

ESTUDIO DEL TRÁNSITO EN LA AV. LIBERTADOR OESTE DE LA CIUDAD DE SAN JUAN

Autor: Susana Graciela Mengual

Coautores: Alfredo Daniel Bocca Balza, Pablo Girardi Mancini, Carlos González Alladio y Claudia Alejandra Porres

Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña.

Av. Libertador 1109(O). Capital. San Juan (5400).

+54 264 4228666

smengual@eicam.unsj.edu.ar ; abocca@eicam.unsj.edu.ar

ESTUDIO DEL TRÁNSITO EN LA AV. LIBERTADOR OESTE DE LA CIUDAD DE SAN JUAN

Susana Graciela Mengual¹, Alfredo Daniel Bocca Balza¹ y otros

¹Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña.

Av. Libertador 1109(O). Capital. San Juan (5400).

+54 264 4228666

smengual@eicam.unsj.edu.ar; abocca@eicam.unsj.edu.ar

1. CONSIDERACIONES GENERALES

El crecimiento demográfico que ha tenido la zona oeste del Gran San Juan, ha ido acompañado de un incremento similar del tránsito, volviéndose caótico y con alto riesgo de accidentes. Varias modificaciones que se han realizado en los últimos años, parecen no haber seguido el ritmo de incremento de demanda. Se han publicado distintas iniciativas de mejoras que implicarían importantes inversiones económicas, por lo que de llevarse adelante, dichos proyectos se concretarían a largo plazo. En esta propuesta se ha estudiado el desempeño del tránsito en la Av. Libertador Gral. San Martín Oeste, a fin de evaluar alternativas de optimización que sean factible aplicar en el corto y mediano plazo.

Se aplicaron a este corredor distintas variantes de funcionamiento, analizando los resultados para las condiciones que se plantearon, con las consecuentes mejoras o complicaciones que generaron las distintas propuestas. Estas acciones contribuyeron a conformar lineamientos para mejorar el nivel de servicio (medida de la comodidad con que está operando la vía) y aumentar la capacidad de la vía. Los resultados serán transferidos a reparticiones gubernamentales que desarrollan actividades vinculadas con el tránsito.

Para estudiar el funcionamiento de esta importante arteria, fue necesario cuantificar el tránsito en las condiciones reales de funcionamiento. También se evaluaron los distintos factores que intervienen en el comportamiento del flujo vehicular, factores que están ligados a las características físicas de las vías, del parque automotor y del conductor. El trabajo se concentró en el estudio de las intersecciones conflictivas del tramo, entre calles Rastreador Calívar y Urquiza.

Las tareas se desarrollaron con el apoyo de un modelo simulador de tránsito, que ya fue usado en proyectos anteriores realizados en la EICAM, conforme a las características locales de la geometría de las vías, del parque automotor y del comportamiento de los conductores. Esta y otras herramientas se usaron en esta nueva etapa para estudiar el comportamiento del tránsito en el corredor, a fin de proponer soluciones que mejoren su funcionamiento, mejorando la calidad de servicio de la vía y minimizando el riesgo de accidentes.

Este proyecto brindó la oportunidad de formar recursos humanos, no sólo de docentes sino también de estudiantes, ya que se contó con la participación de alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería Civil.



Figura N°1: Vista hacia el oeste de la Av. Libertador

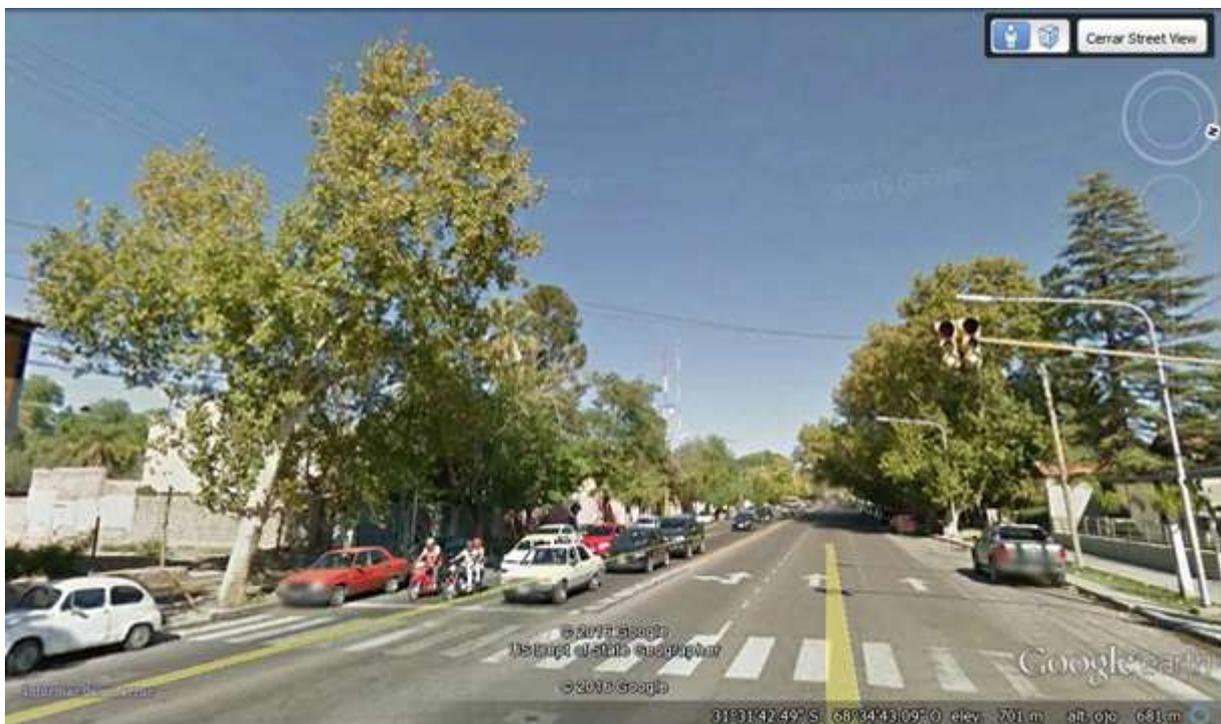


Figura N°2: Vista hacia el este de la Av. Libertador

1.1 Objetivos del estudio

- Identificar las características físicas, de circulación y de señalización de la arteria.
- Realizar propuestas que conduzcan a mejorar el funcionamiento la arteria.
- Disminuir el riesgo de accidentes de tránsito.

1.2 Descripción del proyecto

El proyecto trata sobre el análisis de circulación del flujo vehicular sobre la arteria en diferentes condiciones.

Mediante el empleo de herramientas modernas, se cuantifican los puntos conflictivos que se producen en la arteria, con el propósito de hallar en forma ágil posibles soluciones a los problemas de congestión y de accidentes que se producen. Para recrear las condiciones de circulación, se incorporan las características locales de las vías, del tránsito y del conductor. Se trabaja con el volumen y composición de vehículos que circulan por las vías en estudio, y con el flujo de peatones que las atraviesan, obtenidos de censos directos en las horas de mayor congestión, o mediante proyecciones cuando se estudian situaciones a futuro



Figura N° 3: Vista de la Av. Libertador y el cruce con la Av. de Circunvalación

Los relevamientos incluyeron número, ancho y uso de carriles, pendientes, longitud de tramos entre intersecciones, fases y ciclos semafóricos, zonas para estacionar, recorrido de colectivos y puntos de parada, velocidades y características de los vehículos. En las ho-

ras más congestionadas se midió volumen y composición vehicular, movimientos rectos y de giro, maniobras de estacionamiento, tiempos de parada de colectivos, bloqueos de carriles por detención en doble fila, etc.

Con los datos de circulación en horas pico, datos geométricos y de señalización de las vías, características de los conductores y del tránsito, se introdujeron variantes en la circulación a fin de conformar propuestas de mejora.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

2.1. Recopilación de datos sobre las características físicas de las vías

Las características geométricas de las vías se obtuvieron a través documentación del proyecto facilitada por las reparticiones y de relevamientos en campaña. Se midieron anchos de calzadas, cancheros centrales, anchos de veredas, etc. Se midieron semáforos, se registraron señales verticales y la demarcación horizontal. Se relevaron líneas de detención, demarcación, líneas de separación de carriles, señales de prohibición de estacionamiento, etc.

Carriles: Se considera el número de carriles de cada tramo, como así también su ancho. Los carriles de la vía estudiada funcionan para uso irrestricto, es decir sirven para cualquier movimiento y no hay carriles exclusivos para colectivos, taxis o autos particulares con más de un ocupante.

