

ANÁLISIS DE PATRONES DE MOVILIDAD EN BASE A MATRICES ORIGEN-DESTINO DEL SISTEMA ÚNICO DE BOLETO ELECTRÓNICO (SUBE)

Ing. Raúl Hurani, Ing. Esp. Fernando Ímaz, Ing. Esp. Eduardo Donnet
Centro de Estudios de Transporte, Accidentología y Movilidad (CETRAM) de la Facultad
Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina
cetram@frsf.utn.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo de investigación del CETRAM (UTN, Argentina) propone analizar los patrones de movilidad en base a matrices origen-destino del transporte público de la ciudad de Santa Fe, Argentina. Utilizando datos georreferenciados del sistema SUBE, mediante una metodología propia se estiman los destinos de cada transacción para crear las matrices. Estas matrices permiten visualizar patrones de desplazamiento entre zonas y analizar la movilidad en diferentes segmentaciones, resumiendo en un formato sencillo cientos de miles de viajes diarios, resultando en insumos fundamentales para describir modelos de demanda y posibilitando tomar mejores decisiones al evaluar modificaciones al sistema de transporte.

Palabras claves: sistema único de boleto electrónico, información georreferenciada, matrices origen-destino.

ABSTRACT

This research work by CETRAM (UTN, Argentina) aims to analyze mobility patterns based on origin-destination matrices of the public transportation system in the city of Santa Fe, Argentina. Using georeferenced data from the SUBE system, a methodology developed by us is employed to estimate the destinations of each ticket payment and generate the matrices. These matrices allow the visualization of mobility patterns between zones and allow segmentation analysis. They provide a simplified way to summarize hundreds of thousands of daily trips, serving as crucial inputs for developing demand models and facilitating informed decision-making when evaluating changes to the transportation system.

Keywords: unique electronic fare system, georeferenced information, origin-destination matrices.

1. INTRODUCCIÓN.

En este trabajo, que surge de un proyecto de investigación y desarrollo del Centro de Estudios de transporte, accidentología y movilidad (CETRAM) de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (Argentina), se propone analizar patrones de movilidad en base a matrices origen-destino del sistema de transporte público de pasajeros, generadas en base a una metodología propia que utiliza las transacciones georreferenciadas del sistema único de boleto electrónico (SUBE). De forma similar a los trabajos realizados por Rahbee & Czerwinski (2002) en Chicago, Estados Unidos [8], Farzin (2008) en San Pablo, Brasil [3] y Munizaga & Palma (2012) en Santiago de Chile [6], la metodología desarrollada aprovecha las particularidades de la información registrada por el SUBE, presente en 52 localidades argentinas y con 13 millones de usuarios al mes, para obtener matrices origen-destino del sistema de transporte público de pasajeros por colectivos de la ciudad de Santa Fe que son utilizadas para comparar variaciones en la movilidad entre dos fechas distintas.

1.3. Fechas analizadas.

Para poner a prueba la comparación de patrones de movilidad se seleccionaron las fechas correspondientes al 10 de agosto y al 17 de agosto de 2022, la segunda correspondiente a un día “normal”, miércoles, laborable y la primera a un día singular, también miércoles, pero en este caso aconteció un “paro docente”, o sea, una medida de fuerza por parte los trabajadores del sector educativo, sin concurrencia sus puestos de trabajo y por lo tanto sin dictado de clases, generando una modificación de la movilidad de la ciudad por parte de docentes y estudiantes. Para el día 17/08/2022 se registraron 120.197 transacciones en el subsistema colectivos del transporte público de la ciudad, mientras que para el día 10/08/2022 el número descendió a 91.781 transacciones, un 24% menos.

1.2. Zonificación.

A los fines de este análisis, sólo se ha considerado el casco urbano principal (indicado en color gris en la Figura 1) de la ciudad de Santa Fe, provincia de Santa Fe, Argentina, descartando Alto Verde, La Boca, El Pozo, Colastiné y La Guardia por tratarse sectores especiales, de baja densidad poblacional y limitada conectividad (indicado en color amarillo en la Figura 1).

