



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

REINGENIERÍA DEL CORREDOR LOGÍSTICO ROSARIO-
VICTORIA, 2020-2030

Autor:
Arnau, Francisco Joaquín
Legajo 47058

Tutor:
Mg. Ing. Pablo Andrés Trabattoni
Co-tutor:
MBA Ing. Ricardo Luis Negri

“El transporte se ha convertido en el cuello de botella de nuestra economía”

Carlos Rosito, decano de la Facultad de Ingeniería de la UBA

DESCRIPTOR BIBLIOGRÁFICO

Este documento estudia el sistema logístico de Entre Ríos poniendo el foco en el corredor logístico Rosario-Victoria. Se analiza el estado de situación actual y proyectada del puente y como conclusión se propone un sistema logístico intermodal, empleando para su análisis la programación lineal.

PALABRAS CLAVE

Rosario; Victoria; Logística; Intermodal; Programación Lineal; Entre Ríos; Granos

ABSTRACT

This documents studies Entre Rios' logistic network focusing on the Rosario-Victoria corridor. With this purpose, both, the current and forecasted corridor's situations are studied and as a conclusion an efficient intermodal logistic system is proposed through a linear programming analysis.

KEY WORDS

Rosario; Victoria; Logistics; Intermodal; Linear Programming; Entre Ríos; Grains

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo procura ser una integración de los contenidos de la carrera dirigida a resolver la situación en la que se encuentra el corredor Rosario-Victoria desde hoy hasta el 2035. El puente Rosario-Victoria comunica a las provincias de Santa Fe y Entre Ríos y es la salida principal de los granos provenientes de esta última. Es por eso un punto crítico y un futuro cuello de botella a tener en cuenta para las cadenas agroindustriales entrerrianas.

Se analiza en este trabajo la situación operativa desde sus indicadores más representativos, así como también se explican las causas que los llevan al estado de situación actual. Esta situación es proyectada en el tiempo y se proponen acciones para mitigar el impacto del servicio de transporte deficiente. Estas opciones contemplan mejorar la capacidad del sistema actual o reconfigurar el sistema logístico. Esta reconfiguración está asociada a apuntalar nuevos nodos de transporte y descentralizar la operación aprovechando los beneficios de un sistema de transporte intermodal.

La recomendación propuesta es desplazar la operación al puerto de Ibicuy por ser el de mayor calado en el río Paraná e integrar con esta solución el acondicionamiento del puerto de La Paz y el ferrocarril. De esta manera se reducen los costos de transporte, el impacto ambiental y los accidentes de tráfico al contar con una logística más eficiente que compatibiliza la infraestructura logística disponible con las restricciones naturales a la operación.

EXECUTIVE BRIEF

This work is an integration of all contents studied throughout the career with the purpose of dealing with the situation of the Rosario-Victoria corridor up to 2035. The Rosario-Victoria corridor connects both provinces of Santa Fe and Entre Ríos and is the main mean of transportation for grains and oil seeds coming from Entre Ríos. Therefore, it is a critical path on Entre Ríos' agribusiness value chains and it is a future operation's bottleneck.

Both, the current situation and the root causes for the system's behavior are studied. This situation is forecasted within the planning horizon and actions are addressed to abate the deficient transportation service impacts. These options include improving the system's capacity, as it's actually displayed, or restructure the logistic network. This reconfiguration aims to the installation of new transportation nodes in order to support an evenly distributed transportation structure.

The proposal put forward to tackle the situation is to move the operations to the deepest port on the Paraná River in Ibicuy altogether with conditioning of La Paz's port and the railway system. Hence, transportation costs improve, environmental impact is lowered and traffic accidents diminish ought to a more efficient logistics planning that aligns available infrastructure with nature-given restrictions.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. METODOLOGÍA DE ANALISIS	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	3
1.2.1. Económico.....	4
1.2.2. Productivo.....	6
1.2.3. Infraestructura Logística	9
1. ANÁLISIS OPERATIVO	26
1.3. Introducción	26
1.3.1. Descripción del corredor	26
1.3.2. Metodología.....	35
1.4. Proyección	42
1.4.1. Introducción	42
1.4.2. Tráfico Pesado	43
1.4.3. Tráfico de Livianos.....	68
1.4.4. Condición operativa	78
1.5. Conclusión	80
1.5.1. Presentación de indicadores.....	80
1.5.2. Consecuencias	81
2. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	83
2.1. Introducción	83
2.1.1. Metodología.....	83
2.2. Análisis	84
2.2.1. Flujo Comercial.....	84
2.2.2. Flujo material	89
2.2.3. Modelo de programación lineal.....	100
2.3. Conclusión	100
2.3.1. Evaluación de escenarios	101
3. ALTERNATIVAS	102
3.1. Ferrocarril.....	103
3.1.1. Descripción.....	104
3.1.2. Inversión.....	105
3.2. Autopista	105
3.2.1. Descripción.....	105
3.2.2. Inversión.....	107
3.3. Puerto de La Paz.....	108
3.3.1. Descripción.....	108
3.3.2. Inversión.....	109
3.4. Puerto de Diamante	109
3.4.1. Descripción.....	109
3.4.2. Análisis	110

3.4.3. Inversión	112
3.5. Puerto de Ibicuy	114
3.5.1. Descripción	115
3.5.2. Análisis	115
3.5.3. Inversión	116
3.6. Puerto de Concepción del Uruguay	117
3.6.1. Descripción	117
3.6.2. Análisis	117
3.7. Conclusión	117
4. ANÁLISIS SOCIO-AMBIENTAL	119
4.1. Social	119
4.1.1. Accidentes	119
4.2. Ambiental	123
4.2.1. Emisiones	123
5. CONCLUSIÓN	125
5.1. Proceso de Análisis	125
5.2. Recomendación	126
BIBLIOGRAFÍA	128
ANEXOS	131
Anexo I.....	131
Anexo III.....	135
Anexo IV	136
Anexo V	138
Anexo VI	141
Anexo VII	142
Anexo VIII	143
Anexo IX	144
Anexo X	145
RESULTADOS.....	146
Resultados I	146
Resultados II	147

1. INTRODUCCIÓN

El esquema de análisis de este trabajo se circunscribe al método científico con aplicación en el campo de la infraestructura de transporte. Una planificación racional de la cadena de suministros parte de información objetiva y de un proceso contrastable y replicable para arribar a conclusiones.

Se propone la aplicación de herramientas de descripción, análisis y optimización de procesos estudiados a lo largo de la carrera con el valor agregado de aplicarse a una disciplina ajena a su campo de aplicación. Eso hace preciso integrar conocimientos de manera tal de emplear las herramientas con una visión estructuralista: describiendo procesos de forma racional.

El foco de este estudio está puesto en una metodología de análisis robusta y estructurada que desentraña las relaciones existentes entre las variables estudiadas. La matemática ofrece el lenguaje necesario para describir estos procesos, mientras que la investigación de operaciones, logística y economía inspiran las estructuras de análisis aplicadas.

En este caso se optó por analizar el puente Rosario-Victoria como parte integral de la red nacional de transporte. Este puente vincula las ciudades de Rosario en Santa Fe con la de Victoria en Entre Ríos. Su operación es de importancia mayúscula en la configuración del sistema logístico de ambas provincias y tiene particular importancia dentro de las cadenas agroindustriales de la región.

Es por eso importante el análisis de la situación operativa del puente y su impacto en costos. De existir mejores alternativas o perjudicar el normal desarrollo de la economía se deben estudiar alternativas orientadas a aumentar el valor. A su vez, se debe tener en cuenta el impacto de largo plazo en la sociedad y en el medio ambiente para que los resultados se traduzcan en una política eficiente y sustentable.

El Capítulo I es el análisis operativo. Se estudia en este apartado el detalle y memoria de cálculo tras los indicadores que describen el nivel de servicio del corredor. También se analizan las causas del tráfico y se pronostican las mismas para contar con proyecciones de demanda de tráfico. Es en función de esta demanda que se determina el nivel de servicio del corredor y se define la calidad de su operación.

El capítulo II es el análisis económico. Es un análisis del flujo comercial de bienes a lo largo de la red de transporte y de los costos asociados al movimiento de cargas. En este inciso se presenta el modelo de programación lineal empleado para evaluar la situación en términos de costos y movimientos.

El capítulo IV explora las distintas alternativas. Este capítulo estudia recomendaciones sugeridas para enfrentar la situación actual. Las opciones son evaluadas en función del ahorro en costos que implican y la inversión que requieren.

El capítulo V consiste del Análisis Socio-Ambiental. Este capítulo compara el impacto de las distintas alternativas en los niveles de emisión y la siniestralidad vial contra la situación inicial.

Por último, en el capítulo VI se arriba a una conclusión. Contando con el análisis previo se estudian los resultados y la utilidad del trabajo para su mejor provecho.

1.1. METODOLOGÍA DE ANALISIS

Se proponen como objetivos de este análisis alcanzar un sistema donde el tramo bajo estudio sea operativo, aporte a la generación de valor de ambas provincias y sea social y ambientalmente sustentable. Con este propósito se analizó al puente como un elemento clave dentro de la red de transporte interprovincial e internacional.

Se pone el acento del análisis en los tres objetivos con el siguiente orden: La necesidad principal es la condición operativa, seguida por un análisis del impacto económico y un impacto socio-ambiental de largo plazo. Para proyectar las condiciones operativas del corredor logístico se intentará explicar mediante herramientas cuantitativas la relación entre los indicadores que conforman al sistema bajo estudio. Tal como sugiere el estudio de los indicadores de tráfico se entiende que sus causas son económicas.

El diagnóstico operativo del puente consiste en aplicar la metodología de cálculo descrita en el Highway Capacity Manual 2000. Esta metodología de cálculo relaciona los indicadores de tránsito: tráfico medio diario anual (TMDA), proporción de pesados y dirección del tráfico; con el nivel de servicio (LOS). Para ello se deben evaluar estos indicadores en distintos puntos del tiempo, esto se logra proyectando las causas del tráfico y conociendo la relación entre ambas medidas.

La red de transporte permite el traslado de bienes y personas, lo cual tiene asociado un costo. Este costo depende del medio de transporte, la distancia recorrida y la carga transportada. Para dar una cabal idea del costo de operación se debe ahondar en el uso que se da a la red de transporte. Estas medidas del modelo de red se pueden describir mediante indicadores del óptimo económico, dichas medidas son el costo total y el caudal vehicular. Para obtener el óptimo económico se emplea un modelo de programación lineal.

Sobre este modelo de programación lineal se ensayan distintas alternativas en las cuales el costo total de la operación da una idea del ahorro logístico. Estas alternativas sugeridas tienen una inversión asociada.

El criterio de selección es estudiar la mejor combinación entre inversión y ahorro. Una vez filtradas las soluciones por el criterio económico resta ver el impacto que éstas tienen sobre la sociedad y el medio ambiente. Aquella solución que reúna la mayor cantidad de atributos será la propuesta final de este trabajo.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El corredor que se estudia en este trabajo constituye el nodo logístico Rosario-Victoria. Esta conexión permite el flujo de bienes y personas entre ambas provincias (Entre Ríos y Santa Fe), ya sea por la actividad económica originada en estas provincias o por la conexión que representa para otras provincias (Córdoba, Mendoza, etc.) y países del MERCOSUR.

El flujo de bienes y personas puede describirse como un sistema complejo. Este sistema supone relaciones entre variables económicas, logísticas y productivas, poniendo el énfasis en la producción entrerriana de granos.

El sistema puede representarse de la siguiente forma:

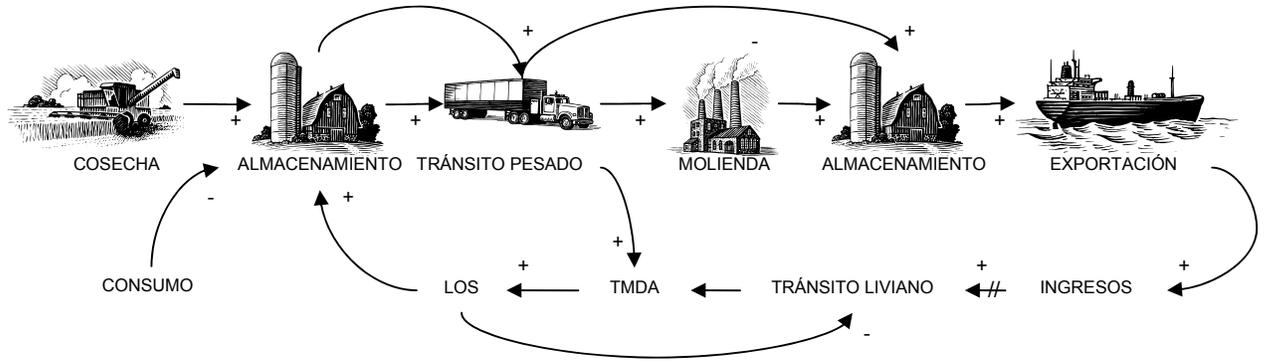


Ilustración 1-1: Sistema complejo de la red logística

A continuación se describen las relaciones principales que definen la dinámica del puente:

La producción agrícola entrerriana es estacional a causa del ciclo propio de cada cultivo. Los productos son almacenados hasta que se transportan por vía fluvial, vial o ferroviaria hasta su destino. Como consecuencia del transporte carretero de productos agrícolas, se incrementa el caudal de tráfico a lo largo de toda la red de transporte y en particular en el tramo Rosario-Victoria.

La exportación trae aparejado crecimiento económico regional. Esto tiene por efecto el aumento del parque automotor así como el aumento de la distancia recorrida por parte de los automovilistas, parte de estos motoristas transitan por el puente Rosario-Victoria.

El aumento del caudal de tráfico empeora el nivel de servicio del puente. Como consecuencia el sistema evitaría el colapso a través de la autorregulación del transporte. Los medios previsible para restaurar el equilibrio son: la reducción del caudal de vehículos livianos y el incremento de los tiempos de almacenaje de los productos agrícolas para demorar los envíos.

1.2.1. ECONÓMICO

En ambas provincias el sector agrícola-ganadero es muy importante y su desarrollo impulsa el de las economías provinciales:

	Entre Ríos	Santa Fe
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	59%	34%
Pesca	0,05%	0,03%
Explotación de minas y canteras	1,13%	0,05%
Industria manufacturera	21%	56%
Electricidad, gas y agua	6,28%	2,91%
Construcción	12,63%	6,61%

Tabla 1-1¹: Comparación de Productos Brutos Geográficos

La actividad comercial internacional de la región se centra en torno al puerto de Rosario-San Lorenzo. Según la información consultada del sistema maría, mediante la base de datos online NOSIS, se pudo recabar el siguiente perfil comercial de la actividad portuaria:

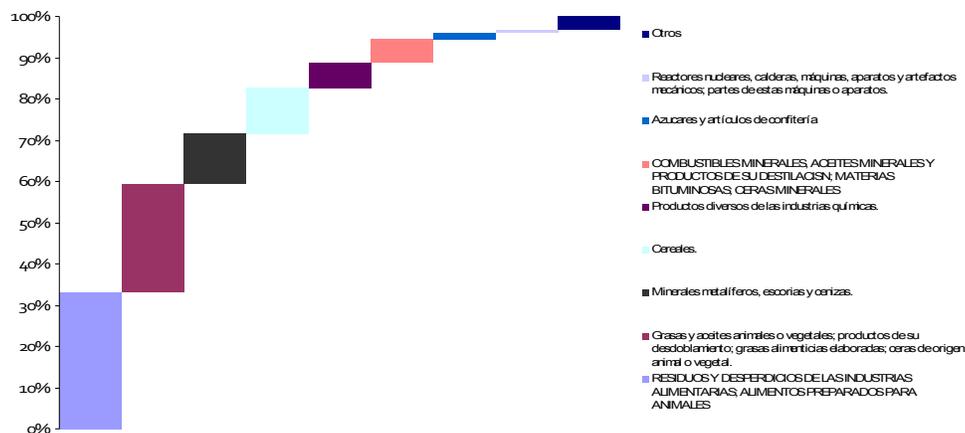


Gráfico 1-1²: Capítulos de exportaciones FOB

El volumen de exportaciones graficado es el valor FOB de cada posición arancelaria para el año 2009. Cabe señalar que las exportaciones relacionadas a las cadenas de valor agropecuarias acaparan el 70,49% del valor de las exportaciones. Donde el 33,25% son pellets y tortas de residuos de la industria alimentaria; el 26,11% aceites de origen diverso y el 11,13% cereales. Por fuera del rubro agroalimentario se ubica como tercer protagonista la industria mineral de escoria y cenizas.

¹ Lic. Zacarías, S.; Ing. Butus D.. (2010) "Producto Bruto Geográfico 1993-2008" Trabajo realizado por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia de Entre Ríos. Lic. Falco, R; Dra. CPN Cordara, M.; Dra. CPN de Larrechea, M. del C.; Lic. Rollandi, G.; Lic. Sandaza, L. (2010) "Producto Bruto Geográfico Provincia de Santa Fe 1993-2009 | Resultados Preliminares". Trabajo realizado por el Ministerio de de Gobierno y Reforma del Estado | Secretaría de Tecnologías para la Gestión.

