

EVALUACION DE CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES CONTAMINANTES EN DOS PROPUESTAS DE TRANSPORTE PARA EL GRAN LA PLATA.

Laura Aón¹, Hernán Olivera², Olga Ravella³.

Unidad de investigación 6B, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata
Calle 47 n° 162 (1900) La Plata. Correo electrónico: lcaon@yahoo.com, lh Olivera@yahoo.com, ororavella@yahoo.com.

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar y evaluar los diferentes comportamientos energéticos y de emisión de contaminantes en función de diferentes formas de organización territorial del sistema de transporte colectivo público de pasajeros en la Micro región del Gran La Plata. Se analizan y evalúan dos propuestas: La primera elaborada por la UI6B, FAU, UNLP, que se estructura sobre la base de políticas tendientes a disminuir el uso del automóvil a partir de promover el transporte público de pasajeros. La segunda, elaborada por la municipalidad de la ciudad de La Plata, que conserva las características intermodales del sistema actual. Los resultados de la evaluación comparativa señalaron que la propuesta del municipio, implementada recientemente, agrava la situación energética ambiental, mientras que la propuesta “Sustentable” produce un efecto relativamente más eficiente para energía y emisiones.

Palabras Clave: Energía – contaminación – ambiente – transporte – evaluación – gestión

1. METODOLOGÍA

Para la evaluación del sistema de transporte urbano actual y de las situaciones correspondientes a cada una de las propuestas mencionadas, se utilizó el modelo matemático probabilístico integrado *Tranus*, que en este caso fue utilizado para la asignación de viajes y el cálculo de consumo de energía por modo.

Respecto de los modelos de transporte deterministas como los de *TransCAD*, *Tranus* ofrece una ventaja particularmente importante y determinante en los resultados de evaluaciones energéticas. Se trata de la consideración del tiempo de recorrido en la estimación del consumo energético de las diferentes unidades de transporte. Es decir que *Tranus* tiene incorporado el algoritmo para el cálculo de consumo energético variable en función de los niveles de congestión de tráfico.

Los datos de entrada de *Tranus* constituyen los modos del sistema de transporte, el consumo de energía de cada modo, y una estimación del costo generalizado que toma en cuenta el valor percibido de los tiempos de espera. El resultado que arroja *Tranus* es la partición modal del sistema cuantificada, los viajes por modo asignados sobre la red de calles del sistema y el consumo energético total discriminado por modos. Los valores de consumo energético discriminados por modo en los resultados de *Tranus* son afectados por un “modelo ambiental”⁴ desarrollado por esta unidad de trabajo.

Para establecer comparaciones entre la situación actual y la situación que arrojarían a futuro ambas propuestas consideradas, se construyen indicadores tomados del Proyecto *Júpiter*⁵ y adaptados. Estos indicadores dan cuenta de la eficiencia de consumo energético y de la eficiencia de emisiones contaminantes sobre los resultados de la evaluación efectuada sobre cada caso. Se trata de 1- Niveles de emisión de contaminantes relacionados con el transporte, en toneladas anuales por tipo de contaminante para cada modo, y 2- Eficiencia de las emisiones del transporte (gramos de contaminante por pasajero-Km.) por modo.

Por otro lado, los contaminantes considerados dependen de la estructura química de los combustibles fósiles utilizados en el área de estudio. Respecto de Europa, los combustibles fósiles disponibles en países de economías dependientes, entre los que se inscribe la Argentina, son de menor calidad, y contienen un mayor porcentaje de componentes contaminantes. Esto implica que, además de tomar en cuenta Monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Óxidos nitrosos (Nox), Dióxido de carbono (CO₂) y Emisión de partículas (TPM), se debió considerar el dióxido de azufre (SO₂).

