

# **MODELIZACION DEL TRANSPORTE DE CARGAS EN PUERTO QUEQUÉN**

## **Planificación del Transporte**

**Lic. en Logística Integral**



**Facultad de Ingeniería. Sede Quequén**  
**Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires**

# 1. Introducción

Puerto Quequén está ubicado en la confluencia del río Quequén Grande y el Mar Argentino, al sudeste de la provincia de Buenos Aires. Es un puerto natural que se emplaza en las riberas de las ciudades de Necochea y Quequén, siendo éste uno de los principales puertos cerealeros del país. En el año 2016 llegó a canalizar más de 7,5 millones de toneladas.

Como la mayoría de las ciudades portuarias, en sus orígenes, ambas ciudades crecieron en los alrededores del puerto por su cercanía con la actividad principal económica de las primeras épocas sin contar con una planificación urbana ni portuaria que contemplara el crecimiento de dichas actividades, directas e indirectas, su instalación, ni el crecimiento poblacional y sus actividades sociales.

En la actualidad, la ciudad de Quequén cuenta con casi 23.000 habitantes y su mayor densidad poblacional se encuentra en las inmediaciones del puerto y de la estación de pasajeros del ferrocarril. Por consiguiente en el mismo espacio confluyen actividades industriales, portuarias, logísticas, y civiles en todos sus ámbitos: escuelas, instalaciones sanitarias, gubernamentales, comerciales, etc. Además, siendo una ciudad costera, cuenta con extensas playas que propician una importante actividad turística en época estival.



*Figura 1. Quequén. Ubicación geográfica.*

Debido a esto, las actividades agroexportadoras, turísticas y sociales utilizan el mismo viario urbano que da origen a que ninguna de dichas actividades puedan desarrollarse de forma óptima y limitando la operatividad de las mismas, lo cual concluye en pérdidas económicas, desalentando a nuevas inversiones, riesgos de siniestros viales, detrimento de la actividad turística, incremento de riesgos ambientales y baja calidad de vida de los habitantes.

Es clara e imperativa la necesidad del ordenamiento del flujo vehicular con el objeto de optimizar la operatoria portuaria y turística, la calidad de vida de los habitantes, protegiendo el ambiente y propiciando un desarrollo sostenido.

Para esto, resulta imprescindible realizar un diagnóstico cuantificado de la problemática para, en primer lugar entender detalladamente la problemática y, en segundo lugar para poder idear

y justificar propuestas de mejora. Con este objetivo, alumnos de la carrera Lic. en Logística Integral de la Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires, subsele Quequén, en el marco de la cátedra Planificación del Transporte, emprenden esta compleja tarea.

## 2. Proceso de Modelización

La propuesta de diagnóstico se basa en construir un modelo que represente el estado de situación actual aplicando para esto, el clásico Modelo de Transporte de cuatro etapas.

### 2.1.- Relevamiento de datos

El proceso de Modelización requiere una exhaustiva tarea de relevamiento de datos previo al modelado propiamente dicho. Dentro de las tareas más destacadas en esta etapa fue la delimitación del área de estudio, para lo que se analizaron todas aquellas instalaciones que fueran origen o destino del movimiento de camiones. Una vez definida la zona de interés se analizaron las redes viarias principales y secundarias.



*Figura 2. Quequén. Área geográfica*

Entre los datos más importantes que se obtuvieron se pueden destacar: capacidad máxima operativa de las instalaciones de origen y destino de camiones, datos estadísticos de demografía, ocupación turística, distribución urbana de mercancías, normativa municipal sobre usos de suelo y limitación de circulación de vehículos pesados en vías urbanas, localización de entidades gubernamentales, instituciones públicas y privadas, sociales y recreativas, sanitarias y culturales, circulación de transporte público de pasajeros, y se relevó el estado de las vías de circulación, medidas y características de los pavimentos, y tiempos semafóricos.