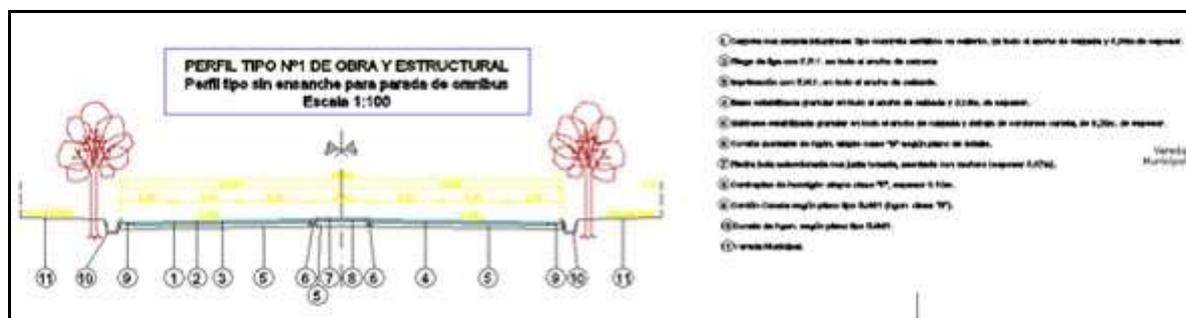


Figura N° 4: Perfil de obra de la sección comprendida entre Urquiza y Fray J.S.M. de Oro

Pendiente: De acuerdo a las características topográficas del valle donde se encuentra la ciudad, se tomó un valor aproximado de pendiente del 1% ascendiendo hacia el oeste, y se consideró una pendiente aproximadamente nula de sur a norte.

Geometría: Se realizaron relevamientos de la geometría de las vías incluidas en este trabajo. La Figura 6 muestra la geometría de una intersección.

2.2. Características de los vehículos

Tipos de vehículos: Se adoptaron cuatro tipos: Automóviles (particulares o de alquiler), camiones, colectivos.

2.3. Características de los conductores

Se trabajó con las determinaciones realizadas en trabajos anteriores, en los que se midieron velocidades, tiempos de reacción, separación entre vehículos, rapidez para cambiar de carril, etc. En cuanto a la familiaridad con el recorrido, los horarios de mayor interés son netamente de entrada o salida del trabajo, por lo que se considera que la mayoría de los conductores están familiarizados con el recorrido. Se adoptó un 90% de conductores familiarizados con el recorrido.

Intervalo crítico: En una intersección sin semaforizar, un vehículo que desea cruzar la intersección o uno que necesita girar a la izquierda con tránsito en sentido contrario, debe aguardar un hueco entre dos vehículos para poder ejecutar la maniobra. Para cada tipo de conductor, existe un tiempo mínimo entre el paso de dos autos que impiden la maniobra, a partir del cual el conductor se arriesgará a realizar la maniobra de cruce o de giro a la izquierda. En trabajos anteriores se hicieron filmaciones para distintas intersecciones sin semaforizar congestionadas y se midieron los distintos intervalos de tiempo entre dos vehículos, a partir de los cuales los conductores que querían girar o cruzar se decidían a efectuar la maniobra. De la forma ya descrita se definió un intervalo mínimo para cada tipo de conductor. Estos valores dependen del tipo de conductor, del tipo de señal (Pare o Ceda el Paso), y del número de carriles a cruzar.

2.4. Colectivos

La información se obtuvo de la consulta a los organismos pertinentes y de las mediciones realizadas en coincidencia con la ejecución de censos.

En la Av. Libertador se midió cantidad de detenciones, tiempos de detención y acumulación de colectivos detenidos. Se registraron demarcaciones existentes relativas a líneas de detención u otras.

En las paradas de colectivos se midió la localización, que es la distancia desde la línea de detención del tramo a la línea de detención del colectivo. Generalmente la línea de detención del colectivo no estaba marcada, como tampoco la longitud reservada para la detención de los colectivos. En estos casos se adoptó como línea de detención un promedio aproximado del punto donde se detenían los colectivos, producto de la observación visual de un operador. La longitud de detención se adoptó en función del máximo número de colectivos que se registraron detenidos simultáneamente, sumando la longitud adoptada para este tipo de vehículo más tres pies por unidad, de acuerdo a la separación aproximada que se observó entre los colectivos detenidos. A fin de que los colectivos ingresen a la parada, se prevé una distancia adicional a la de acumulación de ómnibus, donde no se debe permitir el estacionamiento, aunque a veces esto no se respeta en la práctica. En ocasiones se detectaron vehículos estacionados sobre la misma parada, situación que provocaba que los micros se detuvieran en doble fila. Otras veces el colectivo se detenía muy alejado del borde de la vereda, pudiendo hacerlo más cerca.

El tiempo de detención de cada colectivo, para descargar y/o cargar pasajeros, se midió junto con los censos de volumen y composición. También se registraron los colectivos vinculados a esa parada, pero que no se detenían por no tener pasajeros para descargar o recoger.



Figura N° 7: Parada de colectivos, medición de tiempos de detención y cola

2.5. Estacionamientos

De las zonas de estacionamiento, se midió ubicación y longitud. Se midió la cantidad de maniobras (frecuencia horaria), ya sea para estacionar o para abandonar el estacionamiento.

2.6. Censos de volumen y composición del tránsito

A efectos de determinar los periodos con mayor circulación vehicular se hizo un censo volumétrico en tres intersecciones significativas, como son la intersección con calles Meglioli (oeste), Paula Albarracín de Sarmiento (intermedia) y Urquiza (este). Los censos se hicieron en cuatro franjas horarias, separadas en fracciones de 15 minutos:

- 7.00 a 9.00 hs
- 12.00 a 14.00 hs
- 16.00 a 18.00 hs
- 20.00 a 22.00 hs

En estos censos no se distinguió la composición vehicular, como así tampoco los porcentajes de giro y de movimiento recto en las intersecciones.

En las tres intersecciones, el mayor volumen se produjo al mediodía, entre las 13 y las 14 horas. Determinado el rango con mayor demanda se realizaron censos de volumen y composición en las intersecciones (vehículos ligeros, camiones, colectivos, vehículos de alquiler, motos y bicicletas) y se midieron paradas de colectivos, maniobras de estacionamiento y cantidad de peatones.



Figura N° 8: Intersecciones censadas

Las intersecciones censadas fueron:

- Urquiza
- Matías Zavalla
- Paula Albarracín de Sarmiento
- Lateral Este Av. Circunvalación
- Lateral Oeste Av. Circunvalación
- Del Bono - Mansilla
- Roger Balet
- Fray Justo Santa María de Oro
- Hipólito Yrigoyen
- Mariano Moreno - Vieytes
- Manuel Zavalla
- Meglioli
- Boulogne Sur Mer
- Santo Domingo
- Rastreador Calívar

Simultáneamente con el censo vehicular, se midió el flujo de peatones que cruzaba las intersecciones, y que no resultó significativo en el periodo seleccionado.

2.7. Procesamiento de los datos

Los datos censales, de las características físicas de las vías, de la señalización, de los colectivos, etc., fueron procesados en gabinete.

En los censos se midió volumen y composición vehicular para cada movimiento de cada acceso (movimiento recto, de giro a la derecha y de giro a la izquierda). La medición se separó en periodos de 15 minutos cada uno.

Las mediciones de campaña se pasaron a una planilla como la de la Figura 9. Con estas planillas se determinaron los 15 minutos más cargados.

Intersección: Av. Libertador y Del Bono

Horario: 13:15 a 13:30

Acceso: O a E	Cantidad de vehículos			Total
	Giro Izq.	Derecho	Giro Der.	
Movimiento				
Motos y bicicletas	0	22	1	23
Vehículos ligeros	1	194	8	203
Vehículos de alquiler	0	10	0	10
Colectivos	0	5	0	5
Vp simple	0	2	0	2
Vp semi	0	0	0	0
Vp con acoplado	0	0	0	0
Total	1	233	9	243

Acceso: S a N	Cantidad de vehículos			Total
	Giro Izq.	Derecho	Giro Der.	
Movimiento				
Motos y bicicletas	0	2	10	12
Vehículos ligeros	11	11	42	64
Vehículos de alquiler	1	0	5	6
Colectivos	0	0	0	0
Vp simple	0	0	0	0
Vp semi	0	0	0	0
Vp con acoplado	0	0	0	0
Total	12	13	57	82

Acceso: E a O	Cantidad de vehículos			Total
	Giro Izq.	Derecho	Giro Der.	
Movimiento				
Motos y bicicletas	8	40	8	56
Vehículos ligeros	49	207	34	290
Vehículos de alquiler	4	7	2	13
Colectivos	0	8	0	8
Vp simple	0	1	0	1
Vp semi	0	0	0	0
Vp con acoplado	0	0	0	0
Total	61	263	44	368

Acceso: N a S	Cantidad de vehículos			Total
	Giro Izq.	Derecho	Giro Der.	
Movimiento				
Motos y bicicletas	0	0	0	0
Vehículos ligeros	0	0	0	0
Vehículos de alquiler	0	0	0	0
Colectivos	0	0	0	0
Vp simple	0	0	0	0
Vp semi	0	0	0	0
Vp con acoplado	0	0	0	0
Total	0	0	0	0

Totales para Hora Pico				
Veh. Ligeros y de Alquiler	Motos y Bicicletas	Camiones	Colectivos	Total
586	91	3	13	693

Figura N°9: Planilla de determinación de los 15 minutos más cargados

Como en la determinación de los 15 minutos más cargados se encontró que los valores eran bastante similares para los cuartos de hora comprendidos entre las 13 y las 13.15 hs, y entre las 13.15 y las 13.30 hs, se trabajó con ambas fracciones horarias. La cantidad de vehículos por hora ingresados en cada intersección, fue el valor de los quince minutos multiplicado por cuatro. Por un lado se trabajó con el cuarto de hora comprendido entre las 13.00 y las 13.15, y por otro se trabajó con el cuarto de hora comprendido entre las 13.15 y las 13.30. Con esto se busca tener en cuenta el periodo más cargado dentro de la hora punta, y a la vez no verse afectado por las posibles diferencias del factor de hora pico que pudiera haber entre las distintas intersecciones.