Los indicadores construidos a partir de la aplicación metodológica integrada fueron la herramienta básica para la construcción de comparaciones entre la situación de referencia para el Caso de Estudio a 1999 (S.R.) y dos alternativas de sistemas de transporte: 1) Una propuesta realizada por este grupo de investigación (ESC. 1) y 2) La propuesta de la municipalidad para la Micro región del Gran La Plata) (ESC. 2) ambas ajustadas al crecimiento poblacional del año 1999⁶.

¹ Docente Investigador, Becario, Beca de Formación Superior 2003-2005, UNLP, integrante de la UI6B, IDEHAB, FAU, UNLP.

² Docente UNLP, Analista de Computación UNLP, Especialista en Modelos de Transporte, integrante de la UI6B, IDEHAB, FAU, UNLP.

³ Directora de la UI6B, IDEHAB, FAU, UNLP.

⁴ Modelo desarrollado en el marco de la beca de iniciación UNLP, desarrollada por la arquitecta Laura Aón, UI6B FA, UNLP.

⁵ Proyecto “*Júpiter*” de la Comunidad Económica Europea desarrollado para la Implementación de medidas de organización espacial e integración de los sistemas de transporte e incorporación de nuevas tecnologías para la disminución de impactos energético ambientales.

⁶ Datos obtenidos de las proyecciones de crecimiento poblacional realizadas por la Dirección de Estadística de la Provincia de Buenos Aires.

2. SITUACIÓN DE REFERENCIA PARA LA MICRO REGIÓN (S.R.)

Para la construcción de indicadores de la situación de referencia, se modelizó el funcionamiento del sistema de transporte de 1993, basado en los datos obtenidos a través de encuestas origen y destino de viajes del área.⁷ Para ajustar los indicadores al año de referencia establecido para las comparaciones, los datos resultantes se actualizaron con: proyecciones del crecimiento poblacional, mediciones de viajes en taxis y remises⁸, información a partir de las declaraciones juradas de los viajes realizados en transporte ferroviario y en transporte público colectivo de pasajeros de las empresas que prestaban el servicio en ese momento⁹.

Se construyeron primeramente los indicadores respectivos para la situación de referencia al año 1993. La tabla 1 muestra el comportamiento de la población y su relación con la eficiencia de consumo según sea nafta o gasoil, desagregados por modos considerados en la aplicación de Tranus para la estimación del impacto energético ambiental.

MODO	Comportamiento		Eficiencia de consumo	
	vehículos-Km./día	Pasajeros-km/día	nafta (l/p-k)	Gasoil (l/p-k)
Autos	1436354	1867260	0,10	0,05
Colectivos	387139	5807082		0,03
Alquiler	124932	196144		0,09

Tabla 1: Indicadores de comportamiento y eficiencia de consumo por modo.

Las variaciones entre Km recorridos por vehículos y por pasajeros esta en el factor de ocupación. A partir de estos datos se observa la eficiencia de consumo que presenta valores superiores a los estándares conocidos para nafta de 0,9 litros por kilómetro y 0,5 litros por kilómetro para motores diesel.

MODO	Consumo Anual		
	Energía	Combustible (miles l/año)	
	(MJ/año)	Nafta	Gas Oil
Autos	1832726734	42607	5919
Colectivos	2093783073		60860
Alquiler	173597974		5046
TOTALES	4100107782	42607	71825

Tabla 2: Consumo anual de energía y combustible/ modo.

En la tabla 2 se observa el consumo energético anual desagregado por modos considerados, donde el mayor valor corresponde a los colectivos de transporte público, mientras que el menor valor corresponde a los automóviles de alquiler (taxis y remises) Esto obedece evidentemente a la mayor capacidad y tamaño de los motores.

Consecuentemente, y como se observa en la tabla 3, las emisiones en toneladas anuales, son mayores para el modo colectivo en el transporte público, aunque para CO₂ la diferencia es relativamente baja.