En resumen respecto de los datos relevados, dentro de las 45.000 has. que representa la ciudad de Quequén conviven:

- **Oficinas de administración pública de orden nacional, provincial y municipal.** Por ejemplo: Prefectura Naval Argentina, Hidrografía Naval, Aduana, Administración General de Puertos, Consorcio de Gestión de Puerto Quequén, Oficina de Rentas Provincial, Registro Civil, Sucursal de Banco Provincia de Buenos Aires. Delegación Municipal.

- **Seguridad:** Seccional Nº 2, Destacamento Caminero, Bomberos.
- **Estación de Ferrocarril.**
- **Educación Pública:** 20 establecimientos educacionales de todos los niveles educativos: Jardín maternal, jardines de infantes, escuelas primarias, secundarias, de adultos, de formación profesional, centros complementarios, Universidad Nacional.
- **Educación Privada:** 3 establecimientos.
- **Salud:** 1 Hospital Municipal, 3 Centros de Atención Primaria, Sede de Cruz Roja, Consultorios particulares y 5 farmacias.
- Más de 10 **conjuntos habitacionales;**
- **Estación Hidrobiológica:** primera estación de biología marina de América del Sur cuyo edificio tiene valor histórico propio.
- **Biblioteca Popular** de Quequén;
- **Escuela Municipal de Artes;**
- **Taller Municipal** de Dibujo y Pintura.
- Más de **60 plantas de acopio** y acondicionamiento de cereales;
- **2 fábricas multinacionales:** Oleaginosa Moreno Hnos. y Cargill;
- **3 Clubes Deportivos** con sede social e instalaciones de práctica cada uno;
- **2 campings privados;**
- **3 entidades de fomento vecinales;**
- **4 playas de estacionamiento** de camiones;
- **Instalaciones portuarias:** 3 terminales de servicios.
- **Otros:** sedes sindicales, hoteles, centro comercial, empresas, residencias de valor histórico – cultural, etc.

Paralelamente a la recopilación de datos ordinarios, se planificó la concreción de conteos vehiculares in situ, para conocer el flujo vehicular presente dentro del área de influencia de Puerto Quequén. Los conteos o aforos generan una muestra de los volúmenes vehiculares para el período en el que se realiza y tienen por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o a una intersección. Las modalidades más

comúnmente usadas para aforos de tránsito son: mecánicos y manuales. Los aforos mecánicos solo permiten contar cantidad -mediante un contador-, mientras que los manuales permiten además clasificar los vehículos por tamaño, tipo, número de ocupantes u otras características necesarias para el estudio. Para este trabajo se realizaron aforos manuales utilizando planillas que permitían clasificar los vehículos por tipo y por cantidad de ejes con una escala de tiempo dentro del minuto.

Utilizando la zona de estudio, la red viaria y la localización de los principales puntos generadores o receptores de viajes de camiones se determinaron puntos de aforo, es decir aquellos puntos en donde realizar el conteo vehicular y de transeúntes.

Los aforos se realizaron el día 14 de Octubre del 2016, en dos turnos: el primero en el horario de 6:00 a 8:00 hs. y el segundo de 13:00 a 15:00 hs. Participaron 53 personas constituidas por los integrantes del proyecto y voluntarios quienes fueron capacitados a través de una breve charla instructiva. La idea principal fue capturar una escena o *snapshot* (del inglés: foto instantánea) del sistema en un momento determinado.