² Sitio web de la base de datos NOSIS: www.nosis.net (Acceso Julio 2011).

Por la importancia que tienen las cadenas agroalimentarias, el análisis de causas se orientará hacia las cadenas agrícolas de producción de cereales, oleaginosas y cultivos industriales.

1.2.2. PRODUCTIVO

A continuación se presenta la producción total de la provincia de Entre Ríos para las campañas 2002/3 a 2009/10(TN):

CULTIVO	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
ALGODÓN	152	372	480	442	300	442	442	200
ALPISTE	0	0	780	630	570	130	140	210
ARROZ	344230	451440	390290	482380	470500	514200	581785	580300
AVENA	13450	14970	10710	12600	10270	8010	4340	20100
CEBADA CERVECERA	0	0	0	0	0	840	1680	3480
COLZA	0	0	0	0	720	930	3316	4345
GIRASOL	63300	64970	67405	116570	80960	150190	61720	17043
LINO	11000	28600	35800	50220	32740	9164	19505	52021
MAIZ	1182410	1451330	1625600	951190	1367240	1128630	223330	1211910
SOJA	2809000	2307370	3053868	2801724	3927476	3289065	1143899	4029745
SORGO	293200	363580	507080	336520	468740	593400	276720	610100
TRIGO	465133	655180	803365	711650	889230	954798	464125	1234006

Tabla 1-2³: Producción de cultivos 2002-2010

Esta producción se reparte por departamento de acuerdo al rinde de cada región. Estos rindes se deben a la calidad de los suelos. Los suelos se clasifican para describir su calidad: el suelo tipo I es el mejor y el suelo tipo VIII el peor. Las clases I a V son aptas para cultivo y las clases VI a VII son marginalmente aptas o no aptas. A continuación se muestra como se reparte la producción en la provincia y cual es el potencial por clases de suelo:

³ Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca: www.sii.gov.ar (Acceso Julio 2011)

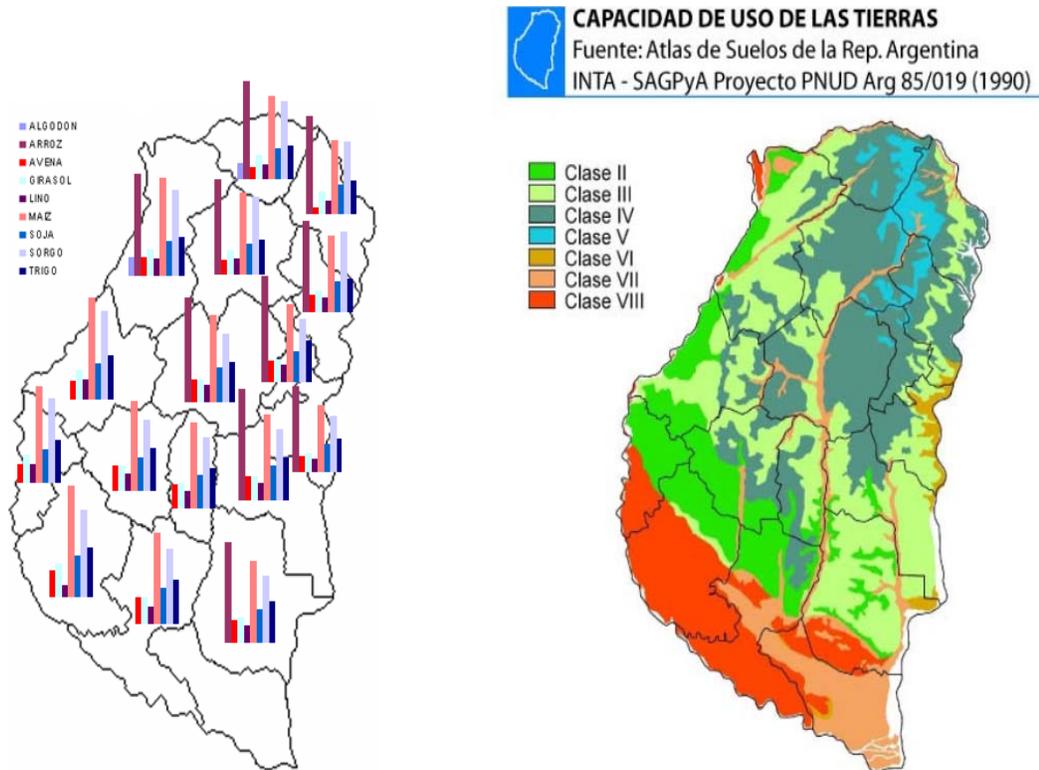


Ilustración 1-2⁴: Mapas de producción y suelos de Entre Ríos

Estacionalidad

A simple vista se puede concluir que las cadenas más relevantes son las de soja, maíz y trigo. Estos cultivos fueron aumentando su producción a la par de los demás productos agrícolas. Se desprende de esto que la **producción** es definida por variables que, en el largo plazo, afectan a todos los cultivos por igual.

Se aprecia que existen ciclos de mediano plazo para algunos cultivos a causa de variables climáticas y económicas tal como se observa desde 2007 a 2009. Los cultivos incipientes, como la colza y la cebada cervecera, como también los productos regionales (algodón y arroz) no fueron afectados por transarse en mercados de otra naturaleza. Sin embargo el maíz, trigo y soja sí fueron perjudicados.

Con el fin de estudiar la estacionalidad de corto plazo de los ciclos productivos se elaboró un perfil por cultivo:

⁴ Panigatti, J. L.; Cruzate, G.; Tasi, H. y Bedendo, D. (2008) "Suelos y Ambientes de Entre Ríos". INTA, disponible online: <http://www.inta.gov.ar/suelos/imagenes/Entre%20R%C3%ADos.jpg> (Acceso Julio 2011)



Tabla 1-3⁵: Ciclos productivos anuales para diferentes cultivos

Se observa que existe una gran estacionalidad para la cosecha, casi exclusivamente durante el primer semestre. Para determinar el volumen de producción mensual se asumió a modo de aproximación la estacionalidad histórica promedio para los principales cultivos (Trigo, Maíz y Soja) recabados por la UTN⁶. Conociendo la estacionalidad y la producción durante 2007, se puede hacer una aproximación mensual del volumen de producción de los principales granos:

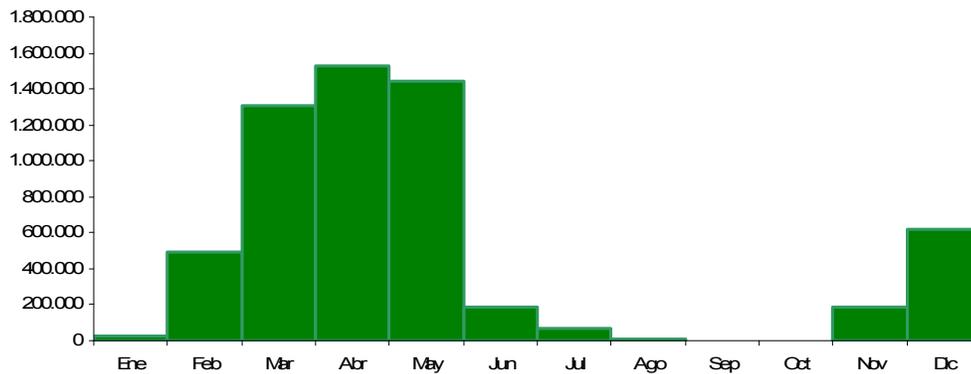


Gráfico 1-2: Estacionalidad mensual de las principales cosechas

⁵ Sitio web del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: www.inta.gov.ar (Acceso Julio 2011)

⁶ Albrieu J. M.; Domecq, N. (2009) "Cosechas Agrícolas Argentinas Producción y Estacionalidad por Provincia | Etapa II". Trabajo realizado por el Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial | Secretaría de Extensión Universitaria de la UTN. Cortés, A.; Sánchez, J. (2007) "Cosechas Agrícolas Argentinas Producción y Estacionalidad por Provincia | Etapa I". Trabajo realizado por el Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial | Secretaría de Extensión Universitaria de la UTN

Si bien el pico es muy marcado en torno a los meses de Marzo – Mayo, sólo parte de lo cosechado es transportado al puerto, el resto es almacenado hasta llegado el tiempo de su despacho.

1.2.3. INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA

El transporte de cargas y pasajeros emplea medios alternativos, entre los que se destacan el fluvial, ferroviario y vial. A continuación se dará acabada cuenta de los medios disponibles que son empleados en la actualidad.

Fluvial

La cuenca del río Paraná cuenta con puertos de gran actividad. A continuación se muestran los principales puertos graneleros de Entre Ríos y Santa Fe:

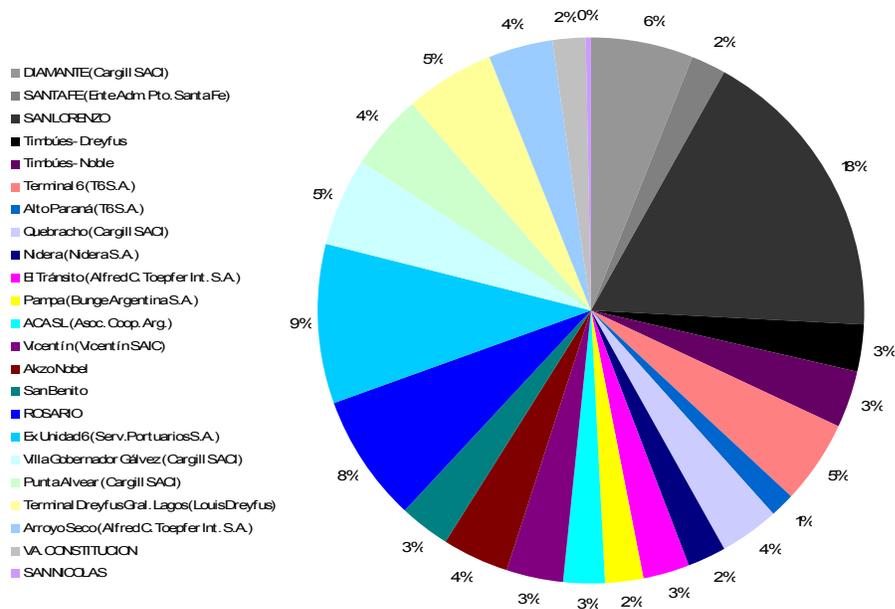


Gráfico 1-3: Participación de cada puerto en la actividad de la cuenca

Estos se pueden clasificar de acuerdo a su actividad y ubicación geográfica. El puerto de San Lorenzo es el primero en escala de operaciones en la provincia de Santa Fe, seguido por el puerto de Rosario. El 90% de la actividad portuaria cerealera sobre el Paraná se concentra en el polo portuario San Lorenzo - Arroyo Seco, todos linderos a la ciudad de Rosario.

En 2008, el total de barcos de ultramar ingresados en Rosario fue de 720, mientras que en San Lorenzo fue de 1678 buques. Esto representa un 70% del movimiento de naviero⁷ de la cuenca del Paraná. Es por eso que se hace foco en este complejo que está dividido geográficamente en Norte, Centro y Sur.

Puertos Zona Central

La ciudad de Rosario cuenta con instalaciones portuarias que prestan servicio a buques de ultramar así como barcazas y demás navíos de cabotaje.

En Rosario el puerto comprende 16 sectores, con terminales que se extienden por: la ciudad de Rosario, ex unidad 6, Akzo Nobel y San Benito. El puerto presta servicios a barcos graneleros en la Terminal 04 y a barcos containeros en las terminales multipropósito 05 y 08. Las demás terminales prestan servicios logísticos, administrativos y aduaneros que no revisten importancia para el foco de este trabajo. A continuación se puede ver la distribución del puerto:



Ilustración 1-3⁸: Terminales del puerto de Rosario

Dada la cercanía de las terminales portuarias a la ruta A008, se supone que las cargas a transportarse recorren ese trayecto previo al embarque.

Se conoce el volumen de operaciones de embarque y desembarque. Se supuso adicionalmente que no hay estacionalidad significativa en lo que resta del año 2010, por lo cual los datos del período Enero-Octubre son válidos a los efectos de cálculo. Otra observación relevante es que los containers vacíos descargados esperan en la playa para su carga y embarque; sin embargo el transporte terrestre de cargas presta servicios tanto para cargas embarcadas o desembarcadas; sean, o no, despachadas en containers. Por eso se emplea la siguiente fórmula para el cálculo del volumen transportado:

⁷ Bolsa de Cereales de Rosario (2010) "Situación en Puertos Argentinos". Disponible online: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

⁸ Sitio web del Ente Administrador Puerto de Rosario: www.enapro.com.ar (Acceso Julio 2011).

$$Q_{A008-g} = D + E|_{\text{Containers}} + I + E + O|_{\text{Granel}} \quad (1-1)$$

La unidad de medida de cargas son los TEU, equivalentes a 28200 Kg.⁹. A continuación se muestran los datos correspondientes al período Enero-Julio de 2010:

CONTENEDORES	20'	40'
TOTALES	2.396	9.668

Tabla 1-4¹⁰: Contenedores operados en el puerto de Rosario de Enero a Julio

Esta serie equivale al 50% del valor anual, igual a 24128 containers TEU equivalentes.

A su vez se conoce la carga de productos a granel que totaliza 17,7 millones de toneladas en el año de los siguientes productos:

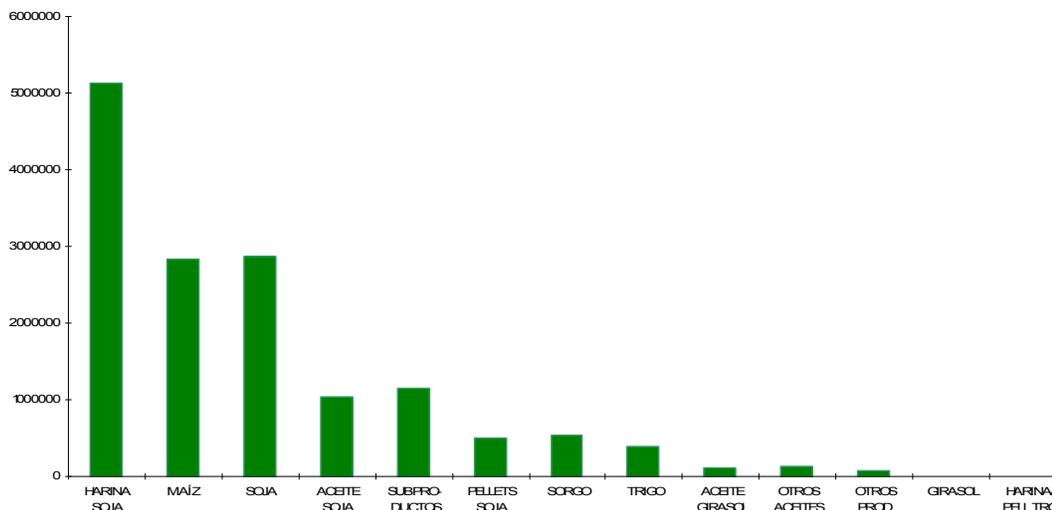


Gráfico 1-4¹¹: Exportaciones a granel desde Rosario

De los productos antes enumerados se extrae que los principales productos de exportación a granel son soja, maíz y sus subproductos. Siendo el 45% granos, 45,5% derivados y 8,5% aceite.

⁹ Maersk (2011) "Maersk Line Equipment guide". Disponible online:

www.maerskline.com/globalfile/?path=/pdf/containerDimensions (Acceso Julio 2011)

¹⁰ Ente Administrador del Puerto de Rosario (2011) "Estadísticas Movimiento Portuario | Resumen de Carga por Producto". Disponible online: <http://www.enapro.com.ar/estadisticas-movimiento-portuario-2/> (Acceso Julio 2011).

¹¹ Bolsa de Cereales de Rosario (2010) "Situación en Puertos Argentinos". Disponible online: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

En conclusión, se sabe que el volumen de productos despachados en el puerto es de 18,2 millones de toneladas. Estos 18, 2 millones de toneladas resultan de sumar los 17,7 millones de toneladas derivadas de productos agrícolas y 0,7 millones de toneladas en containers:

$$17,7\text{MTn} + \frac{24.128 \times 28,2\text{Tn}}{1.000.000} = 18,4\text{MTn} \text{ (1-2)}$$

Sumado a esto se conoce la capacidad de carga neta de los camiones de trasbordo de cereales, mientras que los containers son transportados por un único camión. Del cálculo se obtiene el volumen de vehículos pesados que transitan el nodo A008:

$$\frac{17700000 \text{ ton/año}}{27 \text{ ton/veh} \cdot 365 \text{ días/año}} + 24128 \text{ TEU/año} = 1862 \text{ veh/día} \cdot \text{sentido} = 3724 \text{ TMDA}_{\text{Pesados}} \text{ (1-3)}^{12}$$

Puertos Zona Norte

El principal puerto de la zona es el puerto de San Lorenzo que se encuentra en el extremo norte de la ruta A012. Este volumen representa el 18% del volumen de movimientos de la cuenca. Con un total de 11 millones de toneladas de cereales despachados: el 48% son granos, 9% aceites y 43% derivados, principalmente harina de soja, maíz, soja y aceite de soja.