MODO	Emisiones Totales (ton/año)					
	PART	SO ₂	NO _x	HC	CO	CO ₂
Autos	16,66	438,45	118,38	8,33	34,81	136533,76
Colectivos	19,03	500,91	135,24	9,52	38,57	152776,04
Alquiler	1,58	41,53	11,21	0,79	3,20	12666,84
TOTALES	37,27	980,89	264,84	18,64	76,58	301976,63

Tabla 3: Emisión anual de contaminantes por modo.

Estos valores se equilibran en el cálculo de la eficiencia de emisiones, donde se vinculan los valores de emisiones no solo a los modos sino al factor de ocupación de los vehículos. En la tabla 4 se observa la eficiencia de emisiones contaminantes en colectivos respecto de los otros dos modos considerados en la modelización de Tranus. Son importantes las diferencias entre eficiencias del transporte público y privado, dado que este último presenta tres veces mas emisiones por pasajero kilómetro.

MODO	Eficiencia de emisiones (µg/p-k)				
	PARTICULAS	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂
Autos	32,12	845,34	228,24	16,06	67,12
Colectivos	11,80	310,54	83,84	5,90	23,91
Alquiler	28,97	762,27	205,81	14,48	58,69

Tabla 4: Eficiencia de emisiones por modo.

Estos indicadores contruidos corresponden a los datos mencionados de 1993. Posteriormente se construyeron los indicadores respectivos para el área de estudio actualizando los valores para la situación actual, donde se observan alteraciones cuantitativas pero no cualitativas debido a que se han conservado en líneas generales las relaciones porcentuales.

MODO	Comportamiento		Eficiencia de consumo	
	Vehículos - km/día	Pasajeros - km/día	Nafta (l/p-k)	Gasoil (l/p-k)
Autos	2528839	3287491	0,10395192	0,05775107
Colectivos	345490	5182347		0,04271308
Alquiler	18941	29738		0,08763199

Tabla 5: Indicadores de comportamiento y eficiencia de consumo/modo.

Respecto del comportamiento observado en el '93 (tabla 1) la cantidad de kilómetros diariamente recorridos por automóviles se ha incrementado en un 176% y los factores de ocupación de automóviles se han mantenido de manera que los comportamientos respectivos han sufrido un incremento de población y vehículos fundamentalmente.

Sin embargo la eficiencia del consumo ha variado

⁷ Trabajo realizado por la Unidad de Investigación UI6B IDEHAB FAU UNLP por convenio con la Municipalidad de la ciudad de La Plata.

⁸ Trabajo realizado por la Unidad de Investigación UI6B IDEHAB FAU UNLP en el año 1999.

⁹ Datos correspondientes al año 1999

notablemente en colectivos. La reducción de la eficiencia en consumo de gasoil para los colectivos se explica por de la pérdida de eficiencia del sistema de transporte público en general, que ha incrementado la longitud de sus recorridos conjuntamente al crecimiento de la ciudad y a la expansión desorganizada de la micro región, sin una política reguladora integrada, de tal manera que el factor de ocupación por vehículo ha disminuido.

MODO	Consumo Anual		
	Energía (MJ/año)	Combustible (miles l/año)	
		Nafta	Gas Oil
Autos	3265746188	75921	10547
Colectivos	2115303641		61486
Alquiler	24903464		724
TOTALES	5405953293	75921	72757

Tabla 6: Consumo anual de energía y combustible/ modo.

El consumo de combustible se ha incrementado para automóviles y colectivos debido en parte al incremento de población entre 1993 y 1999, pero además también por el crecimiento del parque automotor y consecuentemente el incremento del automóvil particular. Para el caso de las combies y taxis, ha decrecido el consumo debido a que ha decrecido su uso, tanto por el incremento del automóvil particular como por la aparición desde 1994 del modo remises en la Micro región.

MODO	Emisiones Totales (ton/año)					
	PART	SO2	Nox	HC	CO	CO2
Autos	29,69	781,28	210,95	14,84	62,03	243290,28
Colectivos	19,23	506,05	136,63	9,62	38,97	154346,32
Alquiler	0,23	5,96	1,61	0,11	0,46	1817,12
TOTALES	49,15	1293,29	349,19	24,57	101,46	399453,72

Tabla 7: Emisión anual de contaminantes por modo.