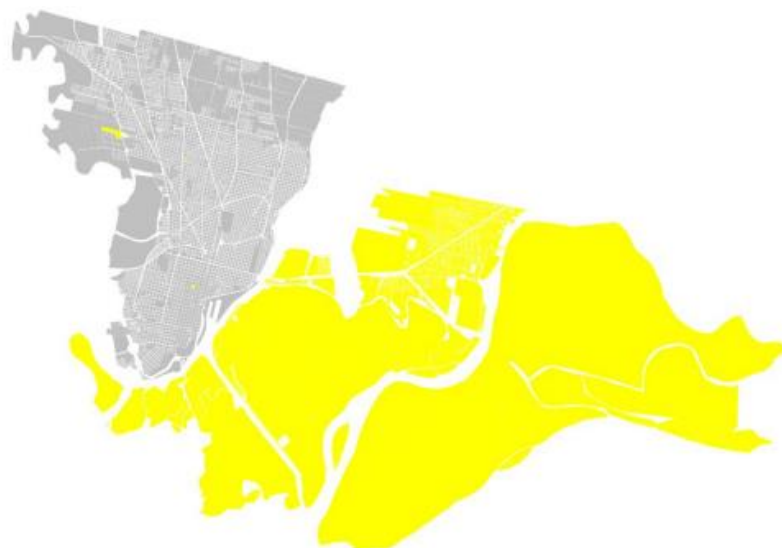


Figura 1 - Sector utilizado para el análisis (indicado en color gris).

Para la generación de las matrices de origen y destino, en ambos casos se ha utilizado la misma zonificación, definida arbitrariamente mediante una grilla compuesta por 28 cuadrantes. Vale mencionar que la metodología funciona para cualquier tipo de zonificación adoptada.

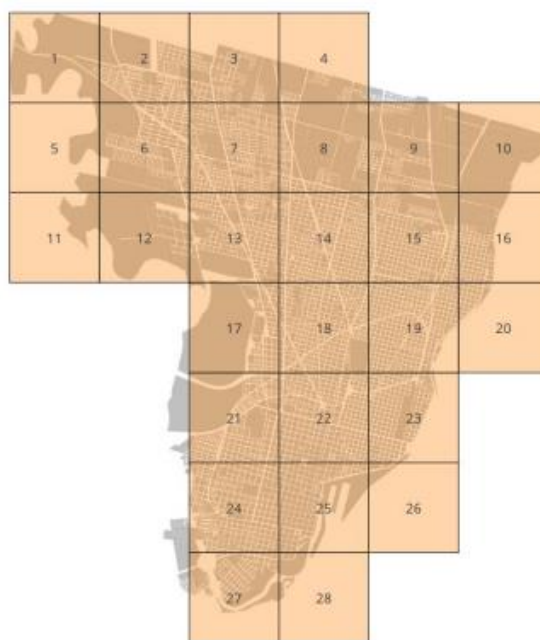


Figura 2 - Zonificación adoptada.

Esta zonificación fue asignada por proximidad a cada una de las transacciones previamente georreferenciadas. Las transacciones fuera del sector seleccionado fueron descartadas.

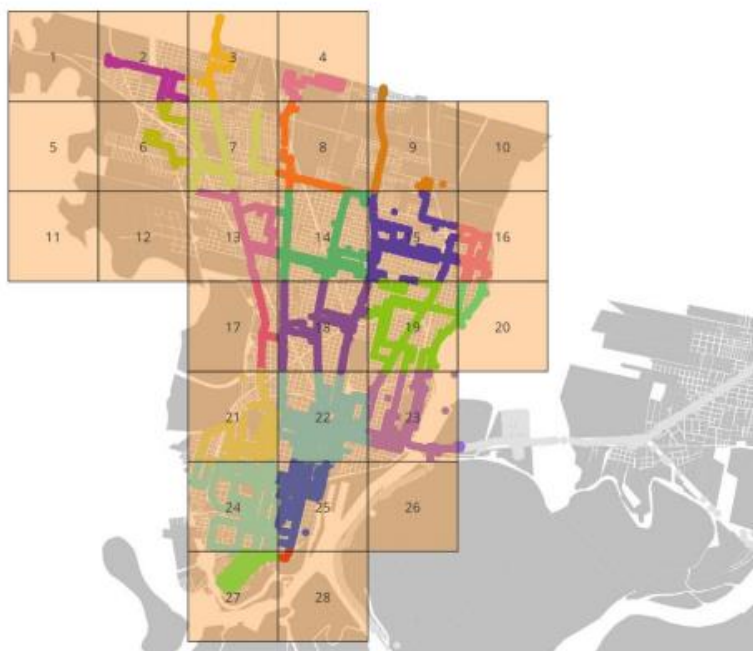


Figura 3 - Asignación de zonificación a las transacciones.