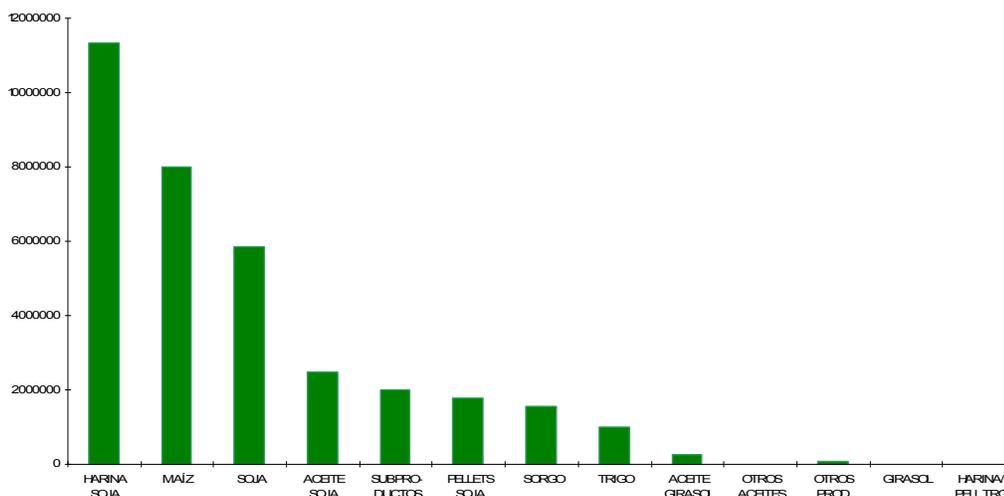


Gráfico 1-5¹³: Exportaciones a granel desde los puertos de la zona Norte

¹² TMDA (Tránsito Medio Diario Anual): Es un indicador de tráfico que mide el número de vehículos que pasan en un día promedio por un determinado pasaje.

¹³ Bolsa de Cereales de Rosario (2010) "Situación en Puertos Argentinos". Disponible online: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

Nuevamente, el volumen de movimientos se debe en mayor medida a la soja, el maíz y sus derivados que totalizan 35,1 millones de toneladas. Otros puertos linderos a este último son: Cargill, Terminal 6, Bunge, ACA, Vicentín, El Tránsito (Toepfer), Nidera, Timbúes y otros que en total ascienden al 52% del total de las cargas de la cuenca.

Puertos Zona Sur

Los puertos del sur comprenden las instalaciones de Punta Alvear, Dreyfus, Toepfer (Arroyo Seco) y Villa Gobernador Galvéz. En total operan 14,3 millones de toneladas de los cuales el 50% son granos, 41% derivados y 9% aceite.

Terrestre

El puente Rosario-Victoria es parte de la red de transporte nacional e internacional. Vincula las regiones medias de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos como una alternativa al túnel subfluvial Santa Fe-Paraná. Además vincula los pasos internacionales de Entre Ríos en Colón, Concordia y Gualeguaychú con la ciudad de Rosario y destinos próximos a ésta. Además el puente Rosario-Victoria es una alternativa para las provincias que habitualmente optan por el puente Zarate-Brazo Largo como punto de paso, este es el caso de algunas provincias del Cuyo y el centro del País.

La existencia del corredor Rosario-Victoria supone un ahorro en distancia recorrida respecto de las alternativas ya mencionadas. En el siguiente cuadro se indican las distancias totales entre las ciudades entrerrianas más relevantes y Rosario:

Desde Rosario a	Por Túnel Subfluvial (Km.)	Zárate B. Largo (Km.)	Conexión ROS-VIC (Km.)	Se Ahorra (Km.)
Victoria	318		60	258
Basavilbaso	416		204	212
Villa Montero	435		223	212
Gilbert		430	224	206
Mansilla	385		183	202
Lucas González	330		129	201
Nogoyá	306		106	200
Galarza	398		198	200
Rosario del Tala	370		175	195
Gualeguay		357	180	177
Larroque		390	216	174
Urdinarrain		413	242	171
Colón		457	292	165
San José - Colón		446	284	162
Marcía	328		171	157
C. del Uruguay		420	265	155
Gobernador Solá	302		151	151
Villaguay	352		240	112
Concordia	458		347	111
San Salvador	422		311	111
Chajarí	523		414	109
Federación	507		400	107
Diamante	240		138	102
Gualeguaychú		360	264	96

Tabla 1-5: Distancia comparada entre rutas alternativas al corredor Rosario-Victoria

A continuación se resume en una ilustración la red de caminos que atraviesa la provincia de Entre Ríos e incluye al corredor Rosario-Victoria:

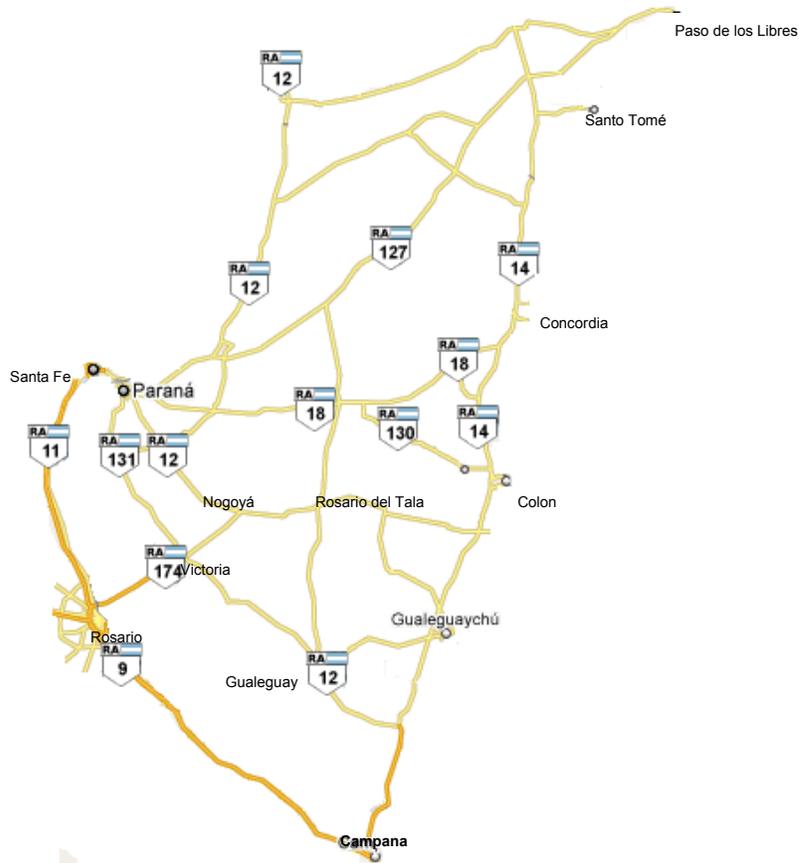


Ilustración 1-4: Mapa carretero de Entre Ríos

Ferrovionario

En una primera aproximación se circunscribe el estudio de las líneas de carga sólo a las que comunican a la ciudad de Rosario con el resto del país:

- Ferroexpreso Pampeano
- Nuevo Central Argentino
- Belgrano cargas
- América Latina Logística Central

Estas son 4 de las seis concesiones nacionales, las líneas que completan el listado son los trazados correspondientes a América Latina Logística Mesopotámica y Ferrosur Roca SA.

A continuación se puede observar la evolución del transporte de cargas a nivel nacional:

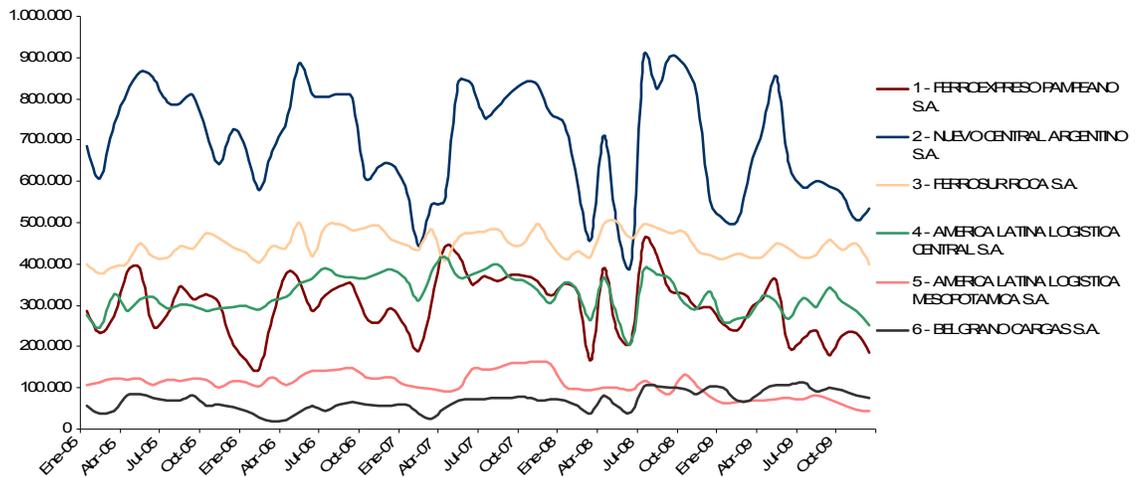


Gráfico 1-6 – Transporte de Cargas por Línea [ton/mes]¹⁴

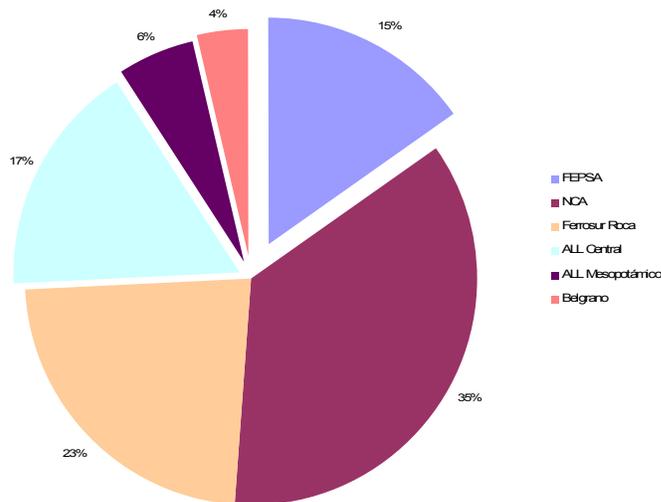


Gráfico 1-7: Participación por línea en el transporte de cargas

Se observa en estos datos una marcada estacionalidad en los primeros tres años 2005-2007 para las cuatro líneas seleccionadas. Así como también se nota un marcado protagonismo del Nuevo Central Argentino en el transporte de cargas, equivalentes al 30,7% del peso total transportado.

La provincia de Entre Ríos cuenta con la traza mesopotámica del actual concesionario América Latina Logística. Esta línea es la que corresponde a la ex línea General Urquiza, cuyo tendido incluye tres ramales: Federico Lacroze (Buenos Aires)-Posadas (Misiones); Basavilbaso-Concordia y Paraná-

¹⁴ Ferrocámara (2011) "Toneladas Transportadas". Informe preparado para la Secretaría de Transporte de la Nación.

Basavilbaso-Concepción del Uruguay. En el anexo VI se indican los ramales y estaciones en el mapa de la traza¹⁵.

Se ahondó en las causas del transporte, con este fin se enumeran productos transportados por línea:

FEPSA	NCA	ALL-CEN	BELGRANO
Sorgo	Aceite	Bebidas y aceites	Azúcar
Cebada	Arrabio	Carbón y combustibles sólidos	Granos y Subproductos
Trigo	Autopartes	Cereales y pellets	Materiales de Construcción
Maíz	Azúcar	Conservas	Minerales
Girasol	Bobinas acero	Contenedores	Petróleo y Combustibles Líquidos
Soja	Cemento	Envases vacíos	Piedra y Piedra Caliza
Aceite mezcla	Chapa y Chatarra	Fundente	Sal
Aceite de soja	Coke	Material de construcción	Productos metalúrgicos
Aceite de girasol	Combustible	Metalúrgicos	Porotos
Harina de soja	Contenedores cargados	Otros	Otros Productos
Girasol (pellets)	Contenedores vacíos	Petróleo y combustibles	-
Malta	Escoria y Clinker	Rocas de Aplicación	-
Soja (pellets)	Fertilizantes	Vidrio	-
Fosfatos	Fruta	-	-
Urea	Granos	-	-
Cargas generales	Minerales	-	-
Polietileno y PVC	Otros FF.CC.	-	-
-	Pallets	-	-
-	Pellets y Harinas	-	-
-	Piedra y arena	-	-
-	Poroto	-	-
-	Serpentinita	-	-
-	Varios	-	-

Tabla 1-6¹⁶: Productos transportados por cada línea

¹⁵ Ver anexo VI

¹⁶ Ferrocámara (2011) "Toneladas Transportadas". Informe preparado para la Secretaría de Transporte de la Nación.

Se aplicó al criterio de Pareto para orientar la búsqueda hacia una única causa:

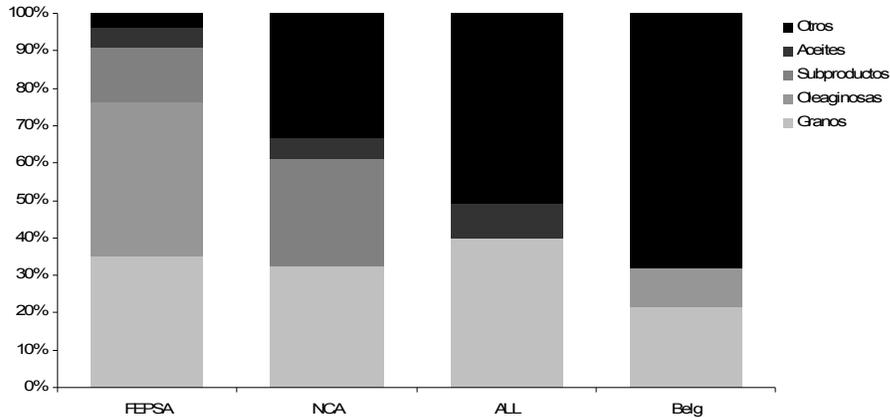


Gráfico 1-8¹⁷: Participación de cada producto por línea

La conclusión a la que se arribó es que los productos que explican el volumen transportado son distintos para cada línea. Sin embargo se profundizó en explicar la incidencia de los productos en la estacionalidad de la serie de tiempo.

Observando el gráfico de volúmenes mensuales salta a la vista que las series comparten una estacionalidad común, asociada a la coincidencia entre picos y valles:

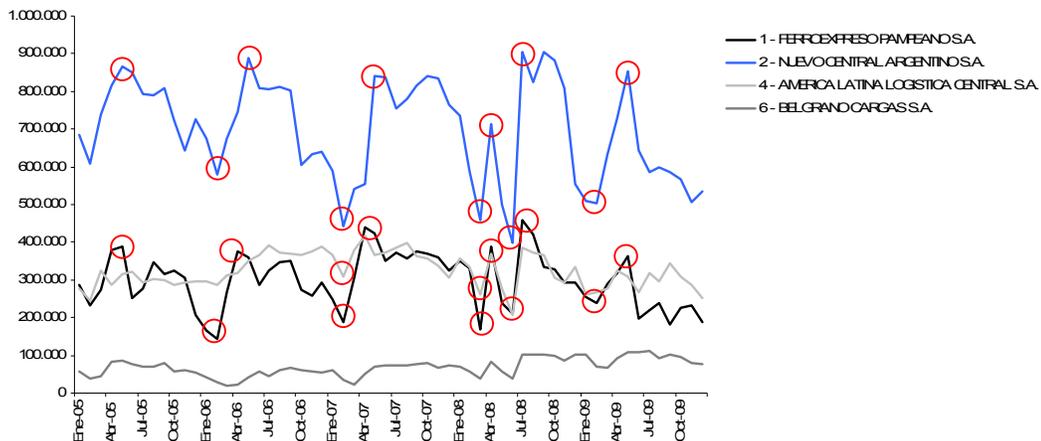


Gráfico 1-9: Comparación de estacionalidades para las distintas líneas

¹⁷ Ferrocámara (2011) "Toneladas Transportadas". Informe preparado para la Secretaría de Transporte de la Nación.

Este indicio apunta en la dirección de un factor común que explique las cuatro series de forma conjunta. Como producto en común se encuentran granos, oleaginosas y subproductos; que además tienen una estacionalidad propia en función de sus ciclos de cultivo.

Para corroborar la relación se efectuó una regresión lineal tomando en cuenta a los granos, subproductos y oleaginosas como factor común, tomando como referencia al mayor transportista: NCA. A continuación se pueden observar las series de tiempo comparadas: toneladas mensuales de granos, oleaginosas y aceites (GOAs) transportados por NCA, contra las toneladas totales de cargas ferroviarias.