En las emisiones '93, se registró un incremento del 78,19% de CO2 por automóviles particulares, mientras que el CO2 producido por el transporte público colectivo de pasajeros fue de apenas un 1,03%. En el año '93, antes de la privatización del ferrocarril Roca y del advenimiento del modo remises, el transporte público producía la mayor cantidad de CO2, 16242,28 toneladas anuales, mientras que en la actualidad, las emisiones de CO2 producidas por el automóvil superan a las del transporte público en 88943,96 toneladas anuales.

MODO	Eficiencia de emisiones (ug/p-k)					
	PART.	SO2	NOx	HC	CO	CO2
Autos	32,51	855,57	231,00	16,26	67,93	266424,92
Colectivos	13,36	351,55	94,92	6,68	27,07	107222,13
Alquiler	27,41	721,25	194,74	13,70	55,54	219981,53

Tabla 8: Eficiencia de emisiones por modo.

La emisión de CO2 por pasajero kilómetro producida por automóviles particulares no ha sufrido variaciones debido a que el factor de ocupación promedio en este modo se ha mantenido en 1.7, un factor demasiado bajo en términos de eficiencia energética y ambiental del transporte.

Para el caso de la eficiencia de emisiones de transporte público en la situación actual ha decrecido levemente debido al bajo factor de ocupación y a los temas mencionados precedentemente respecto de la extensión de sus recorridos y la ineficiencia de su funcionamiento para la totalidad del sistema de transporte público. Este es uno de los indicadores que pone de relieve el mal funcionamiento del transporte público mientras que contiene pautas de modificaciones que consideran desde la optimización de recorridos hasta una regulación pública privada que permita una cobertura espacial total sin pérdidas de ganancias para las empresas, la sociedad, el estado y el medio ambiente

3. PROPUESTA “SUSTENTABLE” PARA LA MICRO REGIÓN (ESC.1)

Esta propuesta se baso en definir una reestructuración integrada de la intermodalidad del sistema de transporte, orientada a promover el uso del transporte público de pasajero, incentivar los viajes a pie y en bicicletas para tramos de menos 5 km. y ofrecer la infraestructura necesaria para constituir nodos de trasbordo intermodales eficientes, considerando la modificación y ajuste del soporte técnico (tecnología de tránsito, ordenamiento del uso de la infraestructura vial, etc) a la vez que se prevén medidas de restricción de viajes en automóviles al área central. La reestructuración del sistema de transporte de pasajeros consiste en un sistema jerarquizado de recorridos con dos ejes troncales ajustados al diseño y funcionamiento de la ciudad y un sistema de recorridos subsidiarios que evitan, a diferencia del caso anterior el congestionamiento de vehículos en el área central. La propuesta considera asimismo el estacionamiento de automoviles en nodos de transferencia con el sistema publico, posibilitando la optimización en el uso del sistema.

MODO	Comportamiento		Eficiencia de consumo	
	v-km/día	p-km/día	Nafta (l/p-k)	Gasoil (l/p-k)
Autos	1841482	2393926	0.10263392	0.05701884
Colectivos	300537	4508057		0.00084515
Alquiler	202882	318525		0.09375716

Tabla 9: Indicadores de comportamiento eficiencia de consumo/ modo.

A partir de los resultados cuantitativos de la evaluación efectuada con Tranus sobre esta propuesta se construyeron los indicadores “tipo”. Respecto del comportamiento se observa en esta alternativa que la relación entre viajes y pasajeros kilómetro/día, no describe cambios en los factores de ocupación de los vehículos respecto de la situación de referencia aunque si aparece un importante incremento del factor de

ocupación para el modo colectivo, debido a que se afecto el modo a vehículos biarticulados y triarticulados con los factores de uso y ocupación correspondientes al modelo utilizado de Curitiba. Este cambio repercute notablemente en la eficiencia el consumo energético ya que cada vehículo del transporte público consume 0,043 litros por pasajero kilómetro mientras que el automóvil consume 0,057 litros por pasajero kilómetro.