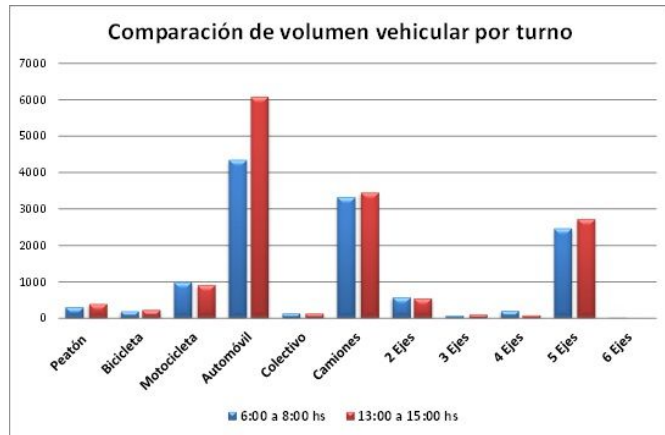


*Figura 3. Vías Principales de circulación de camiones y localización de plantas de acopio y acondicionamiento de cereales.*

## 2.2.-Procesamiento y análisis de Datos

Los datos arrojados fueron digitalizados a través de planillas de cálculo, constituyendo la principal base de datos para su posterior procesamiento y análisis.

El análisis de datos permite inspeccionar, purificar y transformar datos, con la finalidad de destacar la información de utilidad. Durante esta tarea se concretaron diferentes análisis y estadísticas respecto de los resultados de los aforos entre los que podemos destacar: grado de participación de cada modo de transporte sobre el total de los movimientos por cada uno de los puntos aforados, pudiendo identificar aquellos que predominan en mayor volumen; comportamiento de los movimientos concluyendo en las horas pico, concentración en mayor medida del vehículo



particular y transporte automotor de cargas; comparación entre las franjas horarias, tendencia de los movimientos a lo largo del día y variación de cada modo de transporte; determinación del flujo de movimientos en la ciudad con participación tanto de personas como de cargas, lo que requerirá un correcto reordenamiento territorial para resguardar y optimizar los recursos; y relación del promedio por hora de vehículos de cargas, según cada empresa, en el día relevado respecto de su mayor operatividad.

### 2.3.- Materialización del Modelo de Transporte

Un modelo es una representación generalmente simplificada de la realidad que permite reducir la complejidad de la misma permitiendo así comprenderla y estudiarla de forma adecuada a los fines de su análisis.

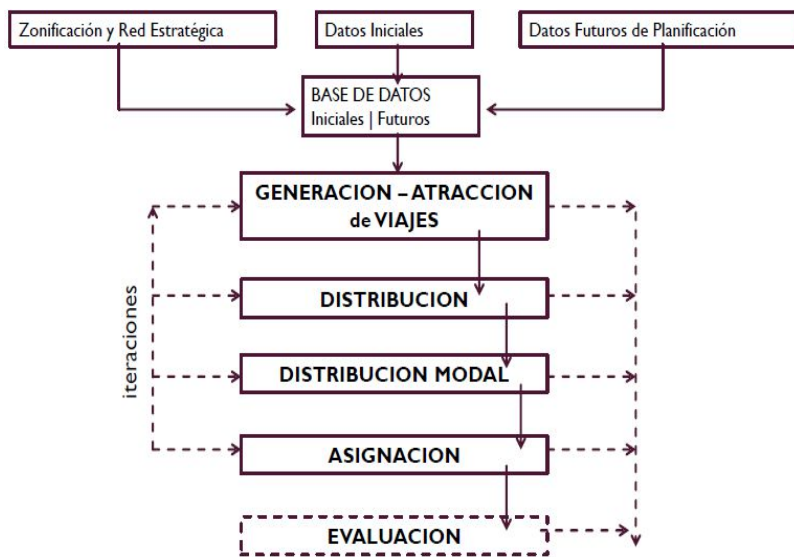


Figura 4. Esquema del Modelo clásico del transporte

Para la modelización del transporte se utiliza el Modelo Clásico del Transporte, el mismo se compone de las siguientes etapas, previa la recopilación de información antes mencionada: Generación-Atracción de viajes, Distribución, Distribución modal y Asignación.