1.3. Metodología de generación de matrices origen y destino en base a datos del SUBE.

Para la obtención de las matrices se ha utilizado la metodología desarrollada en el marco del proyecto de investigación del cual se desprende este trabajo, que ha sido descrita en el trabajo de Hurani, Pereyra & Marani [4]. En dicha metodología se menciona que la principal limitación para la obtención de las matrices origen-destino del SUBE reside en el hecho de que sólo se registra mediante el pago del boleto el momento en que el usuario ingresa al sistema de transporte, coincidente con el origen del viaje, pero no el momento en que desciende. Para resolverlo se propone analizar las cadenas de viaje a lo largo del día de cada tarjeta individual que haya realizado al menos dos transacciones en el día, asumiendo que cada usuario inicia y termina su rutina diaria en el mismo lugar (por ejemplo, su hogar). Así, cada nuevo origen de viaje es a su vez el destino de la operación anterior, hasta la última transacción del día, a la que se le asigna como destino la ubicación inicial, cerrando el ciclo de la “rutina diaria”. A continuación, se describe el procedimiento de obtención de las matrices origen-destino.

- Tomando como base las transacciones georreferenciadas, a las que se ha asignado la zonificación, se las divide por fecha de ocurrencia (el día es la unidad de análisis de la rutina diaria de las cadenas de viajes).
- Ordenar las transacciones por tarjeta y secuencia de la tarjeta (u hora de la transacción).
- Identificar y filtrar sólo las tarjetas que en el día hayan hecho 2 o más transacciones. Las transacciones de tarjetas que en el día hayan realizado una sola operación se descartan y no serán contabilizadas en la matriz origen-destino. En las fechas analizadas, para el día 17/08/2022 de las 120.197 transacciones registradas, 91.731 (76%) correspondían a transacciones de tarjetas que realizaron dos o más usos durante el día, mientras que el

10/08/2022 de 91.781 transacciones, 67.579 (74%) a transacciones de tarjetas que realizaron dos o más usos durante el día, estos valores podrían utilizarse en caso de requerirse la expansión de la matriz de viajes. Esta disminución se explica en los viajes que se completan en otra modalidad, o en aquellos que inician y finalizan en días distintos, además de las transacciones descartadas por hallarse fuera de la zonificación adoptada (otros análisis hechos sobre la jurisdicción completa arrojaron valores cercanos al 85% de transacciones correspondientes a tarjetas que realizaron dos o más usos durante el día).

- Buscar para cada transacción el destino para el número de secuencia siguiente en la tarjeta, o del inicial del día en el caso de ser la última operación del día. Así, cada transacción tendrá asignado un origen (correspondiente al registro de la ubicación al momento de marcar la tarjeta) y un destino, estimado como la ubicación de la próxima operación de esa tarjeta.

Tabla 1 - Ejemplo de asignación de zona destino.

IDENTIFICADOR TARJETA	SECUENCIA TARJETA	FECHA-HORA	Origen	Destino asignado
1705389123	2417	10/08/2022 09:34	24	9
1705389123	2418	10/08/2022 11:17	9	24
1705389123	2419	10/08/2022 17:19	24	18
1705389123	2420	10/08/2022 18:22	18	24

- La información de origen y destino para cada transacción puede resumirse y representarse como una matriz de origen y destino, donde la intersección de filas y columnas muestra la cantidad de viajes contabilizados entre cada par de zonas origen y destino.
- Adicionalmente estas matrices pueden ser segmentadas, por ejemplo, para mostrar sólo los viajes de determinada empresa, línea o ramal, o sólo para determinados códigos de contratos (escolares, jubilados, atributos sociales, etc), o para días de la semana o fechas (lunes a viernes, sábados, domingos, feriados, eventos específicos).

Vale mencionar que los resultados obtenidos con la metodología se han contrastado con los valores obtenidos en encuestas de movilidad domiciliaria, observándose coincidencia en términos generales de los patrones de desplazamiento a nivel ciudad.