Consumo Anual			
MODO	Energía	Combustible (miles l/año)	
	(MJ/año)	Nafta	Gas Oil
Autos	2347939834	54584	7583
Colectivos	36409131		1058
Alquiler	285386431		8295
TOTALES	2669735396	54584	16937

Tabla 10: Consumo anual de energía y combustible por modo..

Emisiones Totales (ton/año)						
MODO	PART	SO2	Nox	HC	CO	CO2
Autos	21.34	561.71	151.66	10.67	44.60	174915.90
Colectivos	0.33	8.71	2.35	0.17	0.67	2656.65
Alquiler	2.59	68.27	18.43	1.30	5.26	20823.65
TOTALES	24.27	638.69	172.45	12.14	50.53	198396.20

Tabla 11: Emisión anual de contaminantes por modo..

eficiencia de las emisiones por pasajero kilómetro. Queda evidenciada la alta eficiencia de un transporte público ajustado optimizado y bien diseñado, en la cantidad de emisiones por pasajero kilómetro que produce respecto del modo automóvil particular; 2121,58 microjoules por pasajero kilómetro en los colectivos frente a 263046,93 microjoules por pasajero kilómetro producidos por el automóvil particular. Los colectivos producen una cantidad de emisiones por pasajero kilómetro, 24 veces inferior a las emisiones del automóvil.

4. PROPUESTA DE LA MUNICIPALIDAD LOCAL PARA LA MICRO REGIÓN (ESC.2)

La propuesta de la Dirección de Transporte de la Municipalidad de La Plata se basó en la información básica de encuestas domiciliarias de origen-destino de 1993¹⁰, y actualizadas en 1998, con datos que reflejaban una pérdida de viajes en transporte público estimada en un 35% en el período 1993-1998. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: a) Conservar la partición modal existente b) Considerar de manera aislada al transporte público colectivo de pasajeros, c) Racionalizar recorridos sin modificar el soporte técnico d) Mantener la estructura de recorridos

Eficiencia de emisiones (µg/p-k)						
MODO	PART.	SO2	NOx	HC	CO	CO2
Autos	32.10	844.72	228.08	16.05	67.07	263046.93
Colectivos	0.26	6.96	1.88	0.13	0.54	2121.58
Alquiler	29.32	771.66	208.35	14.66	59.42	235357.48

Tabla 12: Eficiencia de emisiones por modo..

MODO	Comportamiento		Eficiencia de consumo	
	v-km/día	p-km/día	nafta (l/p-k)	Gasoil (l/p-k)
Autos	2276292	2959179	0.16	0.09
Colectivos	379180	5687706		0.06
Alquiler	13957	21912		0.9

Tabla 13: Indicadores de comportamiento y eficiencia consumo/ modo.

MODO	Consumo Anual		
	Energía (MJ/año)	Combustible (miles l/año)	
		Nafta	Gas Oil
Autos	4451346004	103484	14376
Colectivos	3220526238		93611
Alquiler	188448313		5478
TOTALES	7860320554	103484	113465

Tabla 14: Consumo anual de energía y combustible por modo..

este escenario en transporte público es altamente superior respecto de los otros dos modos considerados, ya que representa el 82,5% del total del consumo de gasoil, mientras que para el modo automóvil particular el consumo de gasoil representa un 12,7% del total. En la tabla 15 se muestran las emisiones totales anuales en toneladas y discriminadas por tipo de