Unicamente con fines de la investigación, la zona de estudio se dividió en pequeñas piezas de información manipulables. La relación entre el tamaño de las zonas y el número de las mismas dependen del tipo de estudio, estratégico o detallado. Los criterios a tener en cuenta para realizar la zonificación: arterias principales de la red de transporte, uso del suelo, flujos del transporte de cargas, accesos, plantas de acopio, ubicación de instalaciones portuarias y terminales de servicios, etc.

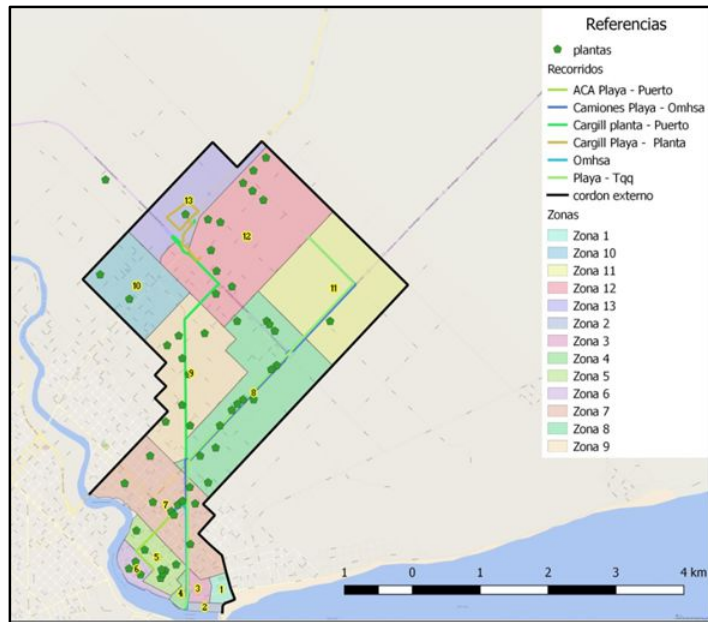


Figura 5. Área de estudio y vías principales.

Durante la primera etapa del modelo, en base a la información obtenida en la recopilación de datos, y los aforos vehiculares, se aplican modelos matemáticos para reproducir el número total de viajes generados y atraídos por cada zona del área de estudio. Posteriormente, en la etapa de distribución, la totalidad de los viajes generados por cada zona se distribuyen - espacialmente- en función de la zona de destino de los mismos. Esta etapa produce una matriz denominada Matriz Origen-Destino. Luego, en la etapa tres se construyen tantas matrices Origen-Destino como modos de transporte se quieran desagregar. Finalmente, se asigna cada viaje a los diferentes tramos de la red viaria.

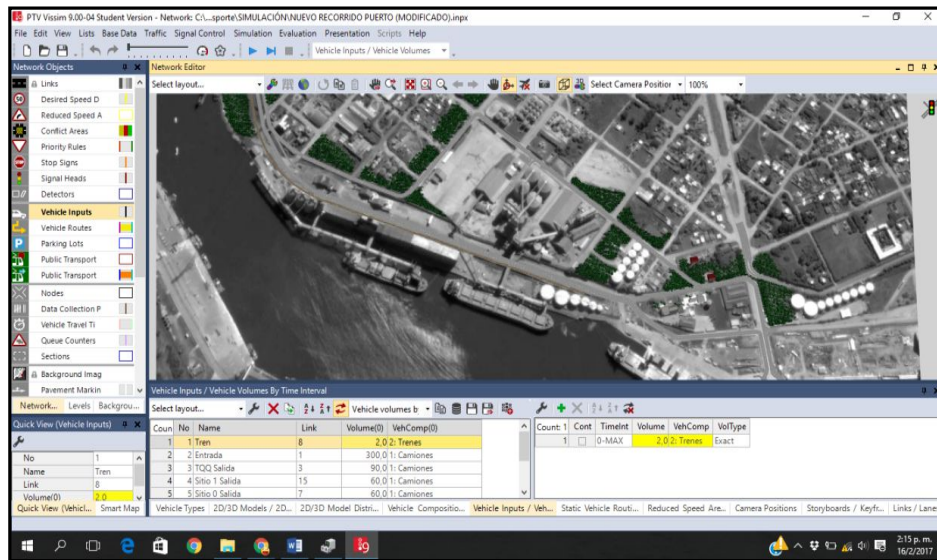
#### 2.4.- Validación del Modelo y Simulación