En el esquema ya se ha realizado un procesamiento primario de los conteos manuales y se han volcado, para cada movimiento, la cantidad de cada tipo de vehículo. También se da la cantidad total de cada tipo de vehículo para cada acceso y la cantidad total de vehículos para cada acceso.

El soft de simulación usado no incluye motos y bicicletas dentro de los tipos de vehículos que ofrece, por lo que fueron incorporadas a razón de un promedio de 5 bicicletas y/o motocicletas por vehículo ligero. Dicha equivalencia se obtuvo de trabajos anteriores, como resultado de comparar el nivel de servicio calculado para distintas intersecciones, con la situación real observada en las mismas.

De los datos geométricos obtenidos, se cuenta con la distancia entre las intersecciones (coordenadas de los nudos que representan las intersecciones) y el número, ancho y uso de carriles. Las pendientes longitudinales se conocen de las curvas de nivel de la carta topográfica de la ciudad de San Juan elaborada por la Dirección Provincial del Catastro.

En las intersecciones semaforizadas, se midieron tiempos de fases y de ciclo con cronómetro. Se midió la duración de cada una de las fases de cada uno de los accesos, debiendo dar la suma de cada acceso el tiempo de ciclo de esa intersección. La duración y la distribución de las fases en una intersección son de gran importancia en el nivel de servi-

cio, por lo que en algunos casos puede lograrse una sustancial mejora con una adecuada regulación semafórica.

Fases semafóricas									
Intersección: Av. Libertador y Calle Urquiza						Tiempo:			
Datos de la intersección:						Tiempo de Ciclo:			
Operador: Orduña y Videla de Oro			Fecha: 26/08/14		Día: Martes		Horario:		
Sentido	Primera medición			Segunda medición			Tercera Medición		
	Verde	Ambar	Rojo	Verde	Ambar	Rojo	Verde	Ambar	Rojo
S N	18,15	20,23	99,33	18,23	20,26	99,16	18,24	20,38	99,16
N S	18,48	19,97	99,07	18,73	20,38	99,6	18,46	20,12	99,42
E O	28,4	30,13	98,88	28,39	30	98,99	28,49	30,22	99,18
O E	21,27	22,85	99,33	20,96	22,77	99,23	21,05	22,86	99,32

Figura N° 10: Mediciones semafóricas en una intersección

Para cada parada de colectivos se determinó el tiempo promedio de detención para recoger y/o descargar pasajeros, cantidad máxima de colectivos detenidos simultáneamente y porcentaje de colectivos que no se detenían.

En las planillas de estacionamiento se indicó para cada caso la longitud para estacionar, se volcaron las maniobras que se produjeron durante el relevamiento y se promedió su duración. También se registraron casos de detenciones en doble fila.

2.8. Incorporación de los valores al software

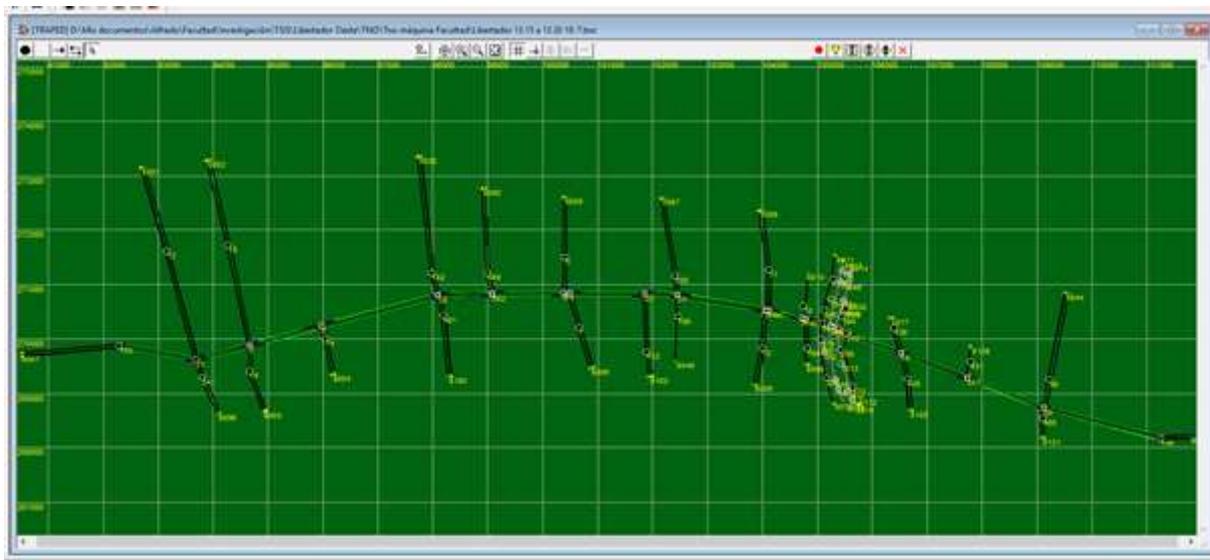


Figura N°11: Esquema de las vías estudiadas

Se incorporaron al software los datos procesados en gabinete, y otros datos obtenidos de investigaciones anteriores. En términos generales estos valores son:

- Volumen: Cantidad de vehículos que ingresan por los nodos de acceso a la red, porcentajes de giro a la derecha, movimiento recto y giro a la izquierda.
- Composición vehicular: Vehículos ligeros, camiones, colectivos, vehículos de alquiler, motos y bicicletas.

- Características de los vehículos: Tipo de vehículo, largo, número promedio de pasajeros, factor de separación, cambios en la aceleración, valores de aceleración y deceleración, composición porcentual de cada tipo de vehículo.
- Características de los conductores: Tipo de conductor según su agresividad, familiaridad con el recorrido, velocidad de flujo libre, tiempos de percepción y reacción, separación entre vehículos, intervalo crítico de tiempo entre dos vehículos que cruzan para atravesar una intersección, duración del cambio de carril, anticipación con que cambian de carril ante un obstáculo o un vehículo más lento, anticipación con la que busca el carril más conveniente cuando va a hacer un giro; todo esto según el tipo de conductor.
- Características físicas de las vías: Tramos, número y ancho de carriles, pendientes, señales, semáforos, ubicación de la línea de detención, canalizaciones, carriles de giro, paradas de colectivos, recorridos de colectivos, estacionamiento, peatones, tipo y estado del pavimento (asfalto u hormigón, seco o mojado).