En la tabla 10 se muestra el consumo anual de combustible por tipo y en medida energética. Se observa una notable diferencia entre el consumo del modo automóvil particular y el consumo del modo colectivo, donde éste último produce un consumo equivalente al 6,25% del consumo total de gasoil mientras que el automóvil produce un consumo del 44,78% del total de gasoil consumido, sin tomar en cuenta el consumo de nafta que además produce. Las emisiones totales en toneladas anuales para la alternativa sustentable se observan en la tabla 11. Aquí se observa claramente los efectos contaminantes del automóvil particular respecto del colectivo, conservándose las grandes diferencias de porcentajes respecto de total de emisiones. En la tabla 12 finalmente se observa la

existente concentrando los viajes en el centro de la ciudad, generando una sobre oferta en el área central.¹¹ La proyección para la Micro región a partir de la implementación de la propuesta elaborada por la Municipalidad local para la reestructuración del sistema de transporte local, se ha sintetizado en los cuatro indicadores tipo, que nos han servido para establecer comparaciones dentro de este trabajo.

Respecto del comportamiento de vehículos y pasajeros se observa el mismo factor de ocupación para automóviles particulares y de alquiler mientras que el transporte público efectúa el 14% del total de kilómetros diarios por vehículo, mientras que el automóvil particular efectúa más del 85% del total. En la tabla 13 se observa además una eficiencia superior de consumo para el transporte público respecto de los otros dos modos, aunque este nivel de eficiencia es inferior al de la situación de referencia. El consumo anual de combustible para

¹⁰ Ravella, O. Et.al. "Origen y destino de viajes en la micro-región del Gran La Plata, Argentina" Actas Congreso Latinoamericano de Transporte

¹¹ O. Ravella et al, "La interrelación entre movilidad urbana y propuesta de transporte" Actas Clatpu, Cuba 2001.

N. Giacobbe et al, "El sistema de Transporte Urbano en el Gran La Plata. Relación entre gestión del transporte y sustentabilidad", Actas Encuentro de Geógrafos, Santiago de Chile 2001.

Emisiones Totales (ton/año)						
MODO	PART	SO2	NOx	HC	CO	CO2
Autos	40.47	1064.92	287.53	20.23	84.55	331614.63
Colectivos	29.28	770.46	208.02	14.64	59.33	234990.55
Alquiler	1.71	45.09	12.17	0.86	3.47	13750.97
TOTALES	71.46	1880.46	507.72	35.73	147.35	580356.15

Tabla 15: Emisión anual de contaminantes por modo.

naftero, con lo que incrementan las emisiones de CO2 particularmente. Por otro lado se observa una alta ineficiencia de emisiones para los autos de alquiler, cuyo nivel de emisiones por pasajero kilómetro es 5,5 veces superior al nivel de emisiones de los automóviles. Esto puede obedecer en parte a que los recorridos de los autos de alquiler, aparecen concentrados en las áreas más congestionadas, en las que las frenadas y aceleraciones de los vehículos incrementan el consumo y emisiones, aunque tiene más peso el factor bajo factor de ocupación de estos automóviles

5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Se observan diversas variaciones para el consumo energético y las emisiones contaminantes entre la situación de referencia para la Micro región del Gran La Plata y las dos alternativas planteadas. Según los resultados descriptos la mayor eficiencia en el consumo de combustible corresponde en transporte público a ESC 1, propuesta elaborada por la uiób sobre la base de

Eficiencia de emisiones (µg/p-k)						
MODO	PART.	SO2	NOx	HC	CO	CO2
Autos	49.23	1295.56	349.80	24.62	102.87	403438.28
Colectivos	18.53	487.67	131.67	9.27	37.55	148740.05
Alquiler	281.48	7407.41	2000.00	140.74	570.37	2259259.26

Tabla 16: Eficiencia de emisiones por modo.

desventajas no solamente respecto de ESC.1, sino también respecto de S.R., situación de referencia del área. Cabe destacar

Eficiencia de consumo de combustible en litros/pasajero-kilómetro				
	S.R.93	S.R.99	ESC. 2	ESC. 1
Auto	0.1027	0.1040	0.1574	0.1026
Bus	0.0377	0.0427	0.0593	0.0008
Alquiler	0.0926	0.0876	0.9000	0.0938

Tabla 17: Comparación de Eficiencia de Consumo.