El objetivo perseguido al realizar la simulación, es el de representar la situación actual del movimiento vehicular con el objeto de validar el modelo construido. Una simulación ayuda a comprender como se desenvuelven los distintos modos de transporte en un entorno, y permite llevar a cabo experiencias para evaluar nuevas estrategias de mejora.

Según el enfoque que se le puede dar a una simulación se la puede clasificar como micro simulaciones, la primera cuando se analiza al sistema como un todo y la segunda cuando se analizan comportamientos individuales.

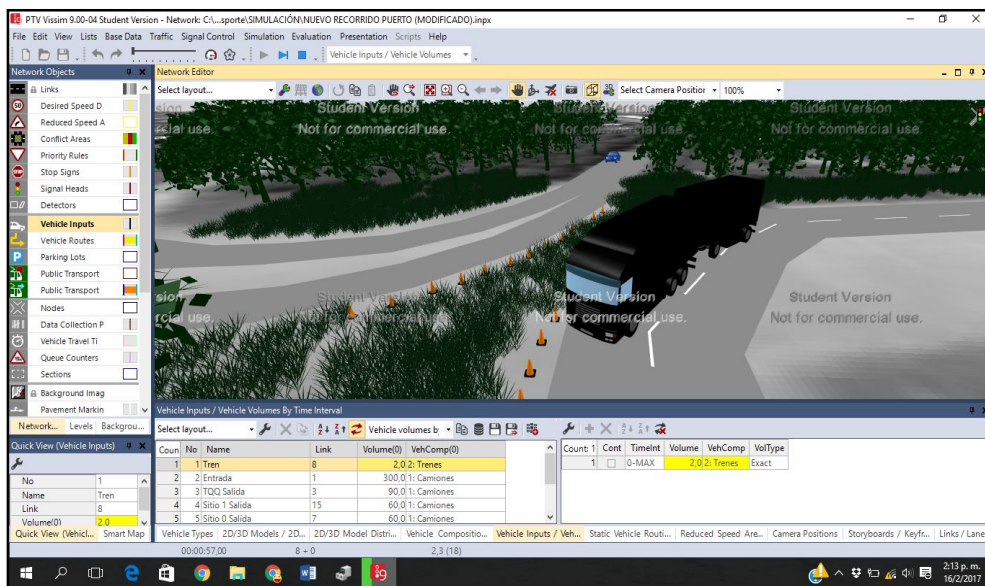
Las simulaciones se concretan utilizando software de simulación, en este caso se utilizó **PTV Vissim** con licencia gratuita para alumnos y universidades.

El escenario donde se ejecuta la simulación es recreado en base a imágenes satelitales, en las cuales, se dibuja el trazado de las calles a estudiar con sus respectivas características físicas, y se programa las configuraciones de los semáforos.



**Figura 6.** Red vial cargada en Vissim.

Una vez lista la estructura del sistema, se cargan los volúmenes correspondientes a cada uno de los puntos de aforo, teniendo en cuenta la distribución modal y los recorridos del transporte de carga.



**Figura 7.** Simulación en marcha en Vissim.



Ya cargada la información, se le puede dar inicio a la simulación en tres dimensiones, donde se puede ver cómo se comporta el sistema, y en base a los resultados obtenidos realizar los cambios que sean necesarios.

Finalmente, se incorporan todas las mejoras propuestas y se realiza una nueva simulación con ellas para comprobar su validez.