2. MATRICES ORIGEN-DESTINO.

Una matriz origen-destino es una forma de representar el patrón de desplazamientos de las personas mediante los viajes que las mismas realizan desde una zona Origen en particular a una zona Destino de una ciudad. Para generarla, cada cabecera de fila y columna representa la zonificación adoptada como origen y como destino respectivamente, y la matriz se completa asignando a cada celda, intersección de una zona de origen y una zona destino, la cantidad de viajes contabilizados entre esas zonas.

Las matrices obtenidas mediante la aplicación de la metodología se presentan a continuación:

Tabla 2 - Matriz O-D para la fecha 17/08/22.

O\D	2	3	4	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total	
2	207	18	2	40	412	5	1	2	436	160	8	2	65	191	5	5	50	590	11	86	667		70		3.033	
3	15	78	1	5	145	4	2	1	194	127	4	1	9	93	1	3	70	197	6	47	284		5		1.292	
4		2	62	1	32	137	5	2	4	175	34			158	23		4	252	1	21	320		2		1.235	
6	25	3			148	210	7		5	539	166	3		27	175	7	1	16	408	5	66	653		29		2.493
7	429	125	12	181	265	57	3	8	315	381	21	1	98	409	14	8	135	886	14	272	1.158		100	2	4.894	
8	2		162	1	36	62	9	9	11	159	35	1	5	216	22	7	22	298	10	45	387		4		1.503	
9			2		3	1	92	6	3	26	216	8	3	195	77	2	8	351	32	44	435		25	1	1.530	
10		2			2		3	28		15	10	41	2	4	44	7	22	90	26	67	111	1	8	20	503	
13	442	200	5	554	294	5	4	3	277	158	13	5	86	347	81	19	146	721	158	195	833		65	3	4.614	
14	141	138	177	143	371	137	10	27	166	366	172	92	51	351	217	107	208	991	392	301	1.201	4	32	78	5.873	
15	3	7	31	5	17	34	218	24	9	131	294	53		207	232	22	40	819	212	232	1.013		57	2	3.662	
16	2	3				5	5	25	3	60	78	81	2	75	83	87	24	380	130	145	365		22	2	1.577	
17	66	3	1	34	83	2	3	1	86	41	1	4	54	55	33	11	48	166	79	100	236		30	1	1.138	
18	210	112	149	196	461	237	195	19	367	363	216	82	64	319	89	47	101	783	172	220	1.238	1	68	3	5.712	
19	2	2	21	1	15	17	84	26	53	209	220	73	30	123	149	62	69	598	242	358	829	4	97	3	3.287	
20		3		3	4	5	2	11	15	81	23	84	6	40	54	500	31	557	372	202	468	2	9	8	2.480	
21	29	82	2	24	116	27	5	16	137	192	41	27	44	110	51	33	175	399	132	262	705	4	80	48	2.741	
22	614	212	241	424	862	271	348	89	736	970	809	367	175	777	556	537	414	894	721	1.044	1.312	46	523	539	13.481	
23	7	5	3	3	13	17	39	19	163	364	228	143	68	217	242	365	145	714	353	470	742	16	46	239	4.621	
24	79	44	17	51	248	49	61	57	164	268	247	163	83	233	361	217	201	1.065	504	708	1.069	26	137	118	6.170	
25	671	262	302	666	1.173	404	470	115	871	1.235	1.028	352	263	1.318	789	447	626	1.245	715	1.052	894	47	597	343	15.885	
26									1	1	1			2	3	1	6	42	15	21	45	3		35	175	
27	70	4		47	93	3	21	12	73	28	59	24	33	65	92	7	77	527	41	162	593		176	1	2.208	
28	1						2	12	1	58	2	2	1	4	9	6	44	512	260	93	362	28	3	224	1.624	
Total	3.015	1.305	1.190	2.527	4.855	1.486	1.582	518	4.623	5.734	3.762	1.606	1.169	5.684	3.234	2.501	2.682	13.485	4.603	6.213	15.920	182	2.185	1.670	91.731	

Tabla 3 - Matriz O-D para la fecha 10/08/22.