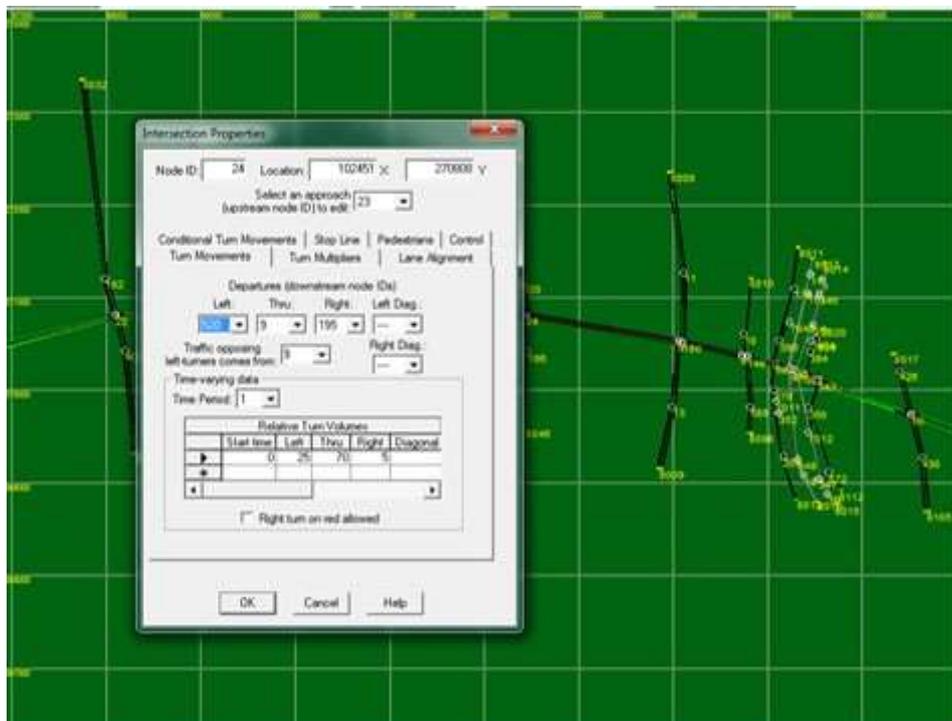


Figura N°12: Carga de porcentajes de giro para una intersección

2.9. Situación observada

En términos generales, el acceso sufre severas congestiones en las horas de mayor demanda, con importantes colas en los semáforos, y si se produce algún incidente o una detención en doble fila, el problema se agrava aún más. De la observación visual durante las tareas de campaña de los censos y del posterior análisis de los resultados en gabinete, se detecta que el mayor grado de congestión en la Av. Libertador se produce, como ya se mencionó, entre las 13.00 y las 13.30 horas.

La modificación más reciente del corredor se realizó entre Rastreador Calívar y Fray Justo Santa María de Oro; consistió en un ensanche de la calzada, colocando tres carriles hacia el oeste, ya que es el sentido con mayor concentración de tránsito, y manteniendo dos

carriles hacia el este (si bien el tránsito a lo largo del día es similar en ambos sentidos, en las horas pico está más concentrado hacia el oeste). El cantero central se redujo a un pequeño veredín montable y está permitido estacionar. En esta sección se observan los mejores resultados para las horas laborables. No obstante, hay aspectos para mejorar en lo relativo a los cruces peatonales. Por otra parte, si bien no se hicieron mediciones los días feriados, se observaron congestiones importantes en el tránsito hacia el este (dos carriles) en la tarde – noche de los días feriados.



Figura N°13: Av. Libertador entre Rastreador Calívar y S.M. de Oro

Hacia el este de Fray Justo Santa María de Oro se produce la situación más conflictiva en la intersección con Calle Del Bono, con importantes colas. Desde ahí hasta Urquiza, la arteria sigue muy cargada, con importantes colas en los semáforos. Las detenciones en doble fila producen congestiones significativas.



Figura N°14: Congestión en Libertador

Se resumen los siguientes aspectos de las observaciones de campaña:

- Una parte importante de las intersecciones semaforizadas estaban saturadas, ya que parte de los vehículos detenidos debían esperar más de un ciclo para poder avanzar.
- Los tiempos de ciclo de los semáforos de la arteria no hacían posible su sincronización.
- La secuencia de fases de los semáforos no era la más conveniente.
- La asignación de tiempos de verde no guardaba relación con la demanda vehicular.
- Se detectaron demoras significativas en las calles transversales de las intersecciones sin semaforizar.
- No se respeta la prohibición de estacionar en lugares clave.
- Son frecuentes las detenciones en doble fila.
- En general no se observaron cordones no montables en bordes de ataque.
- Algunos peatones hacían mal uso de la calzada.
- Salvo en la sección de tres carriles hacia el oeste y dos hacia el este, la demarcación de la calzada en general está borrada o es poco visible.



Figura N°15: Vehículos estacionados en zona prohibida



Figura N° 16: Peatones cruzando fuera de la zona peatonal



Figura N° 17: Escasa demarcación de sendas peatonales y líneas de detención

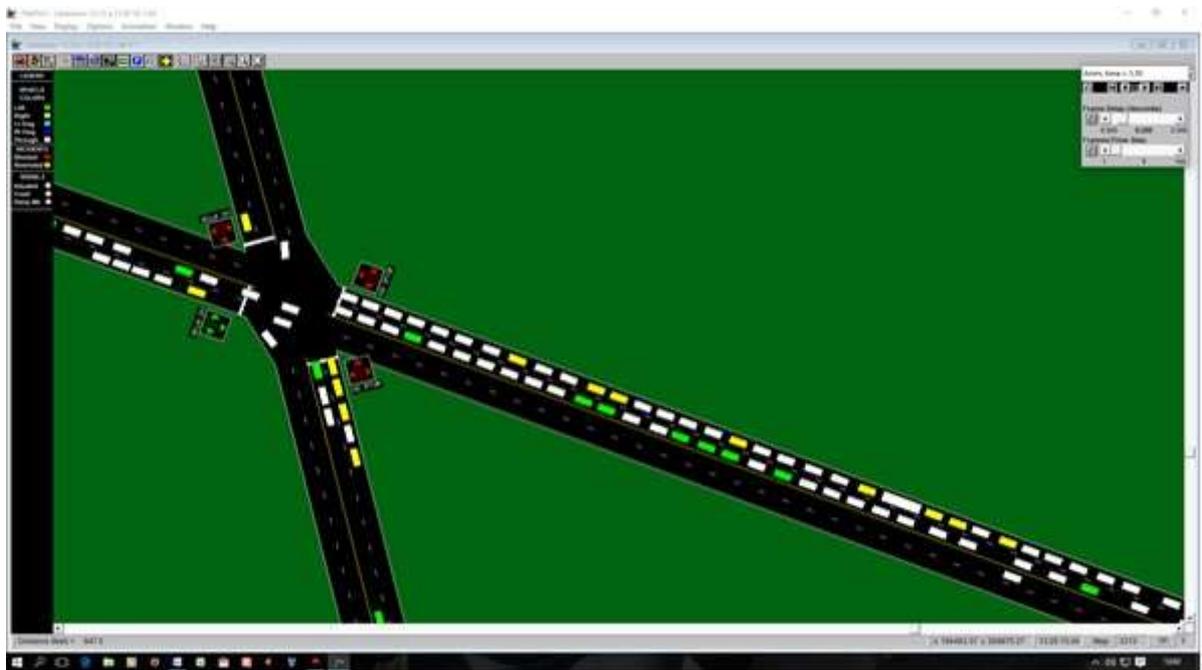


Figura N° 18: Visibilidad insuficiente

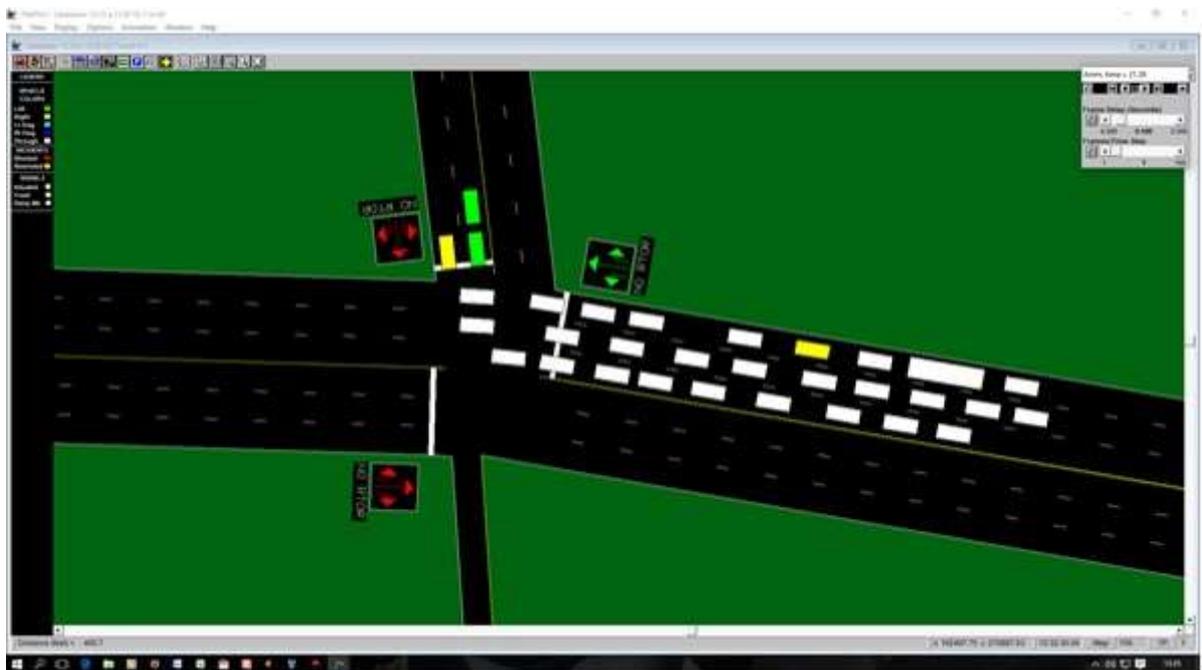
2.10. Realización de análisis en las condiciones existentes

La información relevada se cargó e hizo correr en el programa de simulación, registrándose situaciones similares a lo observado en campaña. También se realizó el análisis de capacidad y nivel de servicio con la metodología del Manual de Capacidad (HCM) de la Transportation Research Board.

