lugar, se cuenta con el T.M.D.A. del año 2017 y del año 2021. Por otro lado, se tienen: los Factores Mensuales, que relaciona el T.M.D.A. con el T.M.D.M (Tránsito Medio Diario Mensual) para todos los meses. En particular se consideró el mes de octubre y es posible comparar los T.M.D.M. de ambos años.

Finalmente, los Factores Horarios Diarios (FHD) y Horarios Mensuales (FHM) para cada día del año para cada hora del día (desde las 0 a las 23 hs.) para todos los días. Siendo el FHM la relación entre el T.M.D.M. y el T.M.H. (Tránsito Medio Horario) y el FHD la relación entre el T.M.D. y el T.M.H. Con estos valores se obtuvieron los T.M.H. para cada hora del mes de Octubre (todos los días). Y también, los T.M.H para cada hora del día Jueves del mes Octubre de ambos años.

#### Resultados obtenidos:

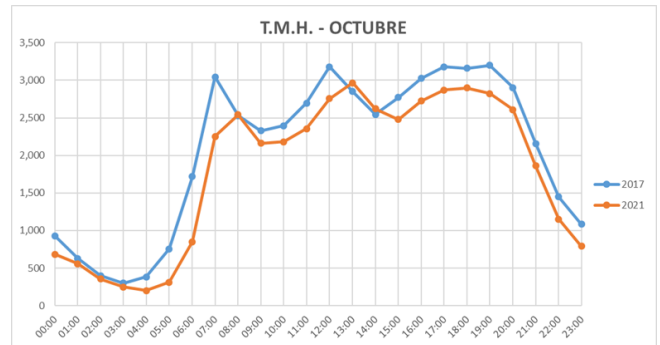
Luego del procesamiento y análisis de los datos disponibles fue posible arribar a una serie de conclusiones.

En primer lugar, se compararon los T.M.D.M. para el mes de octubre del año 2017 y del año 2021.

- T.M.D.M. (octubre 2017): 49613 vehículos
- T.M.D.M. (octubre 2021): 43221 vehículos

De los anteriores se verifica una diferencia negativa del 12.9%

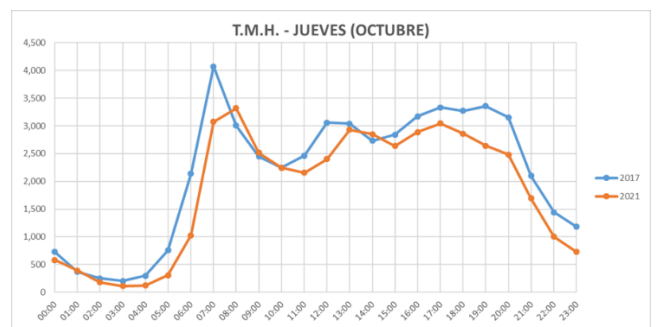
Posteriormente, para el caso de los T.M.H. del mes de octubre, se graficaron los valores para cada hora de ambos años en un mismo gráfico para una mejor interpretación de los comportamientos de los flujos vehiculares (Ver Figura 8).



Figuras 8 - Tránsito Medio Horario - Octubre 2017 vs Octubre 2021

En la Figura 8 puede observarse como entre ambos años, ambas curvas tienen la misma forma, lo que indica que el comportamiento vehicular no cambió, pero si se redujeron los volúmenes entre ambos años. La diferencia promedio es del orden del 14%.

De manera similar, se graficaron los T.M.H. de los días Jueves del mes de octubre para ambos años (Ver Figura 9). Al igual que en el caso anterior se observa igual comportamiento con una reducción de los volúmenes. En este caso se observan diferencias del orden del 16%.



Figuras 9 - Tránsito Medio Horario - Octubre 2017 vs Octubre 2021

### 2.3 Transporte Público de Pasajeros

Con el objetivo de analizar la evolución del TP, se utilizaron los datos provenientes de sistema SUBE proporcionados por el Órgano de Control del Sistema de Transporte Público de la ciudad de Santa Fe. De dichos datos puede obtenerse información precisa de pasajeros transportados y flota activa en el servicio, discriminado por meses, días y horas. Para lograr una comparación respecto de la línea de base existente se

seleccionó un día típico de la primera semana de octubre de los años 2017 y 2021 los cuales fueron el 5/10/2017 (martes) y 05/10/2021 (jueves), (mismos entornos temporales en los cuales se realizaron estudios para otros perfiles de movilidad).

Los datos seleccionados corresponden al volumen de personas transportadas y flota en servicio en franjas horarias de dichos días (ver Tabla 1).

Para establecer la relación entre demanda y oferta, se utilizó un factor de carga máxima de los buses de 75 pax/bus/hs.