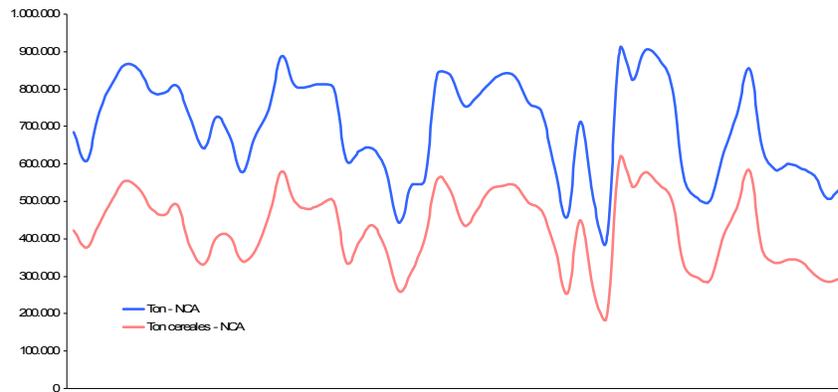


Gráfico 1-10: Comparación entre las caras totales transportadas y el transporte de productos agroindustriales

El estudio comparativo de series incluyó una correlación lineal entre GOAs y cargas totales. Esta metodología es estadísticamente representativa y alcanza un nivel de correlación de $R^2=0,89$.

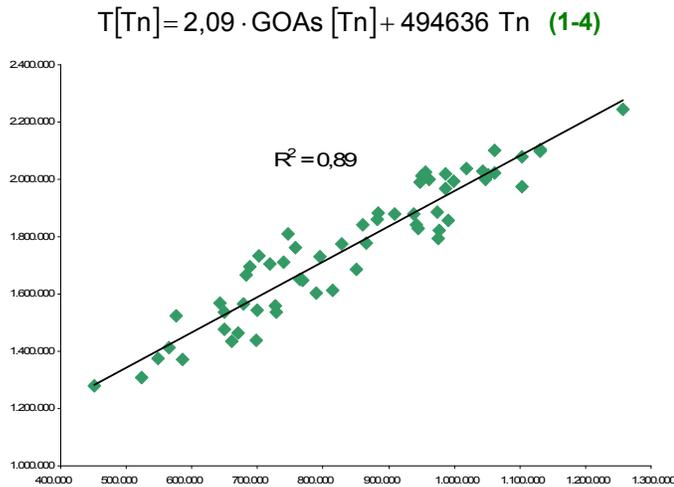
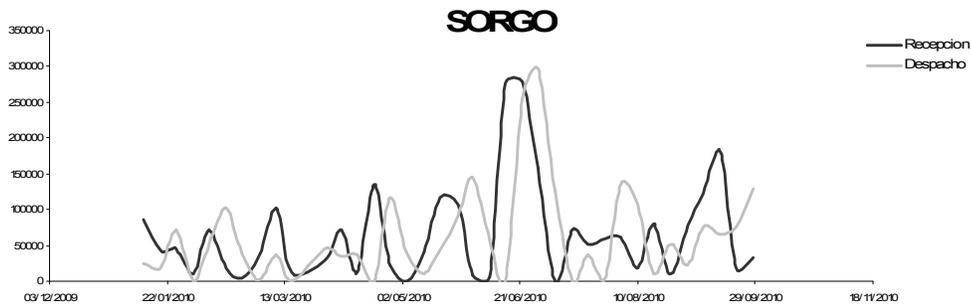
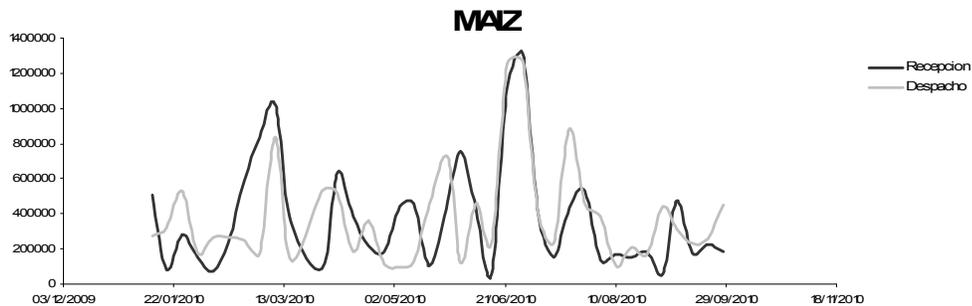
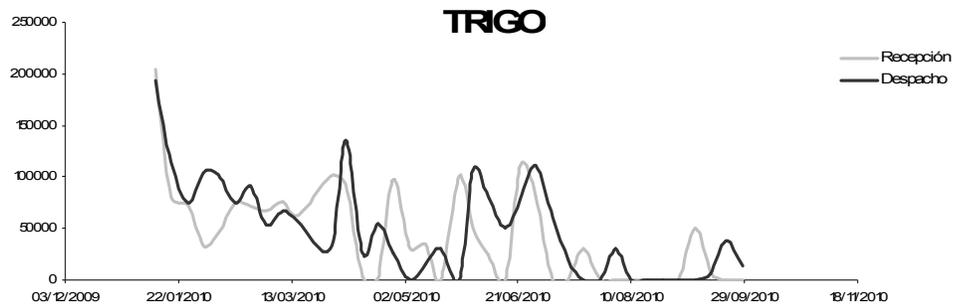


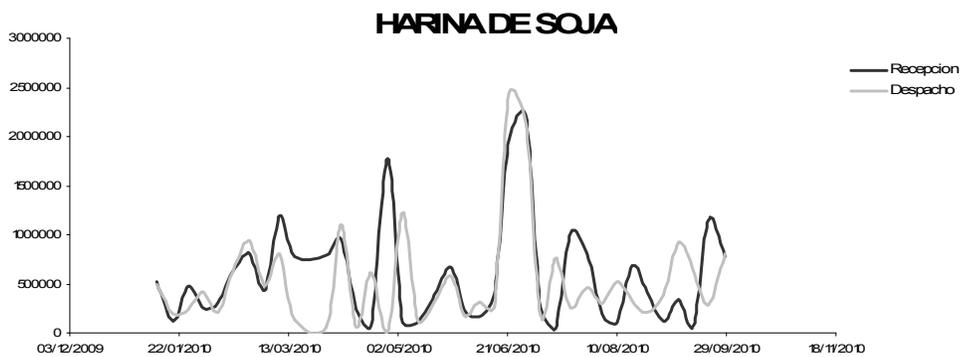
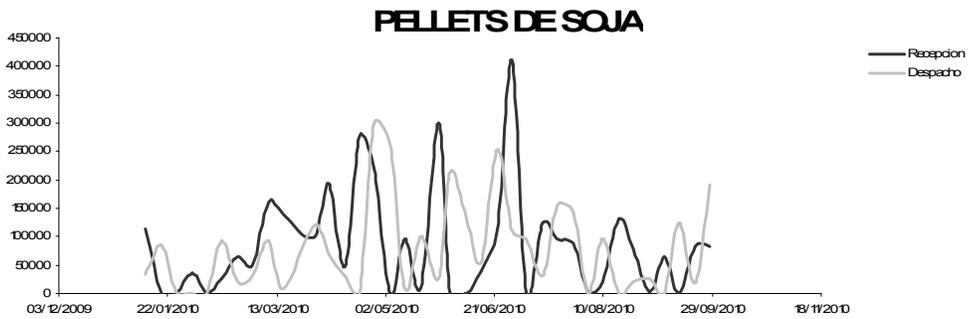
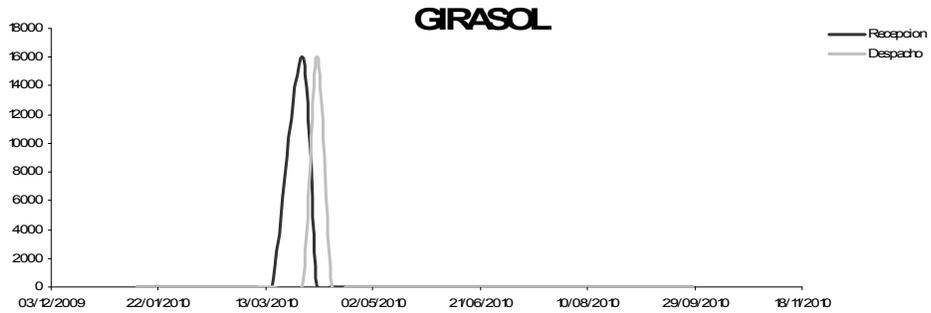
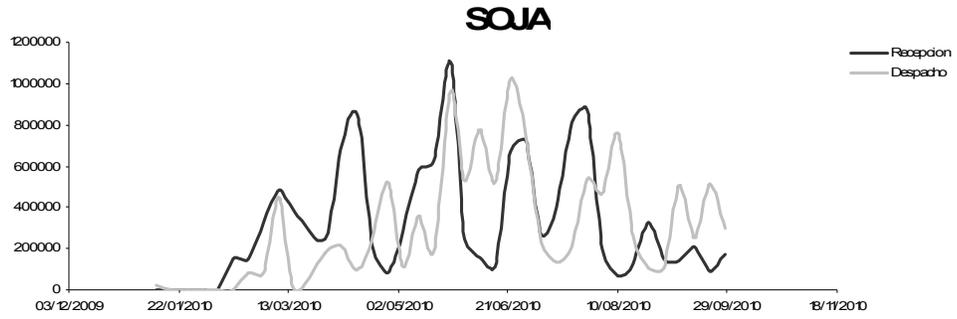
Gráfico 1-11: Gráfico de dispersión entre cargas totales y cargas agrícolas

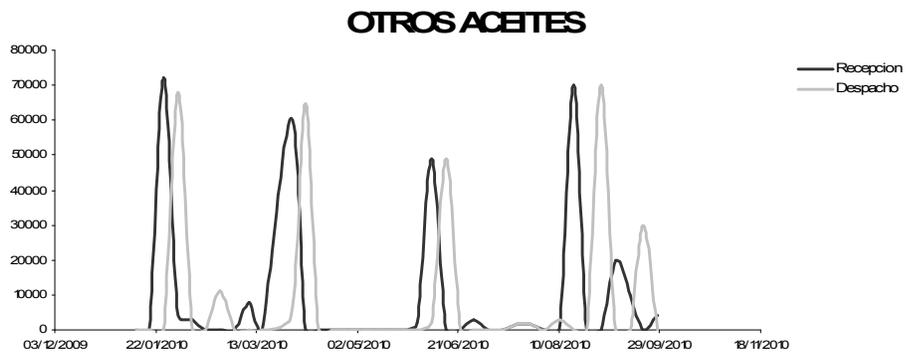
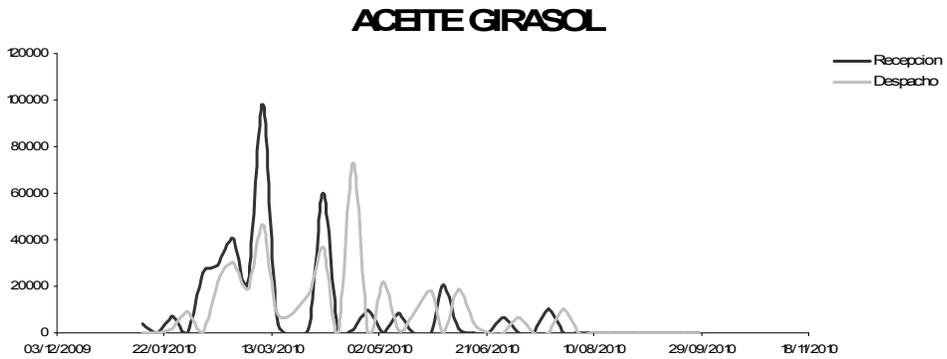
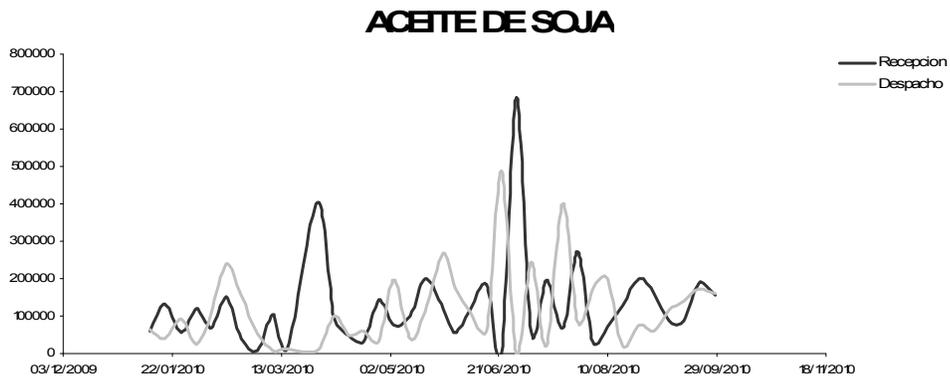
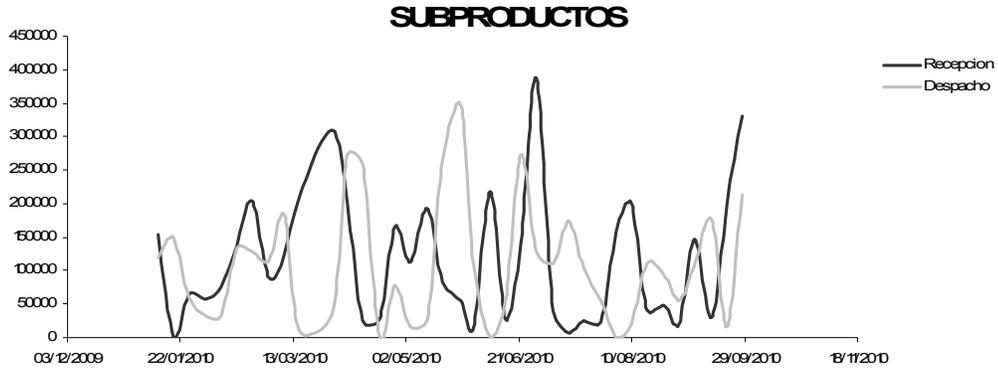
La sensibilidad del transporte ferroviario a la demanda de transporte por parte de la producción agrícola se pone de manifiesto en períodos atípicos. 2008 y 2009 son años excepcionales donde se observa una merma en el transporte ferroviario. El primero debido a la puja que protagonizaron agrupaciones agropecuarias y el gobierno nacional y el segundo a causa de la sequía.

Estacionalidad

Para los productos antes mencionados se conoce la estacionalidad en los despachos y recepción en puerto de mercaderías vía camión:







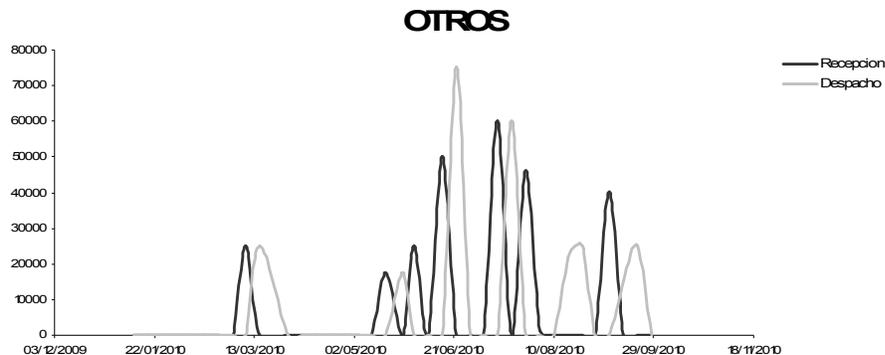


Gráfico 1-12¹⁸: Evolución de despachos y recepciones de productos agrícolas

Se puede concluir que el tráfico fluvial es acompañado por tráfico terrestre. Y que ambos siguen la siguiente evolución de existencias:

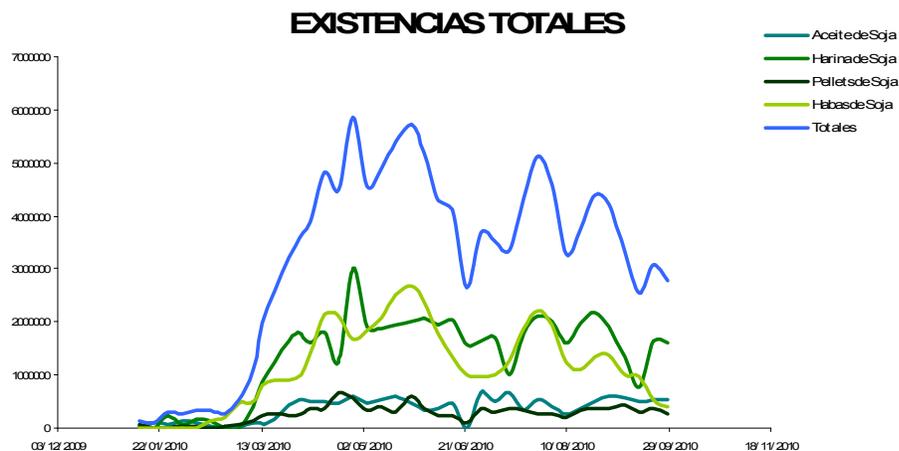


Gráfico 1-13: Evolución de Existencias en Puerto

La tasa de despacho es de 182500 ton/día antes del 18 de Mayo; pasada esa fecha la tasa de despachos es de 305100 ton/día. Mientras, la tasa de recepción se mantiene constante e igual a 250000 ton/día. Por lo tanto los días de giro del inventario son 206.