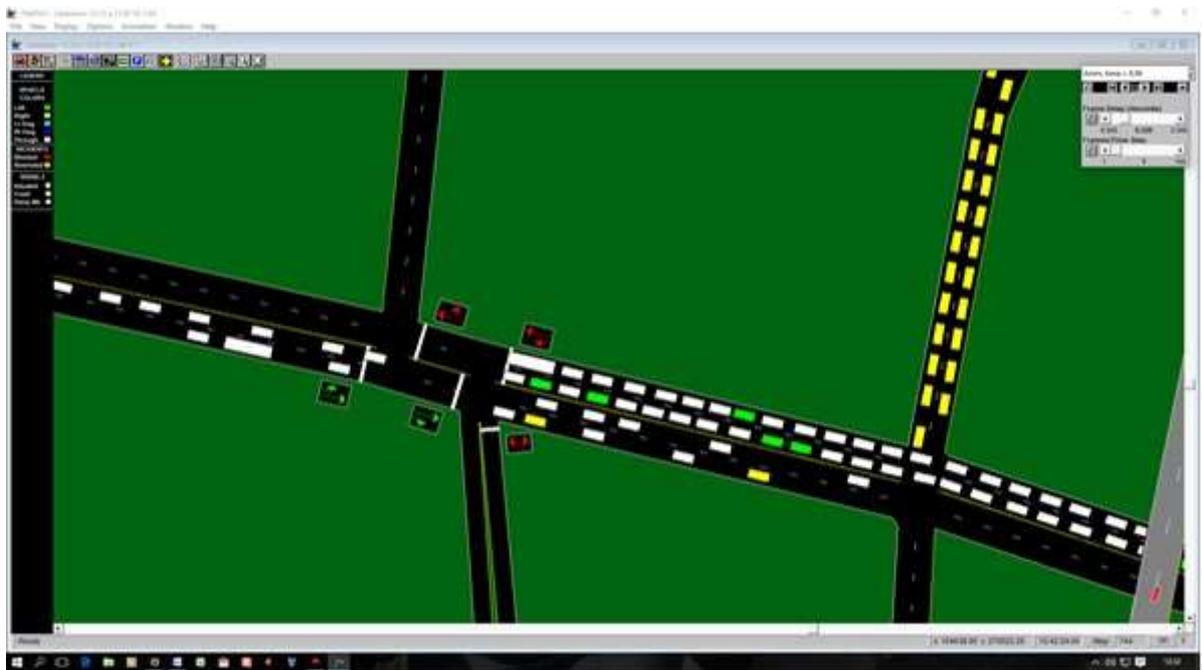
Ejemplos de simulaciones en diferentes intersecciones de la Av. Libertador.



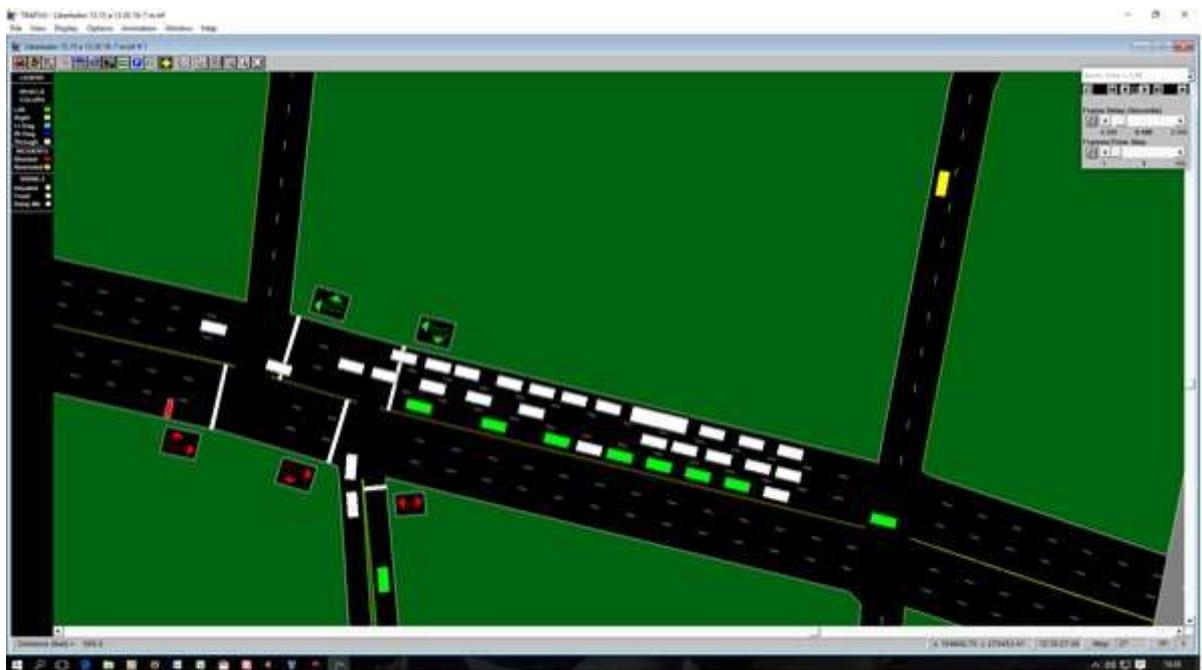
Figuras N° 19: Intersección relevada en Av. Libertador y Av. Paula A. Sarmiento



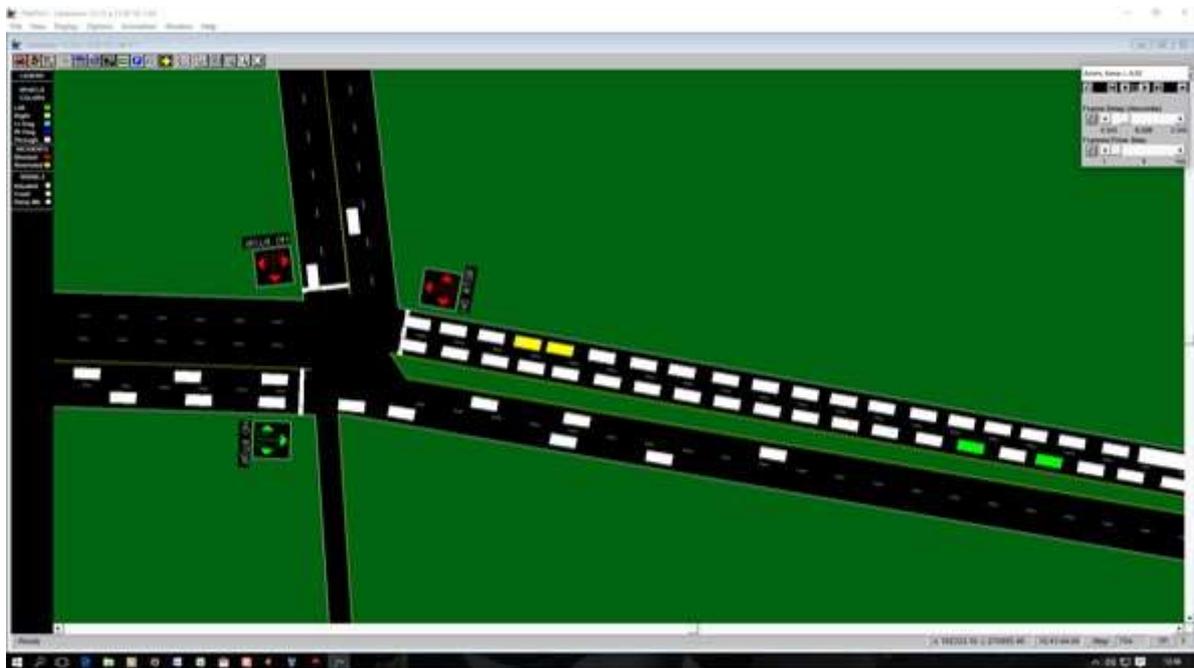
Figuras N° 20: Av. Libertador y Av. Paula A. Sarmiento mejorada