Tabla 1 - Datos de Pasajeros y flota de TPP

Franja Horaria	Flota 05/10/2017	Flota 05/10/2021	Pax 05/10/2017	Pax 05/10/2021
0	35	2	354	5
1	15	0	83	0
2	3	0	16	0
3	5	0	14	0
4	23	6	131	19
5	75	52	1294	662
6	167	103	7437	4362
7	205	141	13892	8272
8	208	140	11501	6115
9	208	143	10574	5568
10	210	143	10293	5442
11	210	144	11207	6482
12	212	141	16480	10710
13	209	139	12124	7288
14	193	120	8824	4712
15	184	118	9495	5072
16	189	123	10818	5650
17	202	132	13163	6811
18	208	133	11554	5989
19	204	120	9196	3721
20	192	95	7287	2221
21	151	58	4114	1213
22	104	40	2462	488
23	57	13	814	76

Se puede observar claramente (Ver Figura 10) la abrupta caída de pasajeros transportados y a partir de ésta, la adecuación de la oferta por parte de los operadores del servicio de transporte público de pasajeros, como se ve en la curva de cobertura de capacidad horaria de la flota en servicio. Con relación a la demanda, la caída de pasajeros transportados fue en total del 48% y respecto de la capacidad de transporte de la flota fue del 39%, teniendo en cuenta que varias franjas horarias nocturnas fueron recortadas de la prestación del servicio.

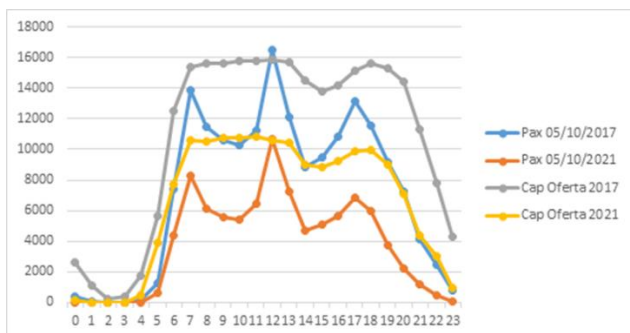


Figura 10 – Pasajeros transportados en TPP en 2017 y 2021

### 3. Cambios en la infraestructura y uso del suelo.

Se deben considerar tres aspectos que han surgido en la ciudad durante el período considerado, entre 2017 y 2021, los cuales se destacan por afectar algunas dinámicas puntuales en distintas áreas de la ciudad y en el uso del espacio público.

En primer lugar, en mayo de 2017 se inaugura el Carril exclusivo para el Transporte Público de Pasajeros en el norte de la ciudad. El proyecto incluía 5.7 km sobre Av. Blas Parera, entre Av. Fray Cayetano Rodríguez y Av. Coronel Loza. La obra beneficiaba directamente a 44.000 habitantes diarios, ya que por el corredor se mueven 5 líneas urbanas y 6 interurbanas. Al respecto se estableció que el tiempo de ahorro en viaje es del orden de los 8 minutos en hora pico, con un aumento de velocidad comercial estimada de 14 a 18 km/h a 26 km/h. Entre los beneficios intangibles se destaca el tema de la seguridad, ya que Blas Parera era parte de la traza de la Ruta Nacional N° 11, y la mitad de los accidentes con peatones ocurrían en este lugar.

En segundo lugar, se menciona el proyecto de Santa Fe Ciudad 30: un ordenamiento sobre la movilidad entre las calles Urquiza al oeste, Suipacha al norte, General López al sur y Rivadavia y 27 de Febrero al este. El mismo atiende a las necesidades de “pacificación vehicular” del centro, reduciendo el límite de velocidad permitida a una máxima de 30 km/h, demarcando zonas de carga y descarga, garantizando el estacionamiento semicubierto para bicicletas, al imponerlo como requisito para edificios públicos y playas de estacionamiento dentro de la zona. También se demarcó con pintura y bolardos plásticos una nueva ciclovía sobre calle Urquiza entre Boulevard Pellegrini y la Av. J. J. Paso, con una extensión total de 3,2 km. De todas maneras, aún no se cuenta con ningún sistema de control de velocidades en la zona, como tampoco existen señalizaciones correspondientes en intersecciones de la ciclovía, y el cumplimiento de parte de los edificios públicos sobre la nueva regulación de estacionamientos es muy parcial.

En tercer lugar, se evidencia el cambio en el uso del suelo, algo más sutil, pero muy comprensible en el contexto epidemiológico actual. Refiere particularmente al cambio en el uso de espacios frecuentemente utilizados como estacionamiento para automóviles, que fueron readecuados para estacionar bicicletas, o para colocar plataformas en locales gastronómicos, o para generar un cantero como complemento a la vereda.