Las recepciones y despachos tienen un pico pronunciado a fines de junio y principios de julio. Se advierte que hay una diferencia entre la recepción de granos en puerto y su cosecha. Los granos tienen el pico de cosecha en los meses de Marzo a Mayo, mientras que el pico en las recepciones es en los meses de Junio-Julio. Esta diferencia se debe al almacenamiento en origen: en acopiadores o en el campo (mediante silo-bolsa o silos).

¹⁸ Bolsa de Cereales de Rosario (2010) "Situación en Puertos Argentinos". Disponible online: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

Para estudiar la estacionalidad de los despachos se tomaron en cuenta los capítulos arancelarios más importantes. Estos productos están sujetos a una fuerte estacionalidad que se evidencia durante el año:

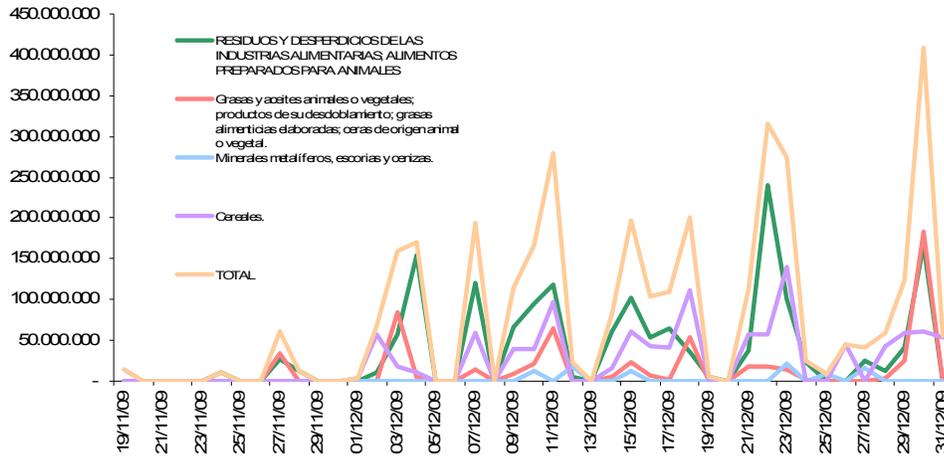


Gráfico 1-14 – Estacionalidad de Despachos Portuarios¹⁹

La información de los últimos dos meses del 2009 sugiere una regularidad en los despachos, más allá del volumen final despachado. Esta regularidad pareciera ser a simple vista semanal, puesto que los picos tienen un período que ronda los $\bar{\tau} = 4,1$ días.

Es por ello que se estudió en más detalle la dispersión semanal de los volúmenes exportados:

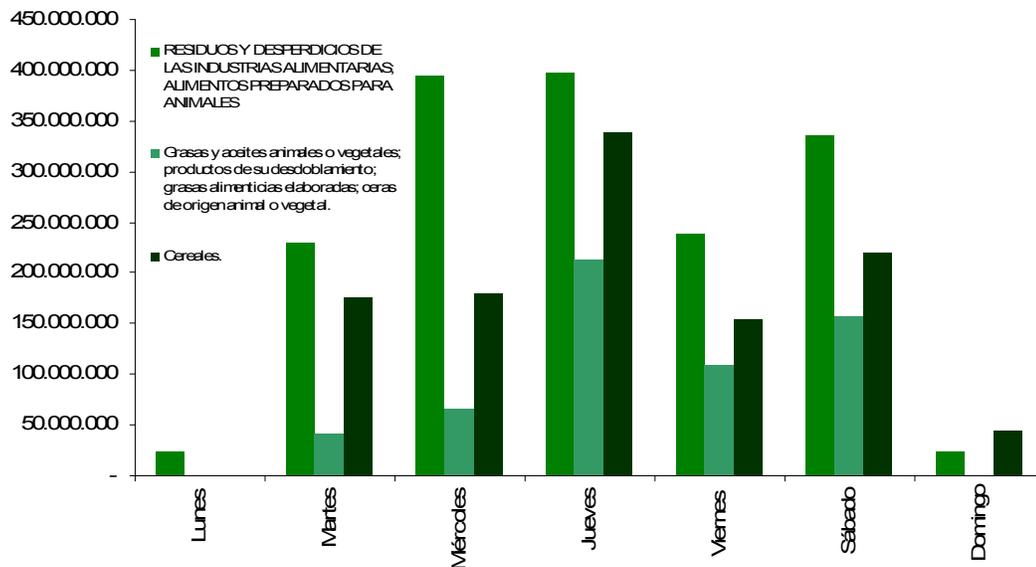


Gráfico 1-15 – Estacionalidad de Despachos²⁰

¹⁹ Sitio web de la base de datos NOSIS: www.nosis.net (Acceso Julio 2011).

Con este nivel de detalle se puede extraer conclusiones propias de la industria. Las cargas se distribuyen a lo largo de los días hábiles y sábados. Esto se explica por el desfase propio de los procesos de transformación de subproductos, ya que la jornada laboral equivale al período de rotación de stock y de carga al buque.

²⁰ Sitio web de la base de datos NOSIS: www.nosis.net (Acceso Julio 2011).

1. ANÁLISIS OPERATIVO

Uno de los pilares del análisis es conocer los indicadores técnicos que ponen de manifiesto la necesidad de ampliar la capacidad de la infraestructura vial. Con este análisis se pretende describir estos indicadores de forma de conocer las necesidades de transporte que se deben satisfacer.

1.3. INTRODUCCIÓN

Este análisis hace foco en el cálculo del tránsito medio diario anual (TMDA), los picos de demanda y el nivel de servicio (LOS). Una vez conocidos, estos pueden ser proyectados en función de las variables que los definen y con ello evaluar los indicadores de servicio futuros.

1.3.1. DESCRIPCIÓN DEL CORREDOR

Los parámetros de cálculo son definidos por las características técnicas del corredor. Estos parámetros deben ser dimensionados y analizados de forma de contar con los datos necesarios para el planteo matemático del sistema. Es por eso que se debe describir la infraestructura física del puente y su estado de situación mediante indicadores.

Infraestructura Física

Actualmente el corredor logístico consiste de una ruta (RN-174). Esta vincula ambas ciudades mediante tramos de carretera y puentes que atraviesan el río Paraná y las islas del delta. La obra está compuesta por puentes, viaductos, terraplenes y asfalto. En suma la obra se extiende 59,6 Km., de los cuales 8184 m corresponden a puentes en la zona isleña, 3490 m de viaductos (este y oeste), un puente principal de 608 m y ruta asfaltada sobre terraplenes²¹.

²¹ Sitio web de Puentes del Litoral SA: <http://www.puentesdellitoral.com.ar/> (Acceso Julio 2011)

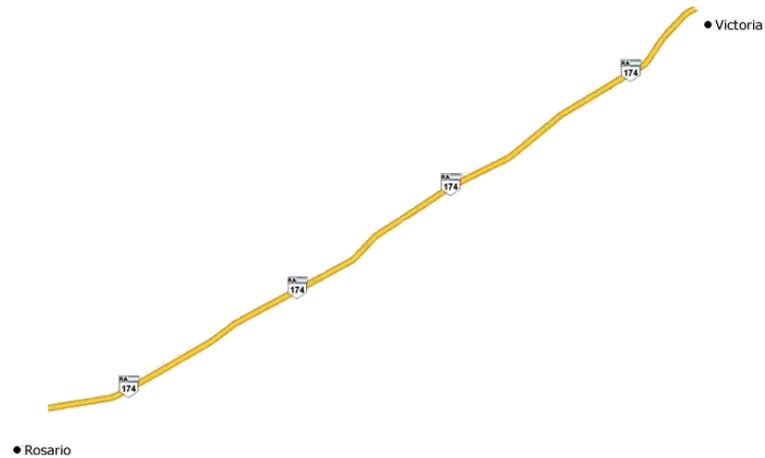


Ilustración 1-1: Corredor Rosario-Victoria

El corredor consiste de un tramo de ruta de dos vías, una en cada sentido. No cuenta con intersecciones ni interrupciones en toda su extensión. La geografía determina un trayecto recto y llano sin pendientes ni lomas, que lo hace más seguro y eficiente en su operación. El ancho de calzada es de 7,3 m. en las zonas de libre adelantamiento con banquina asfaltada cada 3 Km.

El trayecto es recto y cuenta con 5 puntos de retorno mediante vuelta en U y las zonas de no adelantamiento se restringen a los puentes isleños. No existen intersecciones salvo los 5 accesos a las islas.²²

Las características de diseño del puente se resumen en la siguiente lista:

Terreno	Llano
Longitud	59,6 km
Velocidad máxima	120 km/h
Puentes	8,18 km
Calzada	7,3 m
Banquina	2 m

Tabla 1-1: Datos de diseño del puente

Medios

Un elemento de clasificación de vehículos lo provee la segmentación tarifaria en los puestos de peaje. Esta segmentación contempla las siguientes categorías de vehículos:

²² Sitio web de Puentes del Litoral SA:

http://www.puentesdellitoral.com.ar/paginas.php?id_pagina=19 (Acceso Julio 2011).

	MOTOCICLETAS
	2 EJES Hasta 2.10 de altura sin ruedas duales
	2 EJES Más de 2.10 de altura o con ruedas duales
	3 O 4 EJES Hasta 2.10m de altura o sin ruedas duales
	3 O 4 EJES Más de 2.10m de altura o con ruedas duales
	5 O 6 EJES
	MAS DE 6 EJES

Tabla 1-2: Clasificación de vehículos

A su vez las normas vigentes en materia de transporte automotor, que tienen sustento en la Ley 24449 Decretos 779/95 y 79/98, contemplan distintas categorías según el tipo de vehículo y el número de ejes. Según cual sea el tipo de vehículo, existen límites reglamentarios a la capacidad de transporte de acuerdo a dimensiones máximas, carga máxima por eje y carga total admisibles²³.

Las restricciones reglamentarias se pueden resumir en la siguiente tabla, donde se clasifican los modelos de acuerdo a la clasificación DNV_ARG3 de vialidad nacional. De acuerdo a la misma se dividen los vehículos según el número de ejes y categoría. A cada clase le corresponde una capacidad máxima de carga en toneladas brutas:

²³ Ver Anexo I

	Capacidad	Ejes
SA1	16,5	2
SA2	28 ²⁴	3
CA1	37,5	4
CA2	42	5
CA3	45	6
SE1	27	3
SE2	34,5	4
SE3	42	5
SE4	45	6

Tabla 1-3: Capacidad bruta de transporte por clase de vehículo

Como camiones tipo se estudiaron los catálogos de Mercedes-Benz para los modelos: Medianos, Semipesados y Pesados. Por otro lado se estudiaron los pesos de acoplados y semirremolques de Cormetal²⁵. A continuación se resumen los pesos:

	EJES	PESO (Ton)	PRODUCTO
Acoplados	3 (1+2)	6,7	Industrial
Semirremolques	2	7,5	Granos/Internacional
	3	8,3	Granos/Internacional
Camión	2	4,8	Industrial
	3 (1+2)	9,3	Industrial
Camión S/A	2	4,8	Industrial
	3	9,3	Industrial

Tabla 1-4: Peso por clase de vehículo

Con esta información se puede calcular la carga útil transportada para cada clase de vehículo. Se consultó a expertos para corroborar la información recabada:

	CAPACIDAD	OCUPACIÓN
SA1	6	51%
SA2	17	91%
CA1	27	82%
CA2	27	88%
CA3	27	93%
SE1	14,5	100%
SE2	20	91%
SE3	20	79%
SE4	20	73%

Tabla 1-5: Carga neta y ocupación por clase de vehículo

²⁴ La clase de vehículo SA2 no tiene una correspondencia unívoca con los posibles modelos acorde a la legislación. Es por ello que se emplea al de capacidad media entre los tres modelos (30 TN, 24 TN y 28 TN) con el fin de estimar una capacidad media.

²⁵ Sitio web de Cormetal S.A.: www.cormetal.com.ar (Acceso Julio 2011)

La ocupación promedio ponderada es de 82%, lo cual es consecuente con la ocupación típica de vehículos de carga.

Indicadores

Para describir matemáticamente el estado de situación actual del corredor, se consultaron una serie de indicadores. Con este propósito se contactó a la división de tránsito de Vialidad Nacional. Esta institución recaba información y construye los indicadores que pone a disponibilidad para su consulta.

TMDA

En primer lugar se emplea como indicador de capacidad de transporte al TMDA (Tráfico Medio Diario Anual), este consiste en el promedio aritmético de los volúmenes diarios de tráfico durante un año expresado en vehículos por día. El TMDA da una idea de la situación operativa del corredor, a continuación se observa la evolución de este indicador en el período anual e interanual:

	2008	2009
Abr		5007
Sep		4907
Dic		4658
TMDA	5586	5778

Tabla 1-6²⁶ – Tránsito Medio Diario Anual 2008-2009

De los datos recabados se puede constatar un incremento interanual del 3% en el TMDA.

Estacionalidad

El tráfico medio es un indicador operativo sujeto a incrementos periódicos: mensuales, diarios y horarios. Este indicador también se puede desglosar en ambos sentidos de circulación: hacia Rosario y hacia Victoria.

Estacionalidad Mensual

Por otra parte, se pudo estudiar la estacionalidad mensual en el caudal de tráfico bidireccional. La misma se representa gráficamente y da cuenta de una gran dispersión entre meses.

²⁶ Sitio web de la Dirección Nacional de Vialidad | División Tránsito: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011).

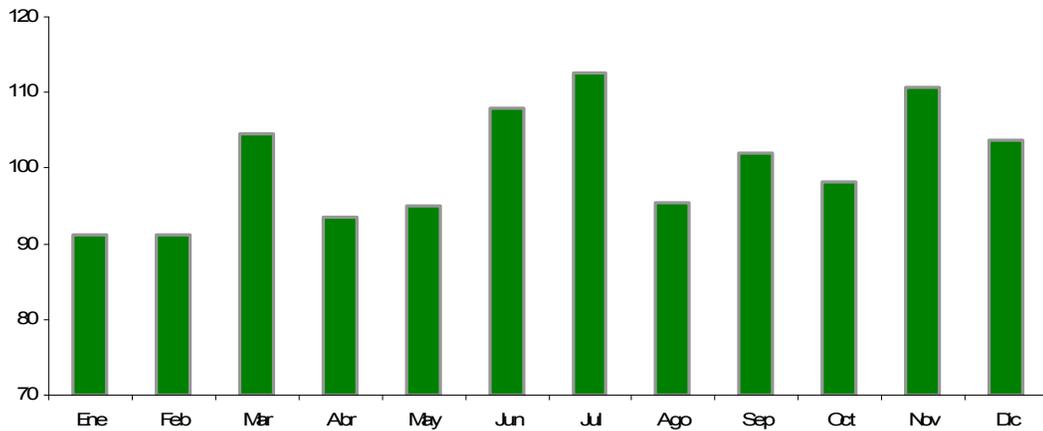


Gráfico 1-1 – Estacionalidad Mensual (Índice porcentual)

Estacionalidad Diaria

Hacia Rosario

En sentido a Rosario y tomando como referencia las mediciones efectuadas en Marzo por la estación permanente de DNV se observa una marcada estacionalidad. Se nota un pico marcado los domingos con un valle los miércoles y jueves.

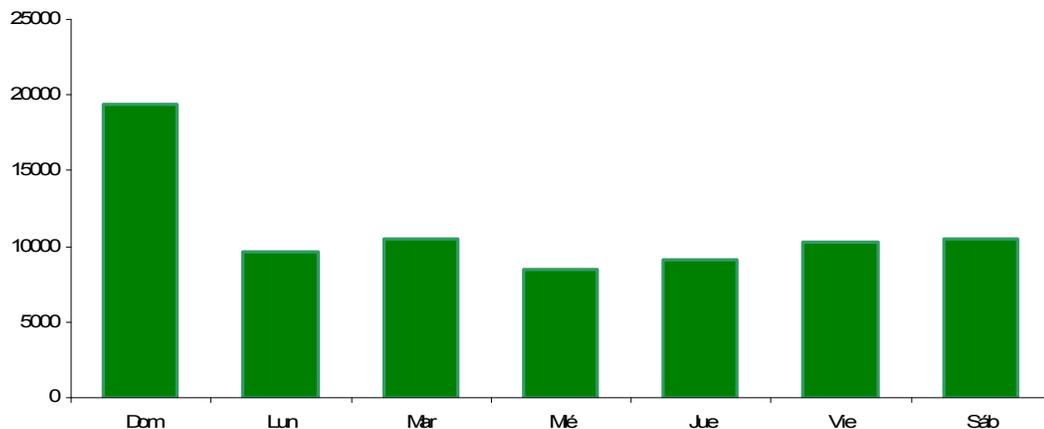


Gráfico 1-2²⁷ – Estacionalidad Diaria con Sentido a Rosario

Hacia Victoria

A su vez se observa una estacionalidad semanal marcada en torno al fin de semana, pero de una variación no tan brusca:

²⁷ In Ovelar, F. (2011) Entrevista sobre mediciones históricas de la Ruta Nacional 174. División Nacional de Vialidad | División Tránsito.