### **3. Propuestas de mejora para el ordenamiento vehicular**

#### **3.1.- Fundamentos y criterios de ordenamiento**

En la ciudad de Quequén, el espacio edificado sigue en expansión, de la misma manera que el desarrollo de las principales actividades económicas, el problema está en que este proceso no se ha desenvuelto con los instrumentos de planificación urbana necesarios para la organización, estructuración, crecimiento y desarrollo de nuestra ciudad, de forma tal que dicha desorganización y falta de planeamiento se traduce en mayor contaminación ambiental, menor calidad de vida de los habitantes y que las actividades económicas no puedan desarrollarse en toda su capacidad.

Los procesos de urbanización son una excelente oportunidad para que las sociedades se reinventen a sí mismas, pero siempre de la mano de instrumentos y herramientas de planeación que permitan mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Para ello, los estados cumplen un papel fundamental en la gestión de un plan urbano que articule los usos del suelo con la provisión de infraestructura enfocada en la mejora de la accesibilidad a los servicios para todos los residentes, así se reduce en gran medida la vulnerabilidad urbana ante contaminación y las consecuencias que conlleva, y se promueve la eficiencia en servicios públicos, haciendo los desarrollos urbanísticos modelos de sustentabilidad para nuestras ciudades.

Es decir, hay tres ámbitos de regulación sobre los cuales el ordenamiento territorial toma partido: la regulación de las actividades de los privados, la definición de las reglas del juego cómo actores públicos y privados se ponen de acuerdo en un gestión asociativa de áreas estratégicas de la ciudad y, tercero, cómo se orienta la obra pública, la infraestructura que le va a servir a toda la comunidad.

Competitividad urbana es el grado en el cual las ciudades pueden producir bienes y servicios para los mercados regional, nacional e internacional, aumentando, de manera paralela, el ingreso real y la calidad de vida de la población y procurando un desarrollo sostenible (Lever y Turak, 1999: 792).

Otra propuesta de relevancia establece que la competitividad local es producto de determinantes económicos y estratégicos. Los determinantes económicos incluyen factores de la producción, infraestructura, localización, estructura económica y amenidades; todas ellas son cuantitativas. Los determinantes estratégicos abarcan efectividad de los gobiernos locales, estrategia urbana, cooperación entre los sectores público y privado y flexibilidad institucional; estas son fuerzas cualitativas (Kresl, 1995: 45-68).

En particular, y en el caso que nos convoca, para que Quequén sea competitiva con respecto a otras ciudades de la región y el país, será imprescindible planificar su desarrollo a largo plazo, favoreciendo la evolución económica de la actividad privada teniendo como principal premisa el cuidado del medio ambiente para garantizar la calidad de vida de los habitantes.

### 3.2.- Estado de situación actual

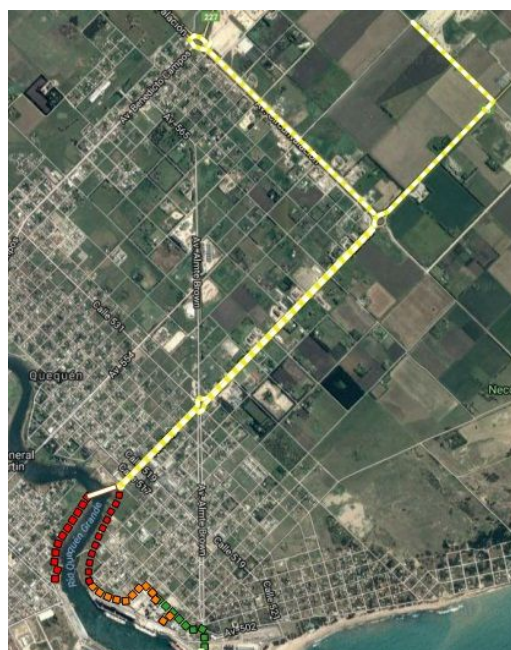
- Uso viario compartido por diferentes modos de transporte debido a la mezcla de actividades sociales, económicas de distinta naturaleza, culturales, etc. y los riesgos de siniestros que ocasiona.
- Alta contaminación del área aérea y acústica.
- Alteración negativa de la calidad de vida de los habitantes que sufren este tipo de contaminación