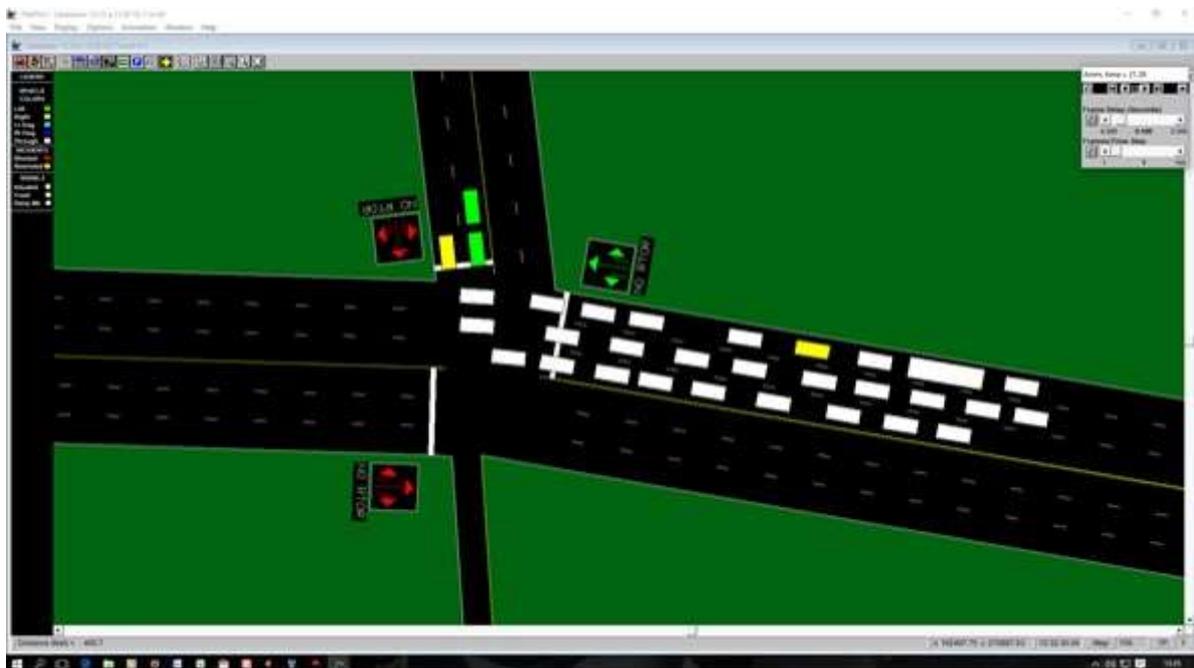
Figuras N° 21: Intersección relevada en Av. Libertador y Del Bono



Figuras N° 22: Av. Libertador y del Bono mejorada



Figuras N° 23: Intersección relevada en Av. Libertador y Fray Justo Santa María de Oro



Figuras N° 24: Av. Libertador y Fray Justo Santa María de Oro mejorada

2.11. Análisis y discusión de posibles alternativas de mejora

Mediante el análisis de los parámetros y su comparación cualitativa con la situación existente, se discutió qué efectos podían tener determinadas modificaciones en las vías, a fin de tener una estimación previa del comportamiento del tránsito para el nuevo esquema.

Entre las posibles soluciones se planteó:

- Extender a todo el tramo el esquema de tres carriles hacia el oeste y dos hacia el este.
- Mantener dos carriles por sentido con un carril central para giros a la izquierda.
- Hacer el carril central reversible según la hora del día, con la debida señalización luminosa.
- Prohibir el estacionamiento y materializar tres carriles por sentido, al menos en los sectores más críticos.
- En cualquiera de los casos anteriores:
 - Ajustar los ciclos semafóricos y la asignación de tiempos de verde.
 - Reubicar algunas paradas de colectivos y en los casos en que sea posible crear dársenas de detención.
 - Eliminar giros a la izquierda.

En muchas ciudades se establecen carriles especiales para transporte público, o también para vehículos particulares que lleven más de un ocupante, lo cual contribuye a desalentar el uso de autos particulares con un ocupante.

Por otra parte, se considera preferible que la separación central sea montable, al menos en los bordes de ataque, ya que si eventualmente un vehículo muerde el cordón, será menos probable que el conductor pierda el dominio del automóvil.

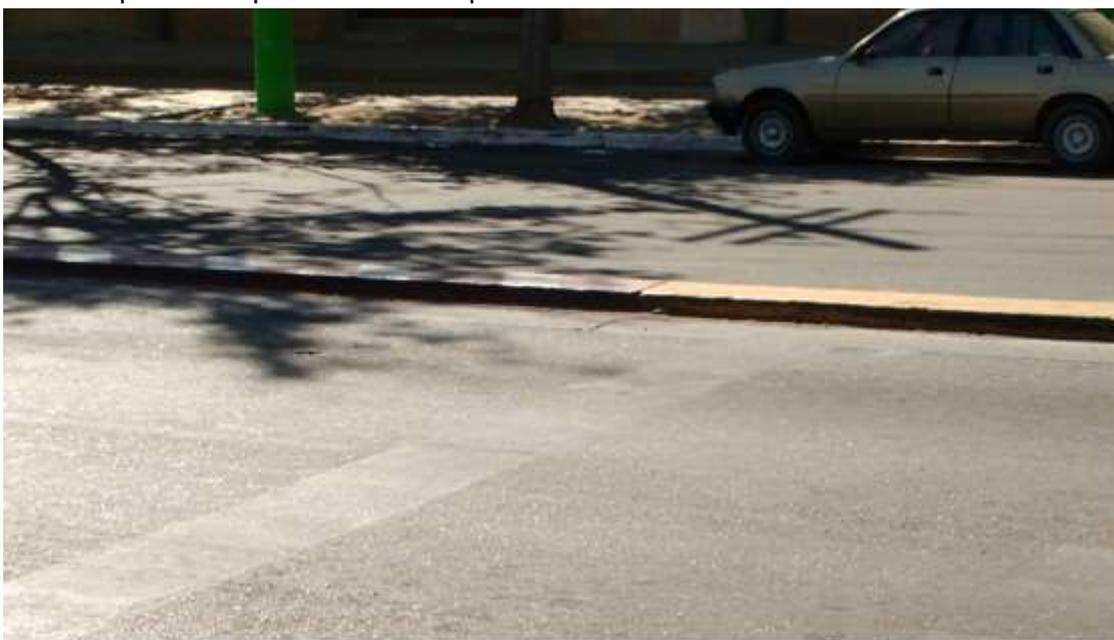


Figura N° 25: Cordones no montables

Calles transversales: Se podría mejorar el funcionamiento en muchas de ellas, demarcando adecuadamente la intersección y aprovechando espacio que no se utiliza. Por ejemplo en la intersección de Paula A. de Sarmiento, del lado sur de la intersección hay una parte de banquina sin asfaltar, que se puede aprovechar para ensanchar la calzada de la transversal, prohibiendo el estacionamiento en las inmediaciones de la intersección. A su vez debe diseñarse una adecuada canalización para girar a la derecha, con un radio que atenúe el ángulo de giro. Análogamente, del lado norte hay un sobre ancho de vereda, previsto para un futuro ensanche. Algo similar se observa en la intersección con Del Bono, don-

de también se encuentra una banquina sin asfaltar. También se producen largas colas en la esquina con Urquiza, donde se desaprovecha el espacio por falta de demarcación; y además se podría ensanchar el acceso del lado sur, usando parte del sobre ancho de la vereda.



Figura N° 26: Paula A de Sarmiento al sur de Av. Libertador



Figura N° 27: Urquiza al norte de Av. Libertador

2.11. Realización de simulaciones sobre las vías con ajustes en las condiciones

El mejor comportamiento se obtuvo colocando tres carriles por sentido en las inmediaciones de las intersecciones más conflictivas, antes y después de la intersección. Para esto es necesario prohibir el estacionamiento en estas zonas, con una adecuada transición, demarcación y señalización. Las paradas de colectivos, estarán también fuera de estos espacios. En todas las alternativas los semáforos se ajustaron a ciclos de 100 segundos, respetando tiempos mínimos de fase que permitan el cruce seguro de los peatones.

La alternativa de tres carriles hacia el oeste y dos hacia el este también arroja buenos resultados, aunque podría mejorarse si se prohibiera el estacionamiento del lado sur en las inmediaciones de las intersecciones conflictivas.

La alternativa de carriles reversibles es equivalente a poner 3 carriles por sentido. Requiere de muy buena señalización. El principal inconveniente es que podría confundir al usuario.

La variante de mantener dos carriles por sentido con un carril central para giros a la izquierda mejoró, principalmente por el ajuste de los semáforos. En este caso la semaforización se analizó previendo una fase especial para los giros a la izquierda desde Libertador y colocando distribuidores para giro a la izquierda en el carril central.

Los mejores resultados se obtuvieron con tiempos de ciclo (tiempo entre el inicio de verde para una fase y el inicio de verde de la misma fase nuevamente) de 100 segundos, con una sincronización a 50km/h, favoreciendo el movimiento de este a oeste, que para el horario analizado es el de mayor demanda.

Los tiempos de cada fase se ajustaron a fin de mejorar el nivel de servicio para cada intersección, pero tratando de afectar lo menos posible la sincronización.