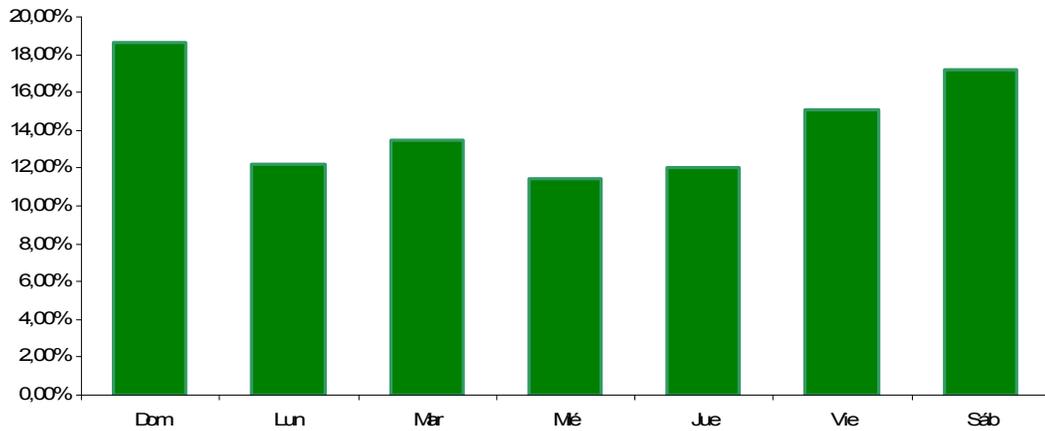


Gráfico 1-3²⁸ – Estacionalidad Diaria con Sentido a Victoria

Estacionalidad Horaria

Hacia Rosario

En cuanto a la estacionalidad diaria, se cuenta con una serie histórica de datos con apertura horaria. De este estudio resulta el siguiente perfil de tráfico durante las horas del día:

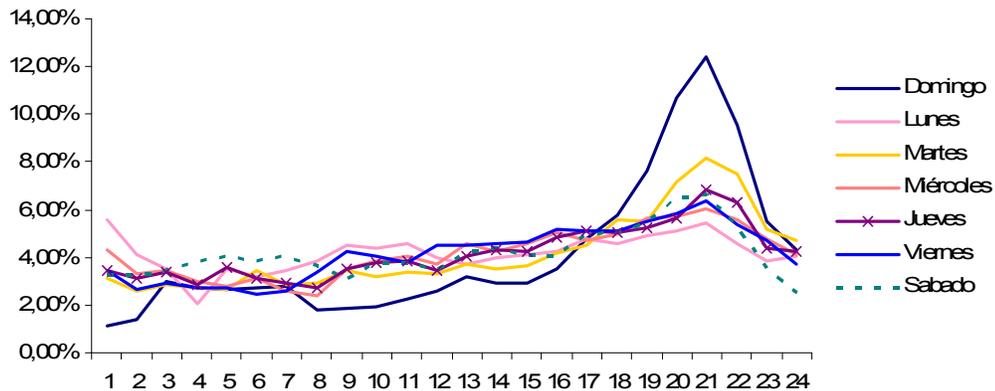


Gráfico 1-4²⁹ – Estacionalidad Horaria con Sentido a Rosario

Se puede comprobar mediante la aplicación de tests estadísticos que no se puede aproximar la estacionalidad diaria para todos los días por igual. De hecho cada día tiene su régimen particular, estas consideraciones son tomadas en cuenta al tomar la hora de diseño de la vía.

²⁸ Ing. Ovelar, F. (2011) Entrevista sobre mediciones históricas de la Ruta Nacional 174. División Nacional de Vialidad División Tránsito.

²⁹ Ing. Ovelar, F. (2011) Entrevista sobre mediciones históricas de la Ruta Nacional 174. División Nacional de Vialidad | División Tránsito.

Hacia Victoria

Para el sentido de circulación hacia Victoria se observan las siguientes estacionalidades:

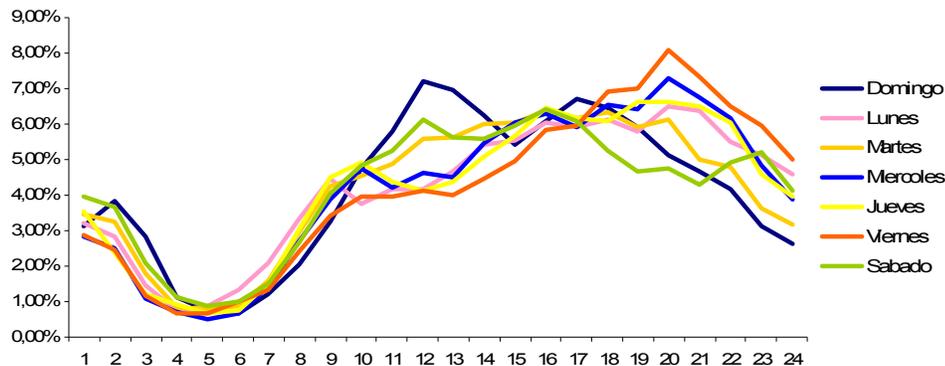


Gráfico 1-5³⁰ – Estacionalidad Horaria con Sentido a Victoria

En este caso salta a la vista que el tráfico tiene un perfil parejo para todos los días de la semana. A su vez se nota un mínimo muy marcado en torno a las 5:00 AM, coincidente con el amanecer. Los picos de caudal se dan por la tarde: para los viernes y miércoles en trono a las 20:00 PM y para los domingos a las 12:00 PM. Los demás días reparten de forma homogénea el tránsito entre las 12:00 PM y las 20:00 PM.

Tipo de Transito

Además se conoce la proporción de vehículos según cada tipo, para distintos meses de referencia:

	A/C	Bus	S/A	C/A	Semi
Abril	62,6%	1,5%	4,7%	23,6%	7,6%
Septiembre	72,7%	1,7%	4,7%	12,6%	8,3%
Diciembre	58,0%	1,6%	5,9%	22,0%	12,5%
Anual	75,0%	1,1%	4,4%	13,1%	6,4%

Tabla 1-7³¹: Participación en el tránsito por tipo de vehículo

Se observa que durante todo el año los vehículos que más utilizan el servicio son livianos, creciente durante el período Diciembre – Septiembre. En Septiembre se registra la mínima circulación de vehículos pesados, coincidente

³⁰ Ing. Ovelar, F. (2011) Entrevista sobre mediciones históricas de la Ruta Nacional 174. División Nacional de Vialidad | División Tránsito.

³¹ Sitio web de la Dirección Nacional de Vialidad | División Tránsito: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011).

con el mínimo para ambos camiones: con y sin acoplado. Sin embargo los semirremolques tienen su mínimo en el mes de Abril.

Como cabe suponerse, los distintos medios de transporte se emplean para productos de distintas características. Es por eso que muestran estacionalidades diferenciadas, de acuerdo a los ciclos de producción y transporte de cada producto. Se hace notar la coincidencia entre la estacionalidad del tráfico de camiones (C/A) y el ciclo de cosechas ya presentado.

Velocidad

Los medios de transporte a su vez se pueden describir según su velocidad. Lo cual permite estimar las condiciones de funcionamiento del puente. Al definir la velocidad se emplean dos parámetros característicos: velocidad media y percentil-85.

La velocidad media equivale a la media muestral de velocidades registradas en un período de tiempo (48 hs), mientras que el percentil-85 se utiliza para estimar la velocidad de conducción prudente³². El percentil-85 es la velocidad máxima a la que circula el 85% de los motoristas y, a su vez, es la velocidad de diseño de los accesos viales:

Km./h	LIVIANOS	PESADOS
P-85	125	91
Vm	102	80

Tabla 1-8³³: Velocidades media y de percentil-85 en la RN 174

De los datos anteriores se puede calcular el desvío estándar como medida de dispersión de las velocidades, ajustados mediante una distribución normal³⁴:

$$P_{0.85} = \bar{V} + Z^{-1}(0,85) \cdot \sigma \text{ (1-1)}$$

De la expresión se pueden determinar los parámetros estadísticos: media y desvío, para los dos tipos de vehículos. Este cálculo se ensaya a modo de demostración de la amplitud de velocidades.

³² Sitio web de Dirección Nacional de Vialidad | División Tránsito: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011)

³³ Sitio web de Dirección Nacional de Vialidad | División Tránsito: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011)

³⁴ Sitio web de Dirección Nacional de Vialidad | División Tránsito: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011)

km/h	LIVIANOS	PESADOS
Σ	27,92	14,08
E(V)	102	80

Tabla 1-9: Media y desvío estándar de velocidades en la RN 174

1.3.2. METODOLOGÍA

La descripción técnica del puente define parámetros necesarios para calcular capacidades e indicadores propios de la infraestructura de transporte. Se consultó con este propósito el Highway Capacity Manual 2000, que recopila información técnica, definiciones y metodologías de estudio de diferentes alternativas de transporte carretero.

El indicador principal es el LOS –*Level of Service*– el cual califica el confort de manejo consolidando múltiples MOEs –*Measures of Effectiveness*. El nivel de servicio es una clasificación discreta y cualitativa de la operación del tramo bajo estudio. Esta clasificación corresponde a un punto preciso en el tiempo que es la hora de diseño u hora trigésima. Esta hora de diseño toma en cuenta distintos factores de seguridad propios de la operación del puente. El LOS puede variar desde el nivel A hasta el F:

El nivel A describe la mejor condición posible de tráfico. Esto significa que cada motorista puede viajar a la velocidad deseada sin interferir con el tráfico. En estas circunstancias las velocidades promedio pueden ser superiores a los 90 km/h y el tiempo durante el cual se sigue a otro vehículo es inferior al 35%.

El nivel de servicio B se distingue por un mayor caudal vehicular que se aproxima a limitar el sobrepaso y, en el cual, al menos un 50% del viaje transcurre formando una cola. A partir de los 780 vehículos por hora la formación de colas aumenta dramáticamente a medida que se aproxima al nivel de servicio C.

El nivel de servicio C es una condición estable caracterizada por exceder el límite de sobrepaso. Si bien la velocidad promedio está por encima de los 70 km/h, el tiempo durante el cual se sigue a otros vehículos supera el 65%. Este tipo de tráfico es muy sensible a la congestión que puede dar origen a largas colas y demoras.

El nivel de servicio D es un tipo de tráfico inestable donde alteraciones mínimas en el tránsito se amplifican conduciendo a

grandes demoras. En estas condiciones se sigue a otro vehículo en más del 80% del tiempo viajado y la velocidad promedio está por encima de los 60 km/h.

El nivel de servicio E es sumamente inestable e impredecible, lo que hace casi imposible sobrepasar a otros vehículos. Es por eso que cualquier obstáculo es difícil de superar y la velocidad promedio está por debajo de los 60 km/h.

El nivel de servicio F corresponde a una vía demandada por encima de su capacidad. La velocidad es sumamente variable mientras que el caudal vehicular es inferior a la capacidad.

Existen distintos modelos para representar todos los sistemas de transporte carretero existentes. Estos sistemas se clasifican de acuerdo a la geografía (Rural – Urbana), actividad (Recreativa – Comercial) y expectativas del usuario (Clase).

Rural – Urbana

Esta ruta no tiene una clasificación obvia en este aspecto puesto que vincula dos ciudades dispares (Rosario y Victoria). Es por eso que se debe apelar a un factor objetivo.

Uno de los factores de cálculo es el factor K. Este equivale al porcentaje del TMDA que circula en la hora trigésima. Esta hora es el punto en la siguiente curva a partir del cual la gráfica se torna asintótica. Sin embargo, a efectos de la clasificación de la ruta se estudia la concavidad de la curva.

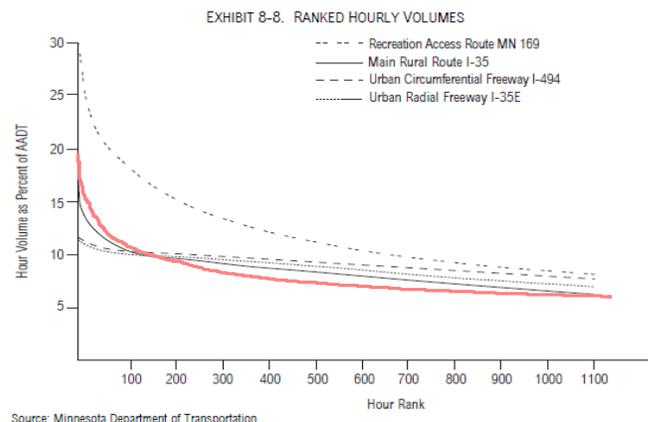


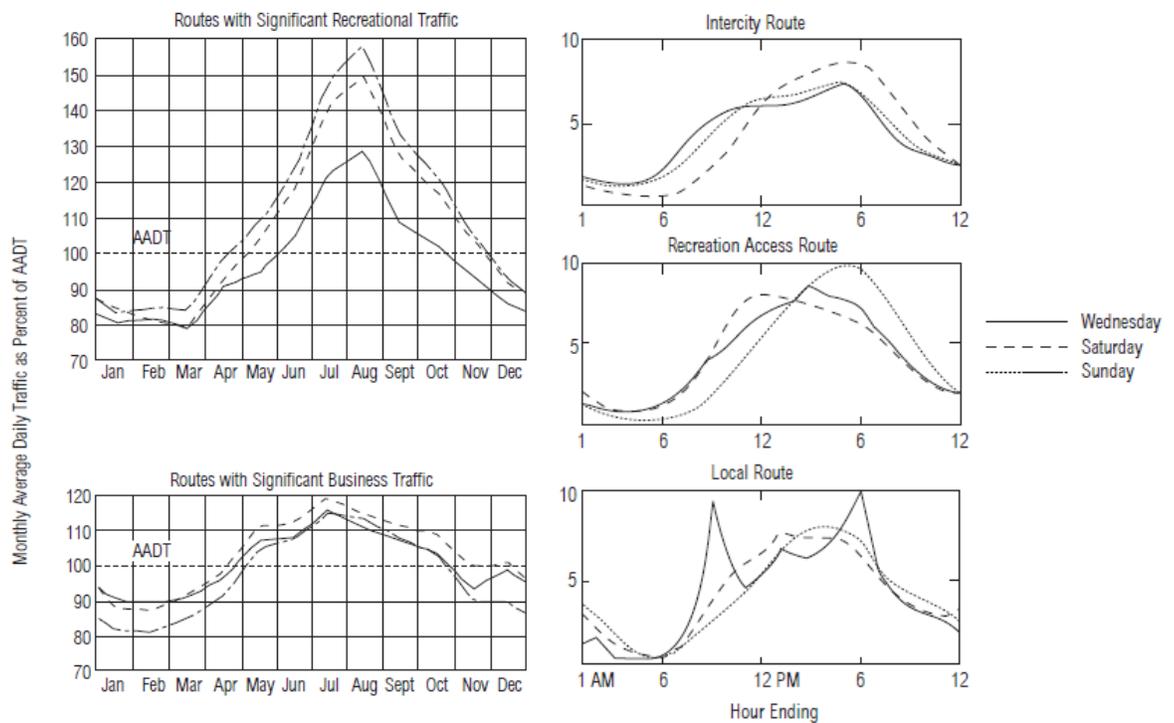
Gráfico 1-6³⁵ – Volúmenes Horarios

³⁵ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: pp. 106.

Se observa la similitud entre la curva propia del corredor bajo estudio y el perfil típico de una ruta rural principal. Es por esto que se opta por clasificar a la ruta como rural.

Recreativo – Comercial

De acuerdo a las características del tráfico, la ruta se puede caracterizar en dos tipos: recreativo o comercial. Según se puede apreciar en los siguientes gráficos extraídos del Highway Capacity Manual 2000, la pronunciada variación estacional es característica del tráfico recreativo. Mientras que una estacionalidad anual reducida es propia del tráfico comercial.



Source: Minnesota Department of Transportation.

Gráfico 1-7³⁶ – Perfiles Típicos de Tráfico

El perfil de variación mensual no presenta gran estacionalidad, ya que se mantiene entre los límites de variación indicados. Por lo cual se puede clasificar como comercial-intensivo:

³⁶ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: pp. 101, 104.