Eficiencia de Emisiones en µg/p-k CO2				
	S.R. '93	S.R. '99	ESC. 2	ESC. 1
Auto	263238.80	266424.92	403438.28	263046.93
Bus	94713.51	107222.13	148740.05	2121.58
Alquiler	232491.91	219981.53	2259259.26	235357.48

Tabla 18: Eficiencia de Emisiones de CO2.

viajes de un modo de transporte de muy bajo factor de ocupación.

Para la comparación de eficiencia de emisiones en micro joules por pasajero kilómetro para cada escenario se efectuó la discriminación por tipo de contaminante para analizar específicamente la eficiencia de emisiones de CO2. Se evidencia la misma tendencia en eficiencia de todas las emisiones: el desfasaje para autos de alquiler en ESC. 2, y la alta eficiencia de ESC. 1, especialmente para transporte Público. Es necesario señalar en este punto que actualmente crece el número de automóviles particulares y de alquiler que adoptan el sistema a gas. Sin embargo los datos oficiales de cantidad de automóviles funcionando a GNC no existen, y es necesario constituir una manera de relevar esa información dado que este combustible tiene una incidencia negativa en el ambiente, varias veces inferior a la del gasoil. En lo que respecta a emisiones de automóviles de alquiler, la situación de referencia presenta la mejor alternativa. Recordemos que el modo "autos de alquiler" incluye combies, cuyo factor de ocupación es comparable al de los colectivos en algunos casos. Por otra parte en la Micro región existe desde el año 1994 una prolifera aparición del modo "remisse" como alternativa al taxi y más aun al propio transporte público, lo que se traduce en una natural acomodación eficiente dentro de las posibilidades que el modo otorga.

6. CONCLUSIONES

Las variaciones del consumo energético y de las emisiones contaminantes observadas en las dos situaciones presentadas están relacionadas con la organización espacial del sistema y a los niveles de congestión vehicular de cada uno. La situación de

contaminante. En lo que se refiere a CO2 las emisiones mas altas aparecen en el modo automóvil particular, un tercio por encima de las emisiones de CO2 producidas por el modo colectivo, protagonista de este escenario propuesta. Debido al cambio en los factores de ocupación de los colectivos y al ajuste de tamaño de motores según recorridos y cantidad de pasajeros, la eficiencia de emisiones de colectivos es 3,5 veces superior a la de los automóviles particulares, tomando además en cuenta que los particulares tienen un porcentaje de unidades de motor

congestión actual en la Micro región produce situaciones espaciales conflictivas y altos consumos relativos de energía y de emisiones contaminantes, debidos a un desconocimiento de las relaciones que existen entre el sistema de transporte y su diseño, planificación y gestión. Los efectos de estas relaciones no se consideran integralmente y como parte del transporte y del territorio en el caso del ESC. 2. Su consideración contribuiría a efectivizar un control energético ambiental que permita prescindir a futuro de una inversión tecnológica para paliar la situación medio ambiental local.

Es evidente que el impacto energético ambiental en la Micro región del Gran La Plata aumentará proporcionalmente al crecimiento del parque automotor por el bajo factor de ocupación de los automóviles particulares y de alquiler. Una política ambiental regional, de promoción del transporte público masivo y de desaliento del uso de automóviles particulares, es fundamental para disminuir los impactos ambientales negativos del sistema. El comportamiento de vehículos y pasajeros en la Micro región pone de relieve la necesidad de producir un cambio en los factores de ocupación de los vehículos. Si bien la eficiencia de consumo del transporte público es más alta que la de autos particulares, y bastante más que la de autos e alquiler, los elevados factores de ocupación tomados para ESC. 1, dispararon la diferencia de eficiencia del transporte público respecto de los demás modos.