Por otro lado, en los últimos años se nota una mejora en cuanto a la infraestructura ciclista, a partir de

diversos proyectos. Estos son: la remodelación de Av. Freyre con una bicisenda exclusiva de 2,6 km, otra bicisenda paralela a la Av. Alem y que conecta la zona del puerto y la costanera con el centro mediante 1,8 km de vía segregada.

En tal sentido, se observa que todas estas mejoras infraestructura y regulaciones que fomentan la movilidad sostenible no se condicen totalmente con los resultados obtenidos del procesamiento de los datos. Por un lado, algo auspicioso es el aumento del modo ciclista, del orden del 26 %, pero por el otro, la movilidad en el modo motocicleta aumentó en un 14%, el 3% en el uso de vehículos motorizados particulares, y el aspecto más negativo lo muestra la movilidad en transporte público de pasajeros que cayó en un 40%.

### CONCLUSIONES

El estudio abordado permitió relacionar aspectos de la movilidad urbana de la ciudad de Santa Fe, comparando datos en el período 2017 – 2021.

Analizada la distribución horaria de los viajes, tanto en los accesos a la ciudad como en el transporte público de pasajeros, las mismas se mantienen con perfiles idénticos, aunque con las disminuciones en los volúmenes. La distribución horaria es característica de una ciudad con horarios de comercio partidos (mañana y tarde) y escuelas sin ciclo extendido, dónde los picos se manifiestan a primera hora de la mañana, al mediodía y al finalizar la tarde.

Los resultados obtenidos manifiestan que se percibe una disminución considerable de los pasajeros transportados por el sistema de transporte público por colectivos, del orden del 40% y de los vehículos que ingresan a la ciudad por Ruta 168, cercano al 13%. Sin embargo, el estudio de la circulación dentro de la ciudad muestra un incremento del uso del vehículo particular (autos y motos) del orden del 9 y del 14% respectivamente y de las bicicletas, con el 32%.

En este sentido, se puede concluir que hay un cambio en el uso de los modos de transporte tendiendo hacia la unitarización de la movilidad, migrando pasajeros del transporte público por colectivos hacia medios de transporte individuales (autos, motos y bicicletas).

### AGRADECIMIENTOS

Dirección Provincial de Vialidad de la Provincia de Santa Fe

Órgano de Control del Transporte Público de Pasajeros de la ciudad de Santa Fe

### REFERENCIAS

#### Artículos en publicaciones periódicas:

- [1] Aón Laura C., Giglio María L., Cola Cristian A. (2013). Patrones modales y desarrollo urbano no planificado en la ciudad de la plata. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido. Observatorio de Movilidad urbana del Gran La Plata PID 11/U173. RECUPERADO DE: <https://observatoriomovilidadlaplata.wordpress.com/2017/06/16/patrones-modales-de-movilidad%C2%B9-en-gran-la-plata-2013/>.
- [4] Aparicio, JT, Arsenio, E. y Henriques, R. (2021). Comprender los impactos de la pandemia de COVID-19 en los patrones de viaje del transporte público en la ciudad de Lisboa. Sostenibilidad (Suiza), 13 (15).
- [5] Fatmi, MR (2020). Impacto del COVID-19 en la movilidad urbana. Revista de Gestión Urbana, 9 (3), 270–275.
- [6] Askarizad, R., Jinliao, H. y Jafari, S. (2021). La influencia del COVID-19 en la movilidad social de los espacios urbanos. Ciudades, 119.
- [7] Rahman, SM, Ratrout, N., Assi, K., Al-Sghan, I., Gazder, U., Reza, I. y Reshi, O. (2021). Transformación de la movilidad urbana durante la pandemia de COVID-19: lecciones para la planificación del transporte. Revista de Transporte y Salud, 23.

#### Tesis de Maestría:

- [2] Rodríguez Lucas M. (2018). *Identificación de patrones de movilidad urbana*. Máster Universitario en Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Formas e Imagen Digital Universitat Politècnica de Valencia. España.

#### Anales de Congresos y Seminarios:

- [3] Gutiérrez, Luis R. (2013) - TRANSPORTE PÚBLICO DE CALIDAD Y LA MOVILIDAD URBANA - Obtenido de: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/A51043F477187F5E05257C8400626870/\\$FILE/Transporte\\_p%C3%BAblico\\_de\\_calidad\\_y\\_la\\_movilidad\\_urbana.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/A51043F477187F5E05257C8400626870/$FILE/Transporte_p%C3%BAblico_de_calidad_y_la_movilidad_urbana.pdf)