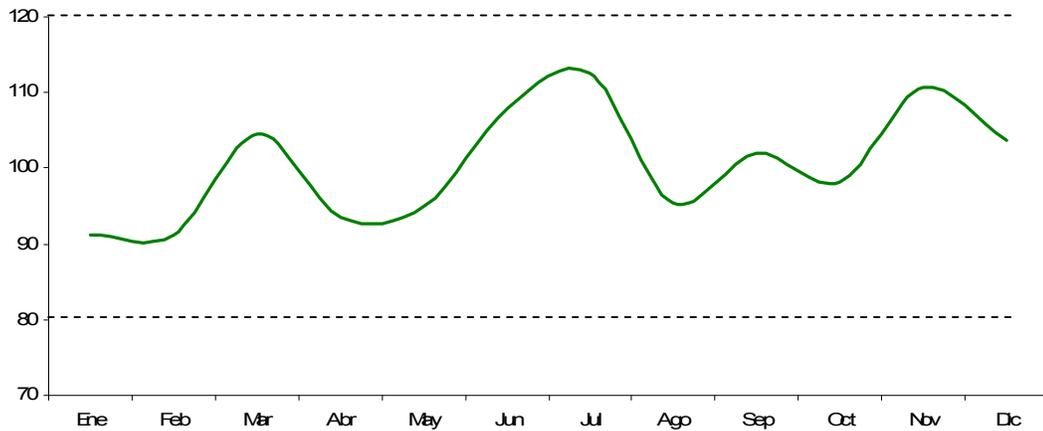


Gráfico 1-8 – Variación Mensual del Caudal de Tráfico con los Límites Típicos del Tránsito Recreativo

Sin embargo si se estudia la estacionalidad horaria se puede determinar que el tráfico los domingos es propio de una ruta recreativa. Aunque durante el resto de la semana se comporta como una ruta interurbana:

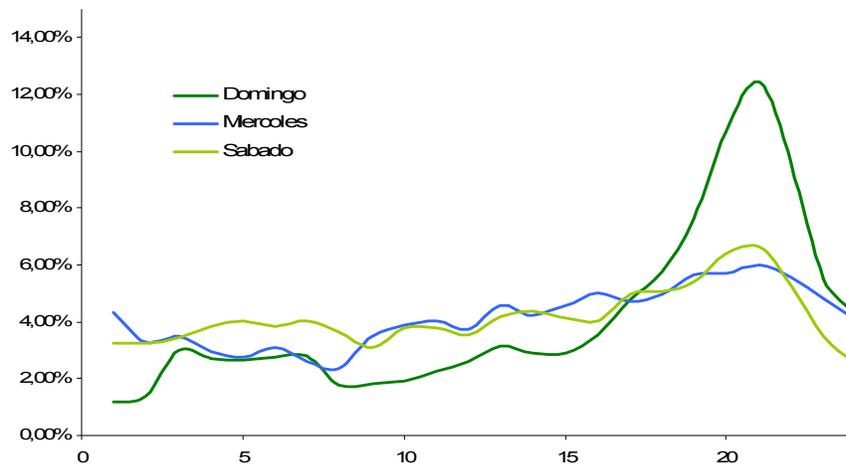


Gráfico 1-9 – Estacionalidad Horaria

Sin embargo, se clasifica este corredor como comercial dado que ajusta mejor a la descripción cualitativa de este tipo de caminos.

Clase

El factor que juega mayor importancia a la hora de clasificar la ruta es la expectativa de los conductores en cuanto a velocidad de manejo³⁷. A esta ruta le corresponde una clasificación clase I³⁸. En este tipo de manejo la expectativa es viajar rápido en un corredor integral de la red de transporte nacional.

Una ruta clase II es una ruta secundaria en las que la expectativa de los conductores no es circular a grandes velocidades. Este tipo de rutas puede ser de tipo recreativo donde el paisaje juega un gran protagonismo o de conexión con rutas rurales principales. Sin embargo es la expectativa de velocidad la que define su clase.

Memoria de Cálculo

De acuerdo a esta clasificación se puede aplicar el algoritmo de cálculo empleado por el Departamento de Transporte de Estados Unidos. Este algoritmo se describe en el Highway Capacity Manual y clasifica al corredor por nivel de servicio (LOS) en función de la demanda de tráfico. Partiendo de las siguientes condiciones de base:

- Ancho de Carril: 3,65 m
- Velocidad promedio: 102 km/h (livianos)
- Ancho de Banquina: 2 m
- Porcentaje de zonas de no adelantamiento: 40%
- Accesos por kilómetro: 0
- Flujo vehicular (2009): 5778 veh/día
- Terreno: Llano
- PHF (Factor Hora Pico): 0,88 (Rural)³⁹
- Proporción de camiones: 18%
- Largo: 59,6 km

El porcentaje de zonas de no adelantamiento se calculó en base a los tramos donde existe prohibición de adelantar demarcada en la calzada. Estos tramos corresponden a puentes, terraplenes, curvas y zonas de retorno:

³⁷ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: pp. 12-13.

³⁸ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: pp. 12.

³⁹ Según HCM 2000 debería ser 0,88. Los datos históricos muestran un factor que varía entre 0,60 y 0,63.

Retornos	650 m ⁴⁰
Puentes ⁴¹	8184 m
Terraplenes ⁴²	1122 m + 2368 m
Otros ⁴³	730 m

Tabla 1-10: Distancias de no adelantamiento

Se procede a resolver el sistema de ecuaciones definido por las siguientes ecuaciones⁴⁴:

$$FFS \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = S_{FM} \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] + 0,0125 \frac{v_f}{f_{HV}} \quad (1-2)$$

$$FFS \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = BFFS - f_{LS} - f_A \quad (1-3)$$

$$v_P = \frac{v}{PHF \cdot f_G \cdot f_{HV}} \quad (1-4)$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (1-5)$$

Estos cálculos iterativos fueron realizados mediante el uso del programa Highway Capacity Software con licencia del McTrans Center de la Universidad de Florida.

Las fórmulas (1-2) y (1-3) son ecuaciones que estiman la velocidad de flujo libre, que es la velocidad de confort sin tráfico. La ecuación (1-2) contiene en la expresión a la velocidad media medida para todos los vehículos (S_{FM}) y el cociente entre el flujo horario y un factor de corrección por tránsito pesado, ya que el modelo original solo toma en consideración al tránsito liviano.

La ecuación (1-3) se emplea en caso de estimar el FFS sin conocer datos de campo. En este caso se calcula el BFFS mediante la ecuación recíproca, la cual es la velocidad base de flujo libre, que se utiliza como un elemento de comprobación adicional. Este considera dos factores de corrección: por anchos de calzada y banquina, y por accesos.

⁴⁰ Medición propia.

⁴¹ Sitio web de Puentes del Litoral SA: www.puentesdellitoral.com.ar/ (Acceso Julio 2011).

⁴² Sitio web de Puentes del Litoral SA: www.puentesdellitoral.com.ar/ (Acceso Julio 2011).

⁴³ Medición propia.

⁴⁴ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: Cap 20.

El flujo equivalente de pasajeros para los 15 minutos más solicitados se calcula en la ecuación (I-4). Su cálculo resulta de afectar al flujo en la hora trigésima (v) por el factor de hora pico (PHF) y los factores de corrección: por grado y por tránsito pesado (f_{HV}).

Éste último factor de corrección resulta del cálculo cuya memoria está descrita en la ecuación (I-5). Ésta prorratea los factores de corrección propios de camiones y RVs (vehículos recreativos) por la proporción de camiones (P_T) y RVs (P_R).

El caudal vehicular a la hora trigésima se calcula con el factor de corrección K . El factor K se toma de tablas de acuerdo al tipo de ruta a estudiar. Este factor se emplea en el cálculo de un indicador típico: el DDHV (Volumen Direccional de la Hora de Diseño). De acuerdo a:

$$DDHV = K \cdot D \cdot TMDA \quad (1-6)$$

Donde D es la proporción de tráfico en el sentido pico. Adicionalmente se conoce el volumen de tránsito no direccional a la hora trigésima (v). Dicha información se resume en la siguiente tabla:

Tabla 1-11⁴⁵: Factores K tabulados

	Factor K
Urbanizado	0.091
Urbano	0.093
Urbano/Transición	0.093
Rural desarrollado	0.095
Rural no desarrollado	0.100

Tabla 1-12: Datos del tránsito

TMDA	5772
D	0,62
v	791

Resolviendo la ecuación (I-6) con los datos de la tabla I-12 se obtiene el valor del factor K que es igual a 0,137. Lo cual, pese a ser superior a los coeficientes tabulados en 9, es un argumento a favor de clasificar a la ruta como rural como ya se anticipaba gráficamente.

El caudal vehicular en la hora trigésima es un 13,64% superior a la media anual (TMHA) y será la hora de diseño para el cálculo del nivel de servicio.

⁴⁵ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: Cap 20.

Los factores de corrección enumerados surgen de las tablas del anexo II⁴⁶ en función de indicadores operativos.

1.4. PROYECCIÓN

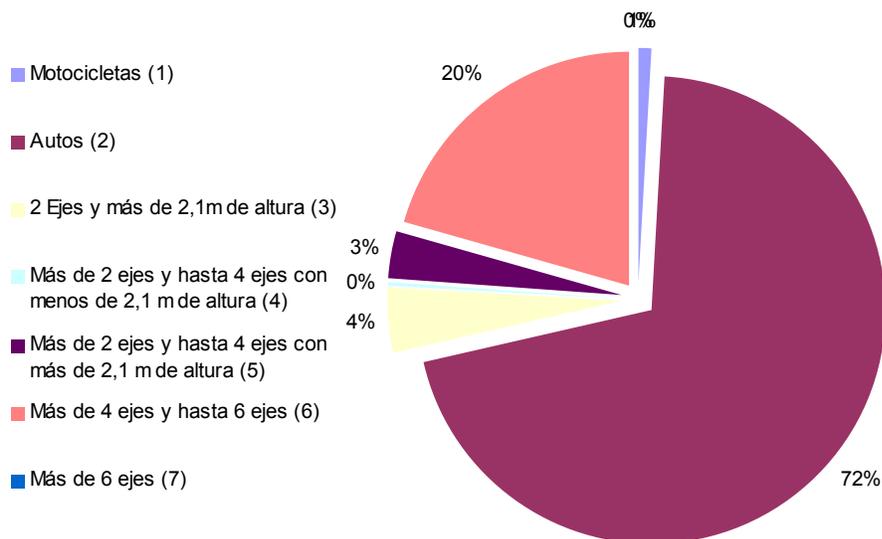
Para proyectar la condición operativa es necesario anticipar el valor de las variables causales en distintos puntos del tiempo.

1.4.1. INTRODUCCIÓN

Para simular con rigor suficiente el requerimiento futuro del puente, se debe elaborar un modelo de pronóstico valido y estadísticamente significativo. Para ello se recabó información histórica con el fin de aproximar con ecuaciones las relaciones entre variables.

En primer lugar se identificaron las variables que deben ser proyectadas, estas son las ya mencionadas MOEs de la primer sección de este trabajo. Las variables que alimentan el modelo matemático que define el nivel de servicio son: el TMDA y la proporción de vehículos pesados.

El TMDA es una medida que consolida el caudal de vehículos livianos y pesados. La información recabada resume el tráfico mensual por categoría de vehículo:



⁴⁶ Ver Anexo II

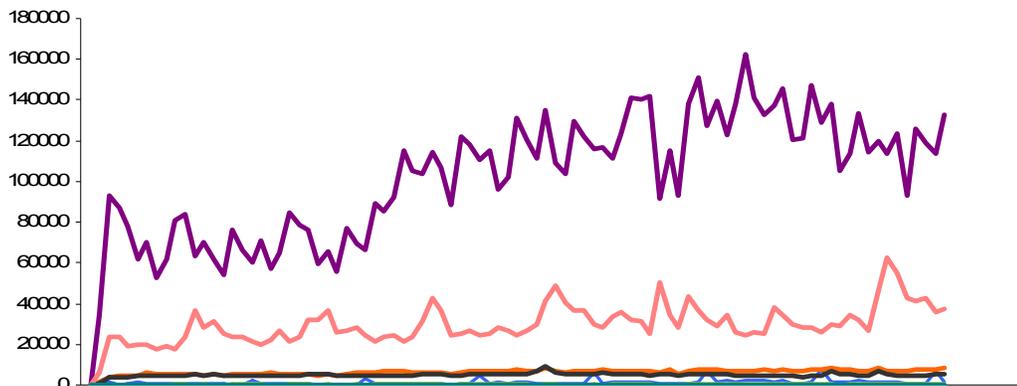


Gráfico 1-10⁴⁷: Evolución del tráfico por categoría de vehículo

Para explicar el tráfico se debe indagar en sus causas, lo que supone estudiar cada categoría por separado y consolidar las series de tiempo en un único TMDA proyectado:

$$TMDA = \sum_{i=1}^6 TMDA_i \cong TMDA_2 + TMDA_6 \text{ (1-7)}$$

Del análisis gráfico se puede considerar despreciable el aporte de las categorías 1, 3, 4, 5 y 7. Es por eso que se proyectan ambas series por separado: Tráfico pesado y liviano.

1.4.2. TRÁFICO PESADO

Hasta ahora se viene observando una gran incidencia del transporte de granos en el tráfico pesado. Es por esto que su proyección depende de describir de forma satisfactoria las causas que determinan la dirección, magnitud y estacionalidad del tránsito de granos.

En esta sección se estudiará la cadena de valor de los productos agrícolas con el fin de conocer el saldo exportable que transitará el puente Rosario-Victoria. Se determinará una función que replique este comportamiento y se pronosticará el tráfico hasta 2035.

⁴⁷ Dirección Nacional de Vialidad División Tránsito (2010) “2010 Análisis Tránsito Liviano”.
Gentileza Dirección Nacional de Vialidad.

Cadena de Valor

Entre la producción y la exportación media necesariamente el transporte hasta el destino final. Entre estas rutas de exportación se incluye al corredor Rosario-Victoria. Para conocer el saldo exportable que atraviesa el puente se debe explicar la totalidad de los eslabones de la cadena. Ya que el saldo exportable resulta de la siguiente identidad:

$$\text{Saldo Exportable} = \text{Producción} - \text{Consumo} - \text{Variación de Existencias (1-8)}$$

Para explicar las causas del transporte de cargas sobre el puente se deben estudiar las cadenas agrícolas de mayor volumen en Entre Ríos.

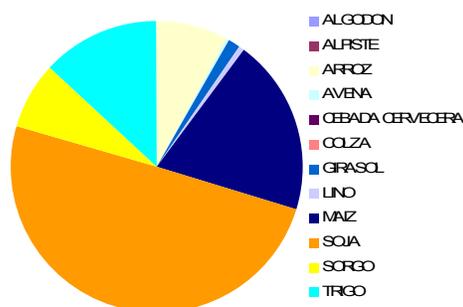


Gráfico 1-11: Participación de cada cultivo en la producción de Entre Ríos

Se observa que de forma consistente con las observaciones hechas hasta el momento, los principales cultivos de la provincia son: soja, maíz y trigo.

En este inciso se explicarán las causas que explican la necesidad de transporte a través del corredor Rosario-Victoria. Este es el tráfico que media necesariamente entre la producción de cereales y su exportación por el puerto de Rosario.

Producción

Con el fin de contar con una serie proyectada de producción de granos se deben explicar las causas que definen la producción y proyectar estas últimas.

La producción de granos se puede estimar sobre la evolución de las variables que la componen. Como ya se anticipó, estas variables deben ser comunes a todos los cultivos ya que se observa una tendencia alcista en la

producción de todos ellos. Al no ser un fenómeno aislado para algunos granos y no existir sustitución, debe existir una razón común para que todos los cultivos aumenten su producción.

La producción queda explicada por el rendimiento de cada cultivo en la superficie implantada. Entonces existen dos variables que explican la producción: Rendimiento y superficie. A su vez, la producción total depende de la proporción de superficies dedicada a cada cultivo.

Cada variable se proyecta por separado para describir la dinámica subyacente a la producción.

Superficie

Para contar con proyecciones de superficie sembrada dentro del horizonte de planificación se trabajó con series históricas y un modelo de crecimiento logístico.