O\D	2	3	4	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total
2	167	10		16	262	6	2	1	366	105	11		54	180	6	1	27	476	9	92	615		41	1	2.448
3	11	55		2	78	3		1	117	91	3	1	5	52	3		50	192	2	44	217	1	2	1	931
4			40		19	62	4	64	6	87	17	5		107	12		1	133	1	10	201		1		770
6	11	2		107	102	4	1	4	316	135	9		22	143	8	3	35	286	6	65	550		29		1.838
7	269	67	8	74	224	27	3	12	210	278	20	1	68	299	6	2	117	681	19	211	925		59	1	3.581
8	1	2	62	2	23	38	3	87	7	102	37	5		119	9	2	17	192	10	28	306		2		1.054
9				1	1	2	80	9	1	17	150	11	1	137	43	4	8	262	13	51	390		14	1	1.196
10	1	1	84	4	11	92	4	52	5	88	42	7		62	14	3	3	87	3	20	119		4		706
13	376	111	3	373	185	4	3	5	176	108	11	6	44	239	59	23	121	512	124	143	654	4	50	1	3.335
14	108	100	88	103	262	88	11	79	134	171	90	63	28	176	80	62	132	676	202	185	788		6	4	3.636
15	6	6	12	2	14	19	160	38	12	86	212	56	2	180	139	25	59	681	147	269	874		35	3	3.037
16			2		2	4	3	9	2	44	44	46		62	44	87	21	288	64	133	319		8	1	1.183
17	61	3		23	57	1			36	22	6	2	44	40	30	10	32	107	57	57	216		24	1	829
18	189	66	102	150	338	116	146	59	267	196	191	55	40	256	58	41	82	575	121	180	968		39	1	4.236
19	5	1	6	2	5	6	46	14	57	82	139	36	34	71	104	46	77	474	132	251	615	1	45	1	2.250
20	2	1			7	2	5	6	18	42	25	82	8	43	44	188	17	297	164	139	370	1		2	1.463
21	16	47	1	23	100	20	4	5	115	126	45	25	24	87	70	19	143	303	113	170	517	2	49	58	2.082
22	485	196	127	314	661	199	250	87	521	674	645	269	118	604	458	295	310	706	449	880	1.002	34	395	469	10.148
23	4	3	1	2	22	14	8	12	102	185	138	65	47	139	127	148	102	497	261	345	498	3	18	165	2.906
24	73	42	6	55	217	36	44	29	119	181	296	131	51	201	280	151	168	852	356	454	783	13	77	96	4.711
25	618	214	228	556	924	309	404	124	698	810	873	305	214	1.001	612	348	453	1.040	456	763	758	17	441	281	12.447
26									4					1	32	7	13	17	13	17	2		11	88	
27	45	3		29	66	2	13	7	46	4	30	10	24	34	40	2	61	358	18	114	432	1	128		1.467
28		1		1			2	2		2	3	2	1	4	3	3	45	441	172	94	313	9		139	1.237
Total	2.448	931	770	1.838	3.581	1.054	1.196	706	3.335	3.636	3.037	1.183	829	4.236	2.250	1.463	2.082	10.148	2.906	4.711	12.447	88	1.467	1.237	67.579

Las celdas que indican la cantidad de viajes entre cada par Origen-Destino han sido coloreadas en una escala verde-amarillo-rojo en función sus valores para identificar visualmente aquellas con mayor y menor cantidad de viajes.

Para una mejor comprensión de los cambios entre una fecha y otra se procedió a realizar la diferencia entre ambas matrices, resultando en cada celda la variación en la cantidad de viajes de cada par Origen-Destino. Así, se observa que la gran mayoría de las celdas acusa una disminución en la cantidad de viajes, en correspondencia con la disminución de las transacciones registradas durante el “día de paro”, siendo las zonas 25, 22 (centro administrativo) y 14 (norte) las que mayor variación presentan, pero también se observan algunas pocas con incrementos, en particular la zona 10, que ameritaría profundizar su análisis para entender qué evento aconteció.

Tabla 4 - Variación celda a celda entre las dos matrices O-D.