### 3.2.- Propuesta de mejora

*“Ordenar los flujos vehiculares según actividades económicas y sociales de forma de minimizar los costos de ambos factores, preservando el ambiente, con el objeto de propiciar el desarrollo urbano sostenido”*

Se propone entonces un nuevo trazado para la circulación de camiones que permita un flujo continuo del mismo disminuyendo las intervenciones en las actividades sociales que se desarrollan en la zona. Tal como se puede observar, la propuesta intenta separar en mayor medida el volumen vehicular del transporte de cargas del resto de las actividades socioeconómicas.

Además se proponen dos nuevos corredores



**Figura 8.** Circulación propuesta para camiones

lindantes al Río Quequén con vías de dos sentidos y dos carriles cada una, que comuniquen ambas márgenes del puerto, las playas de camiones y la Avda. Circunvalación (avenida que rodea la ciudad y comunica la misma con la ciudad de Necochea y las rutas R88, R227, R228, R86) y un nuevo puente con exclusividad para vehículos de carga.



**Figura 9.** Nuevos corredores: margen Quequén y margen Necochea

Paralelamente se propone pavimentar la Avda. 554 hasta Avda. Circunvalación con el objeto que sea de uso exclusivo de vehículos de menor porte. La Avda. 554 desemboca en el Puente Dardo Rocha, que une Quequén con Necochea.



**Figura 10.** Distribución del flujo vehicular: por un lado el transporte de cargas y por otro los vehículos privados.

En la Avda. 542 (de uso exclusivo de vehículos pesados y concluyendo en los nuevos corredores) se proponen intervenciones con el objeto de que los camiones tengan flujo continuo y los vehículos livianos y transeúntes también. Para esto se plantean dos pasos sobrenivel para peatones y dos pasos a distinto nivel (bajo o sobre) para vehículos livianos:



Figura 11. Intervenciones a realizar en la Av. 542

Ya en instalaciones portuarias, se propone una única vía de circulación con dos carriles que opere de distribuidor / consolidador del tránsito pesado desde y hacia las terminales portuarias:



Figura 12. Circuito y sentido de circulación de todas las terminales

## 4. Conclusiones

Se debe destacar la importante base de datos que se elaboró en función de toda la información relevada. En este sentido se pretende abrir la participación a todos los actores involucrados

con el objetivo de no sólo de mantenerla actualizada sino también de poder ampliar y mejorar la calidad de los datos.

Es importante destacar también, que por primera vez se formalizó un modelo del sistema de transportes de cargas. Teniendo en cuenta que la modelización es una herramienta esencial a la hora de describir formalmente un sistema, y que además conforma una importante herramienta de estimación de futuras demandas de transporte.

El modelo se validó de manera exitosa utilizando software de simulación. Las simulaciones realizadas demostraron visualmente el sistema de transporte actual.

Luego de validar el modelo, se efectuaron varias simulaciones adicionales entre las que se pueden destacar: el sistema bajo condiciones de operatividad máxima y con propuestas de cambio en la red vial.

Por lo antes expuesto, se puede resumir que se este trabajo permitió formalizar una herramienta capaz de representar cualquier escenario futuro que requiera validarse.

## **5. Trabajos Futuros**

Tal como se mencionó, se pretende mantener actualizada la Base de Datos. Incluyendo relevamiento de campo en diferentes momentos del año o incorporar relevamientos y aforos en otros puntos que incluyan actividades turística, comercial y social de Quequen.

Ampliar la zona de estudio de forma tal de incluir el transporte de cargas asociado a la margen Necochea del Puerto Quequén.