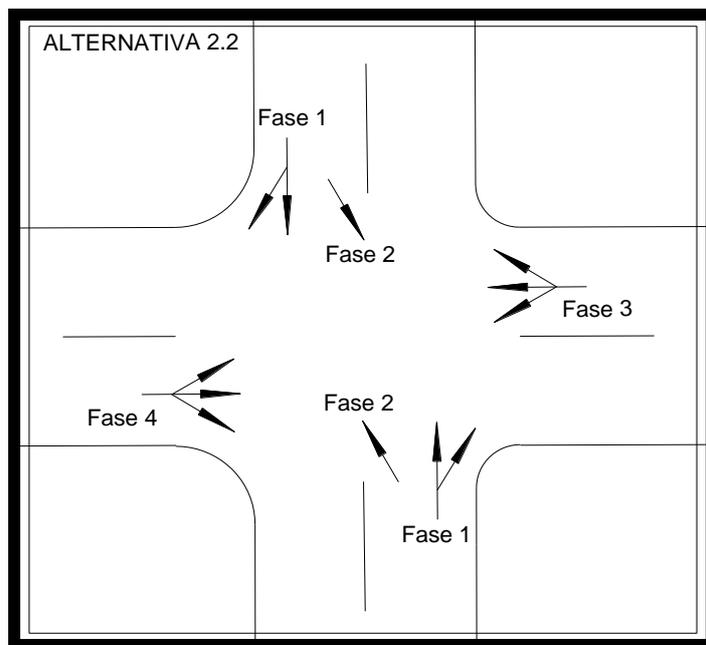


Figura N°28: Variante de semaforización con fase especial de giro a la izquierda para los movimientos de la Av. Libertador para el caso de la variante con carril central para giro a la izquierda

En el caso de la semaforización con los tres movimientos de un acceso (recto, giro a la derecha y giro a la izquierda) simultáneos en una misma fase, la secuencia de fases procura disminuir riesgos de colisiones entre el final de una fase y el comienzo de la siguiente; por ejemplo, al finalizar la fase 1 (oeste-este), si un vehículo atraviesa la intersección a destiempo, y otro que circula hacia el sur arranca anticipadamente, es menos probable que se produzca un incidente en este caso, que en el caso que la fase 2 hubiera sido la correspondiente al movimiento hacia el norte.

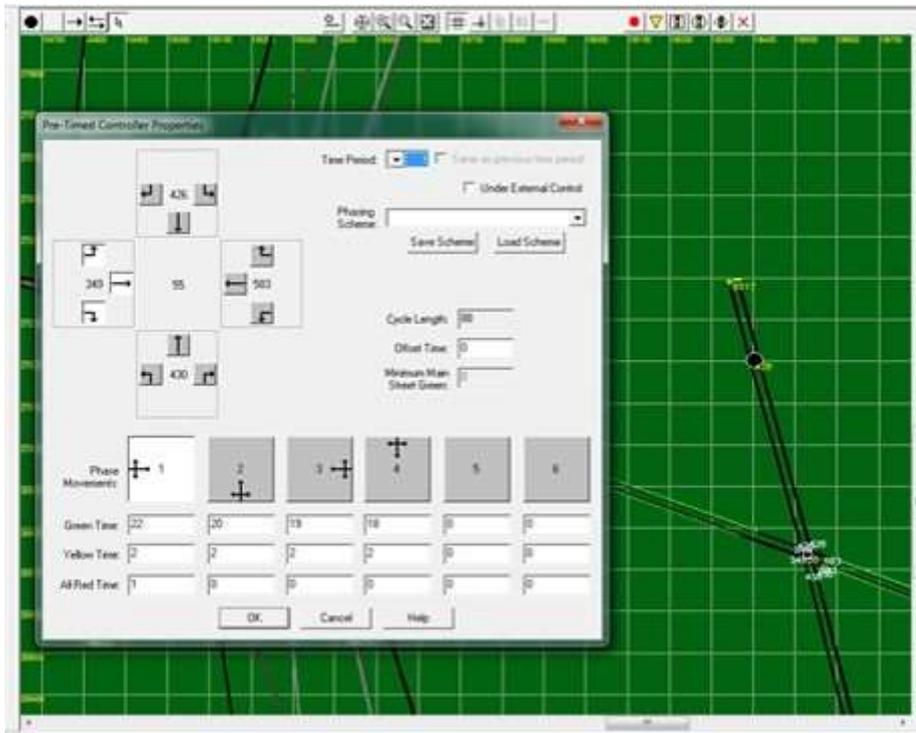


Figura N°29: Carga de los tiempos de un semáforo en una intersección

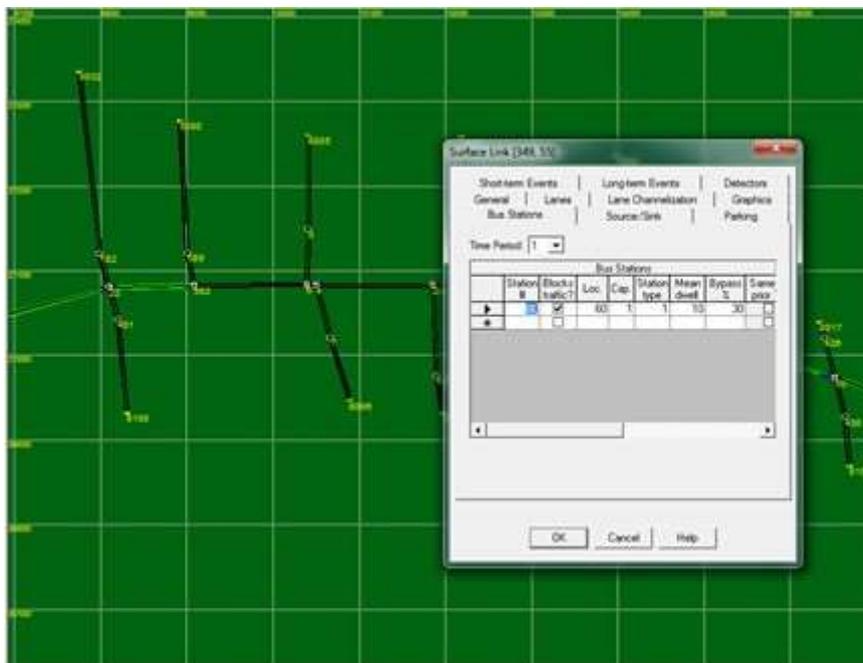


Figura N°30: Carga de los datos de una parada de colectivo

2.12. Niveles de Servicio (NS)

Como ya se dijo, el NS es una medida de la comodidad con la que opera la vía, con una calificación que va desde “A” (el mejor) hasta la “F” (el más desfavorable). A continua-

ción se expone un resumen de los resultados en la situación de trabajo actual y con las alternativas de mejora planteadas. Se ofrecen resultados promedio de todos los accesos que concurren a cada intersección.

Las alternativas representan:

- Situación actual: Los análisis arrojan resultados muy similares a los observados. La circulación es bastante fluida en la sección entre Rastreador Calívar y Santa María de Oro (tres y dos carriles). Hacia el este se observan congestiones importantes en las intersecciones conflictivas.

- Alternativa 1: Continuación del esquema de dos carriles hacia el este y tres hacia el oeste, en el resto del tramo. Ajuste en la semaforización con los tres movimientos simultáneos (en una misma fase) para cada acceso.

- Alternativa 2: Tres carriles por sentido en las adyacencias de las intersecciones más conflictivas. Ajuste en la semaforización con los tres movimientos simultáneos (en una misma fase) para cada acceso.

- Alternativa 3: Dos carriles por sentido con carril especial para giros a la izquierda. Ajuste en la semaforización con fase especial para los giros a la izquierda desde la Av. Libertador. Esta alternativa se aplicó desde Fray Justo Santa María de Oro hacia el Este, manteniendo el esquema de la alternativa 1 hacia el oeste.

Tabla N°1: Niveles de Servicio para las distintas intersecciones.13:00 a 13:15hs.

Intersección	Estado actual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Urquiza	E	C	C	D
Matías Zavalla	D	C	B	C
Paula A. de Sarmiento	F	D	C	E
Lat. Este Av. Circunvalación	F	D	C	E
Lat. Oeste Av. Circunvalación	F	D	C	E
Del Bono	F	D	C	E
Roger Balet	D	C	B	C
Fray J. Sta. María de Oro	D	C	B	C
Hipólito Yrigoyen	E	C	C	D
Mariano Moreno	E	C	C	D

Manuel Zavalla	E	C	C	D
Meglioli	E	C	C	D
Boulogne Sur Mer	D	C	B	C
Sto. Domingo	D	B	B	C
Rastreador Calívar	E	C	C	D

Tabla N°2: Niveles de Servicio para las distintas intersecciones.13:15 a 13:30hs.