O\D	2	3	4	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total	
2	-40	-8	-2	-24	-150	1	1	-1	-70	-55	3	-2	-11	-11	1	-4	-23	-114	-2	6	-52	0	-29	1	-585	
3	-4	-23	-1	-3	-67	-1	-2	0	-77	-36	-1	0	-4	-41	2	-3	-20	-5	-4	-3	-67	1	-3	1	-361	
4	0	-2	-22	-1	-13	-75	-1	62	2	-88	-17	5	0	-51	-11	0	-3	-119	0	-11	-119	0	-1	0	-465	
6	-14	-1	0	-41	-108	-3	1	-1	-223	-31	6	0	-5	-32	1	2	19	-122	1	-1	-103	0	0	0	-655	
7	-160	-58	-4	-107	-41	-30	0	4	-105	-103	-1	0	-30	-110	-8	-6	-18	-205	5	-61	-233	0	-41	-1	-1313	
8	-1	2	-100	1	-13	-24	-6	78	-4	-57	2	4	-5	-97	-13	-5	-5	-106	0	-17	-81	0	-2	0	-449	
9	0	0	-2	1	-2	1	-12	3	-2	-9	-66	3	-2	-58	-34	2	0	-89	-19	7	-45	0	-11	0	-334	
10	1	-1	84	4	9	92	1	24	5	73	32	-34	-2	58	-30	-4	-19	-3	-23	-47	8	-1	-4	-20	203	
13	-66	-89	-2	-181	-109	-1	-1	2	-101	-50	-2	1	-42	-108	-22	4	-25	-209	-34	-52	-179	4	-15	-2	-1279	
14	-33	-38	-89	-40	-109	-49	1	52	-32	-195	-82	-29	-23	-175	-137	-45	-76	-315	-190	-116	-413	-4	-26	-74	-2237	
15	3	-1	-19	-3	-3	-15	-58	14	3	-45	-82	3	2	-27	-93	3	19	-138	-65	37	-139	0	-22	1	-625	
16	-2	-3	2	0	2	-1	-2	-16	-1	-16	-34	-35	-2	-13	-39	0	-3	-92	-66	-12	-46	0	-14	-1	-394	
17	-5	0	-1	-11	-26	-1	-3	-1	-50	-19	5	-2	-10	-15	-3	-1	-16	-59	-22	-43	-20	0	-6	0	-309	
18	-21	-46	-47	-46	-123	-121	-49	40	-100	-167	-25	-27	-24	-63	-31	-6	-19	-208	-51	-40	-270	-1	-29	-2	-1476	
19	3	-1	-15	1	-10	-11	-38	-12	4	-127	-81	-37	4	-52	-45	-16	8	-124	-110	-107	-214	-3	-52	-2	-1037	
20	2	-2	0	-3	3	-3	3	-5	3	-39	2	-2	2	3	-10	-312	-14	-260	-208	-63	-98	-1	-9	-6	-1017	
21	-13	-35	-1	-1	-16	-7	-1	-11	-22	-66	4	-2	-20	-23	19	-14	-32	-96	-19	-92	-188	-2	-31	10	-659	
22	-129	-16	-114	-110	-201	-72	-98	-2	-215	-296	-164	-98	-57	-173	-98	-242	-104	-188	-272	-164	-310	-12	-128	-70	-3333	
23	-3	-2	-2	-1	9	-3	-31	-7	-61	-179	-90	-78	-21	-78	-115	-217	-43	-217	-92	-125	-244	-13	-28	-74	-1715	
24	-6	-2	-11	4	-31	-13	-17	-28	-45	-87	49	-32	-32	-32	-81	-66	-33	-213	-148	-254	-286	-13	-60	-22	-1459	
25	-53	-48	-74	-110	-249	-95	-66	9	-173	-425	-155	-47	-49	-317	-177	-99	-173	-205	-259	-289	-136	-30	-156	-62	-3438	
26	0	0	0	0	0	0	0	-1	4	-1	0	0	0	-2	-2	-1	-5	-10	-8	-8	-28	-1	0	-24	-87	
27	-25	-1	0	-18	-27	-1	-8	-5	-27	-24	-29	-14	-9	-31	-52	-5	-16	-169	-23	-48	-161	1	-48	-1	-741	
28	-1	1	0	0	1	0	0	-10	-1	-56	1	0	0	0	0	-6	-3	1	-71	-88	1	-49	-19	-3	-85	-387
Total	-567	-374	-420	-689	-1274	-432	-386	188	-1288	-2098	-725	-423	-340	-1448	-984	-1038	-600	-3337	-1697	-1502	-3473	-94	-718	-433	-24152	

Adicionalmente se realizó una comparativa de la cantidad de viajes realizados según contratos (tipo de pasaje abonado), haciendo foco en los de tipo educativo. Puede observarse una mayor disminución en este tipo de pasajes, en concordancia con la situación de “paro”, sin embargo, se registró un importante número de transacciones con algún tipo de descuento relacionado al boleto educativo.