Respecto del consumo anual de combustible es importante señalar que la organización de los recorridos de transporte público actuales no presenta ninguna pauta de optimización de la eficiencia de consumo mientras que ESC. 2 prevé vehículos de diferentes tamaños y motores para cubrir los diferentes trayectos y cantidad de pasajeros, diferencia que repercute en el consumo anual de energía para el transporte público. El alto consumo de combustible gasoil que genera el transporte público en S.R. '99, frente al bajo factor de ocupación de los vehículos, describe una situación de bajísima eficiencia que tiene origen en la gestión estatal y privada, su manera de organizarse y la manera que el municipio tiene para regular el funcionamiento empresarial.

En el área de estudio es necesario efectuar una reorganización racional del diseño de los recorridos del transporte público, que conserve la amplia cobertura que ofrece hoy el sistema pero que a la vez descongestione las áreas centrales. En este punto es importante señalar que ESC 2 propuesta recientemente implementada, produce una concentración de tráfico significativa y los respectivos indicadores de emisiones y consumo energético toman los valores más altos respecto de ESC. 1 Y S.R. La incorporación de unidades de tamaños diversos, tendientes a optimizar el consumo de combustibles, en función de la demanda de viajes a que servirá es insuficiente para compensar el grado de concentración de recorridos en el centro. En el largo plazo, es importante construir un marco legal que induzca a las empresas de transporte a la incorporación de unidades no contaminantes. Pero en el mediano y corto plazo, la legislación debería orientarse al control mediante multas o incentivos del factor de ocupación de las unidades y la relación entre la potencia de los motores y el número de pasajeros transportados, ajustando la densidad de pasajeros con la curva horaria característica.

Por su parte el problema del uso masivo de automóviles particulares, podría paliarse con una mejora significativa de la oferta de transporte público masivo. Esta afirmación se apoya en la observación de los resultados de la evaluación energética ambiental de ESC. 1 que resultó el de mayor eficiencia de emisiones y eficiencia de consumo energético. Esta alternativa implica disminución de embotellamientos y demoras en los tiempos de viaje a través de la implementación de la exclusividad de circulación para los modos masivos, libera parte de la calzada destinada a estacionamientos en las áreas centrales, e incrementa la calidad de la oferta a través de la implementación de rigurosos horarios, recorridos integrados, eficiencia de traslado y puntualidad, optimización de transbordos y cobertura espacial total.

BIBLIOGRAFÍA:

- DE LA BARRA, T., "Integrates land use and transport modelling", Ed. Cambridge University press, 1989.
- ORTÚZAR J de D., WILLUMSEN, L. G. "Modelling Transport", second edition, John Wiley & Sons, Enland, 1994.
- Estadística Bonaerense. Anuario '97. Secretaría General de la Gobernación de la Provincia de Buenos Aires, 1997.
- RAVELLA. O., CARRIQUIRIBORDE, H. GERSHANIK, G. "El transporte Urbano de pasajeros en la Micro-región del Gran La Plata", IDEHAB, FAU, UNLP, La Plata, 1994.
- RAVELLA, O., OLIVERA, H., AON, L., PETRNGA, M., RAMOS, V. "El Transporte Urbano como Estructurador del Futuro Desarrollo". IDEHAB-FAU-UNLP, diciembre de 1997.

ABSTRACT: The aim of this work is to analyze and evaluate the different energetic performances and pollution emissions as a function of different territorial organization patterns of the public passenger transport system in the micro-region of the Gran La Plata. Two proposals are being considered and evaluated: the first one elaborated by the communal government of La Plata city, tends to keep the intermodal characteristics of the actual system. The second one, proposed by the UI6B-FAU-UNLP, is structured on the base of politics which tends to reduce car use by promoting the public passenger transport system. The results of the comparative evaluation shown that the recently implemented government proposal got the worst about the actual energetic and ambient situation, while the "Sustainable" proposal produces a highly better effect on energy and emissions.

Keywords: energy, evaluation, pollution, ambient, transport management