Intersección	Estado Actual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Urquiza	E	D	C	D
Matías Zavalla	D	C	B	C
Paula A. de Sarmiento	F	D	C	E
Lat. Este Av. Circunvalación	F	D	C	D
Lat. Oeste Av. Circunvalación	F	D	C	E
Del Bono	F	D	C	E
Roger Balet	E	C	C	D
Fray J. Sta. María de Oro	E	C	C	D
Hipólito Yrigoyen	E	C	C	D
Mariano Moreno	D	C	B	C
Manuel Zavalla	E	D	C	D
Meglioli	D	B	B	C
Boulogne Sur Mer	D	B	B	C
Sto. Domingo	C	B	B	B
Rastreador Calívar	D	C	B	C

Como puede apreciarse, con las tres propuestas mejora el nivel de servicio, siendo mejores los resultados de la alternativa 2.

2.13. Proyección de datos a futuro

Los datos se proyectaron a 10 años, tomando un índice de crecimiento anual del 3%, valor comúnmente aceptado para el crecimiento del tránsito. Este crecimiento podría ser menor si se trabaja en medidas para desalentar el uso de vehículos con un ocupante, a favor del transporte con alta ocupación de pasajeros. Se aclara que, según los planes de desarrollo en los organismos oficiales tendientes a regular el uso del suelo, es difícil realizar una proyección precisa sobre el tránsito que se podría desarrollar por futuros emprendimientos.

Se trabajó sobre los datos usados para la simulación con propuestas de mejoras en las condiciones actuales, incrementando la cantidad de vehículos. Con el nuevo flujo vehicular y con las mismas mejoras planteadas para el caso anterior, se analizó el comportamiento del tránsito a lo largo de la Av. Libertador.

Con la tasa de crecimiento asumida, la solución de tres carriles por sentido funcionó aceptablemente. Teniendo en cuenta el ancho de la zona de camino de la avenida entre líneas de edificación (aprox. 30m), podría plantearse un perfil con tres carriles por sentido de algo más de 3m de ancho cada uno, un separador físico entre sentidos similar al que se tiene en la parte más nueva, veredas del orden de 3 m de ancho, y estacionamiento en uno o ambos lados de la calzada. Esta solución daría aún mejores resultados desde el punto de vista del tránsito, pero significaría tener que desplazar postes y reponer árboles.

3. CONCLUSIONES

Se remarca la importancia de hallar mejoras en los accesos del oeste del Gran San Juan, ya que son los más congestionados, debido a la gran demanda que tienen en horas pico.

De las observaciones y los análisis realizados se considera que es factible introducir soluciones que contribuyan a mejorar los problemas de circulación.

Se estima que las modificaciones propuestas no sólo mejorarán la calidad de circulación del tránsito, sino que también ayudarán a reducir el riesgo de accidentes. Los accidentes de tránsito constituyen un motivo de gran importancia para justificar el permanente estudio de las arterias y la evaluación de toda acción posible que contribuya a su mejora.

La semaforización propuesta se ajusta al tránsito que se produce en el periodo de tiempo estudiado; esto quiere decir que los tiempos de verde adoptados se adaptan al tránsito que circula entre las 13 y las 13.30 horas, pero podrán ir variando a lo largo del día, según cómo cambie la demanda vehicular de cada movimiento.

En muchos lugares la demarcación está borrada o es poco visible. Además de su correcto diseño, el mantenimiento de demarcaciones y señales contribuye a un mejor aprovechamiento de las arterias.

El pavimento al este de Santa María de Oro, se observa bastante deteriorado, debido a la antigüedad, a la falta de mantenimiento (sellado de juntas) y a perforaciones realizadas por servicios subterráneos.

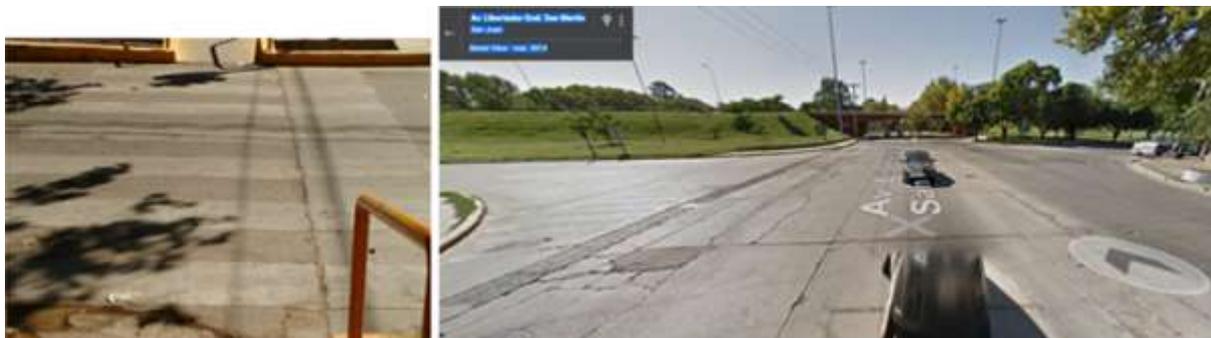


Figura N° 31: Estado del pavimento en Av. Libertador

Al igual que en estudios anteriores, durante las mediciones se observó el comportamiento inapropiado de buena parte de los peatones y conductores. Se destaca la falta de respeto por parte de los peatones por las señales y lugares establecidos para su desplazamiento por la calzada, y la excesiva velocidad de muchos automotores.



Figura N° 32: Comportamiento inapropiado de los conductores

Se recomienda eliminar definitivamente el cartel luminoso que se encuentra en la intersección con Santa María de Oro.

No se comparte el criterio de reducir la velocidad a través de pianitos de hormigón sobre elevados o de tachas grandes que puedan dañar el vehículo, ya que se corre el riesgo de causar un accidente distinto. Si bien esta práctica no se ha aplicado sobre el corredor estudiado, últimamente se han colocado estos dispositivos en numerosos lugares.

Se siguen detectando muchos casos donde no se respeta el espacio reservado para la detención de colectivos, situación que se agrava por la falta de demarcación.



Figura N° 33: Cartel luminoso en intersección con Fray J.S. de Oro

Es importante promover y mantener en el tiempo acciones que conduzcan a mejorar la calidad de la circulación y la preservación de la vida, como es la educación vial, especialmente del niño. Se remarca la importancia de impartir educación vial en las escuelas en forma continua. También se destaca la necesidad de que los usuarios en general tomen conciencia de la importancia de respetar las normas, por su seguridad y la de los demás, ya sea que los usuarios sean automovilistas, motociclistas, ciclistas o peatones.

4- BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials (A.A.S.H.T.O) (2004). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington: A.A.S.H.T.O.
2. American Association of State Highway and Transportation Officials (A.A.S.H.T.O) (1999). *Guide for the development of bicycle facilities*. Washington: A.A.S.H.T.O.
3. Federal Highway Administration (F.H.W.A.) (2000). *Roundabouts: An Informational Guide*. F.H.W.A.
4. Federal Highway Administration (F.H.W.A.) (2004). *Signalized Intersections: Informational Guide*. F.H.W.A.
5. Fernández de Cieza, Osvaldo y otros (2002). *Accesos al Gran San Juan, Evaluación de la Necesidad de Nuevas Vías de Penetración*. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña (EICAM). Facultad de Ingeniería (FI), Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). Argentina.
6. Fernández de Cieza, Osvaldo y otros (1998). *Propuestas de Racionalización de la Operación Vehicular en zonas de riesgo de Accidentes Graves del Gran San Juan*. EICAM. FI. UNSJ. Argentina.
7. Fernández de Cieza, Osvaldo y otros (1999). *Red de Semáforos del Gran San Juan, Análisis de su operación en Corredores viales de accidentes de Tránsito*. EICAM. FI. UNSJ.
8. Ley Nacional de Tránsito N° 24449 con modificatoria Ley N° 26363 y Decreto Reglamentario 779/95.
9. Ley Provincial de Tránsito N° 6684 (adhesión a la Ley Nacional N° 24449).

10. Mengual, Susana; Bocca, Alfredo y otros (2005). *Calibración de un Simulador de Tránsito para la Optimización de la Circulación en los Accesos del Gran San Juan*". EICAM. FI. UNSJ. Argentina.

11. Mengual, Susana; Bocca, Alfredo y otros (2010). *Impacto en el Tránsito por la Puesta en Funcionamiento del Centro Cívico de la Ciudad de San Juan*. EICAM. F I. UNSJ. Argentina.

12. Publicaciones de prensa relacionadas con el tema.

13. Transportation Research Board (2000). *Highway Capacity Manual*. Washington: TRB Office of Reports and Editorial Services.

14. Transportation Research Board (2011). *Highway Capacity Manual*. Washington: TRB Office of Reports and Editorial Services.