Tabla 5 - Comparativa de viajes según contrato.

Contrato	17/08/2022	10/08/2022	%
Otros	58.338	49.174	84%
Educativos	33.393	18.405	55%
BEG Docente Provincial	1.862	977	52%
BEG No Docente Provincial	741	537	72%
BEG Primario Provincial	4.179	2.133	51%
BEG Secundario Provincial	7.770	3.501	45%
BEG Terciario Provincial	3.454	2.360	68%
BEG Universitario Provincial	6.679	4.596	69%
Escolares	2.226	1.326	60%
Secundario - Prioridad 1	6.448	2.952	46%
Terciario y Universitario	34	23	68%
Total	91.731	67.579	74%

3. CONCLUSIONES.

- Mediante el uso de matrices Origen-Destino se pudieron detectar alteraciones en los patrones de movilidad entre las fechas seleccionadas, con valores coherentes con la situación de “paro” respecto de la fecha de referencia.
- Si bien la disminución de la cantidad de viajes fue generalizada, hubo zonas que presentaron valores más altos, en correspondencia con las “centralidades” de la ciudad. Una zona en particular manifestó un aumento de la cantidad de viajes.
- La metodología utilizada permite estimar matrices origen-destino de los sistemas de transporte público de pasajeros en base a datos del SUBE existentes, generando un valor agregado al permitir su análisis incluyendo la dimensión espacial de la información.
- Las matrices origen-destino permiten visualizar patrones de desplazamientos, permitiendo resumir en un formato sencillo el movimiento entre zonas de grandes cantidades de viajes.
- Estas matrices son factibles de ser analizadas mediante distintas segmentaciones (en el ejemplo fecha y tipo de boleto abonado), lo que permite realizar análisis a distintos niveles de detalle. Mediante segmentación también podrían analizarse cada línea en forma individual, posibilitando identificar aquellas que tienen mayor rotación de usuarios respecto de las que se utilizan para viajes más largos.
- La metodología utilizada tiene la ventaja de poder implementarse sobre la totalidad los registros del sistema, pudiéndose analizar patrones históricos.
- La utilización de las matrices origen-destino obtenidas por esta metodología por parte de gestores y planificadores permitiría una mejor lectura de la movilidad de la jurisdicción lo que redundaría en la posibilidad de tomar mejores decisiones sobre el sistema.

REFERENCIAS.

- [1] Decreto 84/2009 - Implementación del Sistema Único de Boleto Electrónico. Consultado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/150000-154999/150105/texact.htm>
- [2] Decreto 1479/2009 - Aprobación del Convenio Marco Sistema Único de Boleto Electrónico. Consultado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/159010/norma.htm>
- [3] Farzin, J. M. (2008). Constructing an Automated Bus Origin–Destination Matrix Using Farecard and Global Positioning System Data in São Paulo, Brazil. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2072(1), 30–37. doi:10.3141/2072-04
- [4] Hurani, Pereyra, Marani (2022). Obtención de matrices origen-destino del transporte público de pasajeros en función de datos georreferenciados del sistema único de boleto electrónico (SUBE)
- [5] Ley de Tránsito N° 24.449. Consultado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/texact.htm>
- [6] Munizaga, M. A., & Palma, C. (2012). Estimation of a disaggregate multimodal public transport Origin–Destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 24, 9–18. doi:10.1016/j.trc.2012.01.007
- [7] Otaegui y Santa María (2014). Técnicas de data mining aplicadas a datos de transporte público. Consultado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41184>
- [8] Rahbee, A., and D. Czerwinski. Using Entry-Only Automatic Fare Collection Data to Estimate Rail Transit Passenger Flows at the CTA. *Proc., 2002 Transport Chicago Conference*, Chicago, Ill., 2002.
- [9] Sidoni (2016). Estimación de Origen-Destino de usos en colectivo en base a datos registrados por el sistema SUBE. Consultado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/56815>