El uso de un modelo logístico se sustenta en que existe un límite a la superficie cultivable. Este límite está impuesto por las propiedades de los suelos y los usos sustitutos de la agricultura (Ganadería, urbanización, etc.). Existe por lo tanto un límite de explotación agrícola que será un equilibrio de largo plazo. Es por eso que se anticipa una aproximación suave al límite de explotación de la superficie cultivable, descrita por la curva logística:

$$f(t) = \frac{kM_0 e^{at}}{k - M_0 e^{at}} \quad (1-9)$$

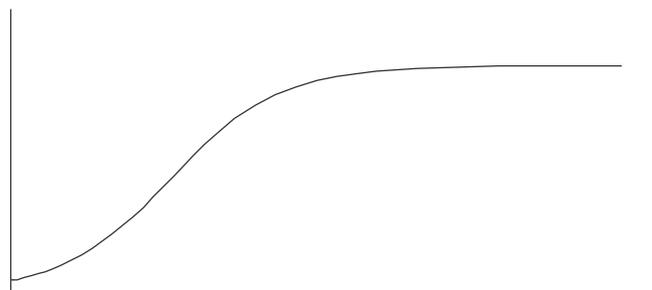


Gráfico 1-12: Curva logística

En primer lugar se determinó cual es la máxima superficie explotable de cada departamento. Para definir este límite se utilizaron los Atlas de suelos de la República Argentina recopilados por el INTA. Estos informes agrupan la extensión de suelos en distintas clases (I a VII); siendo, en orden decreciente, las clases I a V aptas para cultivo. El uso de esta información fue

complementada con la opinión experta de consultores de AACREA que acordaron que el uso de la tierra para cada clase de suelo se corresponde con la siguiente tabla:

	POTENCIAL	USO
CLASE II	100%	85%
CLASE III	100%	67%
CLASE IV	60%	50%
CLASE V	40%	30%

Tabla 1-13: Porcentajes de uso y potencial por clase de suelo

En esta tabla se observa que cada clase tiene un potencial técnico de cultivo restringido por las cualidades del suelo. El uso es, en cambio, la ocupación efectiva de los terrenos aptos. Dicha ocupación es producto de los usos sustitutos del suelo por existir mejor provecho económico en dedicar la tierra a otras actividades.

De esta manera se calcularon las superficies máximas aptas para cultivo agrícola de cada departamento de Entre Ríos:

	SUP MAX (ha)	CLASE II	CLASE III	CLASE IV	CLASE V
COLON	101220	-	97242	120226	-
CONCORDIA FEDERACION	222632	-	148511	364527	114758
FEDERAL	184739	-	150110	261286	48159
FELICIANO	86281	-	54954	139009	64656
GUALEGUAY TALA	302729	218150	108600	140775	-
LA PAZ	350532	53348	402418	118552	-
NOGOYA	262072	92248	232816	92247	-
PARANA DIAMANTE VICTORIA	610485	487900	260725	69925	-
URUGUAY GUALEGUAYCHU	550554	133925	566547	190436	-
VILLAGUAY SAN SALVADOR	260679	-	125780	581732	15722

Tabla 1-14: Superficies de cada departamento separado por clases

En segundo lugar se calcularon las constante de tiempo propias de cada departamento ajustando los parámetros de la fórmula a las series históricas. Para efectuar este ajuste se consideró la primera derivada de la función logística. Este crecimiento es una serie indirecta estimada con el crecimiento geométrico acumulado de la serie histórica:

La primera derivada de la función logística tiene la siguiente forma:

$$\frac{df}{dt} = af - bf^2 \text{ (1-10)}$$

Considerando al valor de la función como un valor porcentual igual al porcentaje de uso de la superficie máxima. El dominio de la función queda comprendido entre 0 y 1.

Las dos raíces de la función son $f = 0$ y $f = 1$, por lo que necesariamente $a=b$ y en consecuencia la constante de tiempo queda como la única incógnita:

$$\frac{df}{dt} = a(f - f^2) \quad (1-11)$$

A lo largo de los diez años de la serie se acumulan los crecimientos porcentuales interanuales. El promedio geométrico de este crecimiento es una buena aproximación a la pendiente en todo el período de análisis.

Por lo tanto se puede representar gráficamente los departamentos con su grado de uso de superficie en abscisas y el crecimiento porcentual de la superficie implantada en ordenadas. A continuación se muestran los puntos y las curvas de mejor ajuste:

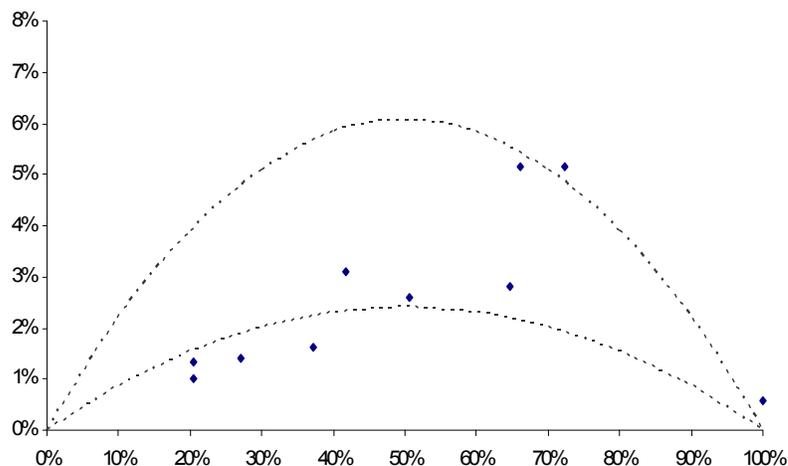


Gráfico 1-13: Gráfico de dispersión entre ritmo de crecimiento y nivel de uso

Las dos curvas de mejor ajuste se deben a que se identificaron dos constantes de tiempo diferentes asociadas al ritmo de desarrollo de la agricultura en cada departamento. A una mayor constante de tiempo el crecimiento es más rápido como es el caso de Gualeguay, Tala, Paraná, Diamante, Victoria, Uruguay y Gualeguaychú ($a=0,243$). Le siguen La Paz, Federal, Villaguay, San Salvador, Nogoyá, Colón, Concordia, Federación y Federal ($a=0,096$).

Es importante observar que los departamentos costeros tienen un desarrollo más acelerado mientras que los departamentos tierras adentro acusan un menor ritmo de crecimiento.

Una vez conocida la constante de tiempo y las condiciones de frontera, se proyecta en el tiempo la evolución de la superficie sembrada (en toneladas) para cada departamento y para el total de la provincia como se grafica a continuación:

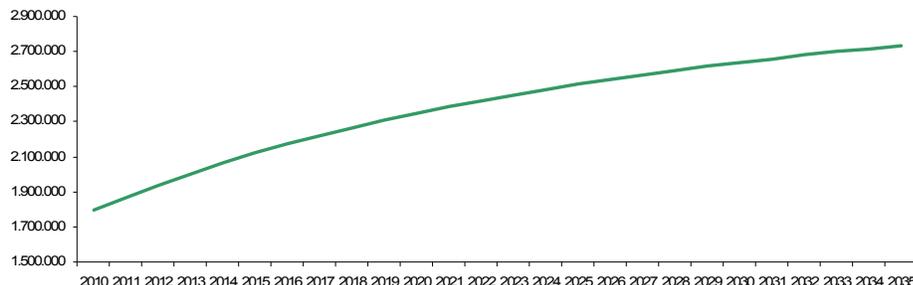


Gráfico 1-14: Proyección de superficie ocupada 2010-2035

Por lo tanto se espera que para 2035 la superficie sembrada en toda la provincia se amplíe en un 52%. Los departamentos Gualeguay, Tala, Paraná, Diamante, Victoria, Uruguay y Gualeguaychú habrían alcanzado el límite de su potencial productivo para ese entonces.

Rendimientos

Para calcular los rendimientos esperados de cada cultivo se utilizaron medias históricas nacionales⁴⁸. Al tomar la muestra a nivel nacional se está diversificando la muestra con el propósito de aislar las causas no sistemáticas (meteorológicas) y rescatar únicamente las variaciones atribuibles a causas esperadas: mejora genética y mejora de tecnología de cultivo.

Existe en los datos una fuente de ruido adicional. Los fenómenos climáticos estacionales de escala global como “el niño” y “la niña” no son aislados de esta muestra, de forma tal que distorsionan la evolución de los datos. La forma de diluir este efecto es tomando la tendencia histórica según un modelo de serie temporal.

En este caso el modelo propuesto es un modelo de tendencia lineal y estacionalidad multiplicativa, donde la estacionalidad es propia de los ciclos climáticos de mediano plazo:

⁴⁸ Ver anexo IX

$$\eta_{it} = k_i \cdot t \cdot \theta_t + \varepsilon_{it}, \text{ i: cultivo y t: año (1-12)}$$

Según este modelo un estimador estadístico significativo del incremento interanual de rindes es la pendiente (k):

	k (kg/ha)
MAIZ	147,88
SOJA	14,42
TRIGO	19,64

Tabla 1-15: Incremento interanual de rindes por hectarea

Por último se compararon los crecimientos esperados con los crecimientos proyectados por AACREA. En las proyecciones de aumento de rindes ellos emplean: 1,5% para la soja, 1% para el trigo y 2,5% para el maíz. En comparación con las medias actuales el crecimiento histórico está ligeramente por debajo de estas estimaciones. Sin embargo con el propósito de hacer un dimensionamiento seguro, se emplean estos últimos datos empleando un criterio conservador.

A continuación se observan los rindes proyectados según el modelo propuesto:

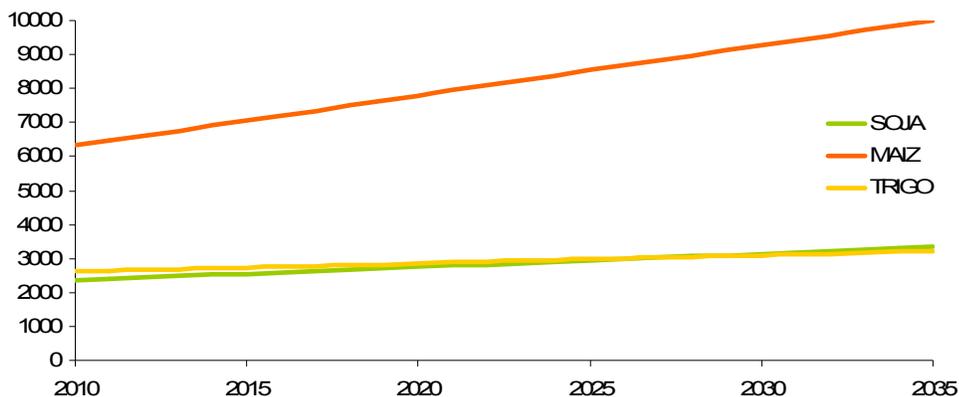


Gráfico 1-15: Evolución esperada de los rindes de los principales cultivos

Una conclusión que salta a la vista es que el crecimiento del rendimiento del maíz excede con creces al de los demás cultivos. Si fuese únicamente por este criterio, se debería advertir una sustitución paulatina de cultivos: de la producción de soja a la producción de maíz. Se debe aclarar que esto es una hipótesis a evaluar en el siguiente párrafo.

Cultivos

El criterio de selección del cultivo por parte del productor está sujeto a varias consideraciones, entre ellas se pueden enumerar:

1. Condiciones del suelo
2. Rotación de cultivos
3. Pronósticos meteorológicos extendidos
4. Precios
5. Rendimientos
6. Posibilidades de comercialización

A modo de simplificación y con el objeto de ahondar en el estudio de estas causas se utilizaron los precios y rendimientos como únicos criterios de decisión.

Para evaluar la sustitución de cultivos (maíz y soja) sugerida en el párrafo anterior, se empleó un modelo económico donde el objetivo sea la maximización de la rentabilidad.

$$\Pi = p \cdot q - c_v \quad (1-13)$$

El rendimiento por hectárea surge del producto entre el precio por tonelada y el rendimiento por hectárea ($p \cdot q$). Los precios se pueden considerar constantes, tal como sugieren los pronósticos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos⁴⁹, mientras que los rendimientos esperados ya son conocidos. De acuerdo a los márgenes agropecuarios confeccionados por SIIA, se puede pronosticar la rentabilidad con los siguientes parámetros históricos:

$$\begin{cases} \Pi_m = k \cdot (p \cdot q)_m^0 - c_m^0 - \Delta c_m \cdot n \\ \Pi_s = (p \cdot q)_s^0 - c_s^0 - \Delta c_s \cdot n \end{cases} \quad (1-14)$$

	SOJA	MAIZ
Ingresos	230,7	311,3
Egresos	138,3	253,9
Aumento anual de costos	-3	5,5

Tabla 1-16⁵⁰: Comparación económica entre soja y maíz

⁴⁹ Office of the Chief Economist | World Agricultural Outlook Board (2010) "USDA Agricultural Projections to 2019". Trabajo preparado por el Interagency Agricultural Projections Committee.

⁵⁰ Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.siaa.gov.ar (Acceso 2011).

De este análisis se puede demostrar que no existe punto en el cual el incremento del rendimiento (k) compense la penalidad en costos. Es por lo tanto que no se debe esperar que el maíz sustituya a la soja.

De esta conclusión se debe desprender que el productor no basa sus decisiones en el precio y el rendimiento, sino que se sustentan en la rotación de cultivos. El esquema más sustentable corresponde a una rotación de cultivos Trigo/Soja – Maíz – Soja con una proporción de superficies constante e igual a:

	%
Soja	51%
Maíz	30%
Trigo	19%

Tabla 1-17⁵¹: Superficie implantada por cada cultivo

Estos son valores promedio de los últimos 10 años para todo el país.

Consumo

Uno de los destinos de la producción de granos es el consumo interno. Este consumo se debe principalmente a la industria local, de las cuales la más relevante es la avícola. El objetivo perseguido en este inciso es proyectar el consumo de granos a raíz de las expectativas de desarrollo de la industria avícola.

En Entre Ríos la industria avícola ocupa el segundo lugar en valor producido y concentra el 50% en volumen de la producción nacional. Esta industria aporta 1341 Millones de pesos a la provincia⁵² (29% de la actividad económica) y es demandante de trigo, soja y maíz como alimento a razón de 6,8 kilos por ave faenada⁵³.

Producción Avícola

Tomando al año 2009 como referencia se puede estimar el consumo interno de granos:

$$\text{Producción pollos} * \frac{\text{Consumo}}{\text{Pollo}} = 260.200.000 \text{ pollos} * 6,8 \frac{\text{kilos}}{\text{pollo}} = 1.769.360 \text{ Tn (1-15)}$$

⁵¹ Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.sija.gov.ar (Acceso 2011).

⁵² Dr. Schell H.; Cislighi, A. M.; Tec. en Prod. Avic. Bujía D. (2008) "Información de la actividad avícola en Entre Ríos Año 2008". Trabajo preparado por la Dirección General de Ganadería y Avicultura | Subsecretaría de la Producción.

⁵³ Chiba L. I. (2009) "Animal Nutrition Handbook". Auburn University: pp 329.

De los mismos datos se puede observar que el crecimiento de la producción avícola es proporcional al del PBI, con un R^2 de 0,99. Es por esto que se asume que el crecimiento del consumo interno de granos acompaña al crecimiento del PBI. De la proyección de PBI empleada en este trabajo se proyecta el consumo interno con una tasa interanual del 3,9%. Mientras que el crecimiento de la producción de granos es de 3,17%, tal como se asumió en este trabajo.

La producción avícola se destina al consumo interno de pollos y a los mercados de exportación. Ambos destinos de la producción avícola deben estudiarse por separado.

Consumo Avícola

Como indicador de consumo interno se emplea el consumo Per cápita que a la fecha es de 29,2 kg anuales por habitante⁵⁴.

En cuanto al crecimiento histórico, se analizaron las series temporales de producción de aves en Entre Ríos:

2004	2005	2006	2007	2008	2009
167,7	185,3	211,3	229	251,7	260,2

Tabla 1-18: Evolución de la producción de pollos 2004-2009

De no considerarse las exportaciones, el incremento de la producción ascendería a 77 kg por habitante al año. Mientras que un índice esperable es de 40 kg anuales por habitante (417 millones de pollos producidos en Entre Ríos). Es decir que el crecimiento está sobreestimado o falta considerar otros mercados.

Exportaciones Avícolas

La diferencia surge del saldo exportable, el cual evoluciona a una tasa de 30,68% anual⁵⁵. Es de esperarse que los principales destinos alcancen índices de consumo superiores a los actuales para 2035, según se señalan en la próxima tabla:

⁵⁴ Sitio web del Food and Agriculture Organization: http://www.fao.org/index_es.htm (Acceso Julio 2011)

⁵⁵ Ver anexo III

	Consumo Per capita 2010	Consumo Per capita 2035
Chile	30,3	35
China	8,3	30
HONG KONG-TERRIT.BRITAN.	8,3	30
Otros	DUPLICA	
Sudáfrica	20	40
Venezuela	28,7	35

Tabla 1-19⁵⁶: Evolución del consumo Per cápita para distintos países

De estos supuestos se puede concluir que para 2035 se duplicarían las exportaciones de carne aviar, destinando Entre Ríos 110 millones de pollos a la exportación. En este caso el total de la producción en Entre Ríos ascendería a 527 millones de pollos al final del período en estudio. Esto equivale a 3,6 millones de toneladas de granos.

Variación de Existencias

Para profundizar el estudio del almacenamiento de cereales y oleaginosas se emplearon mediciones indirectas de manera de poder estimar las políticas de stock. Para ello se estudió la rotación de inventario (Días corridos) para la totalidad de la cadena de suministro ya presentada.

Para poder dar cuenta de las políticas de stock se utilizó información de posiciones de buques cargados y por cargar correspondiente al año 2010. Estos informes semanales fueron consolidados a lo largo del año hasta el 28 de Septiembre. Estos informes recaban las cargas pendientes de despacho hasta la fecha. De esta información se desprenden recepciones y despachos de carga netos en puerto, según la variación entre períodos de reporte. El neto de recepciones es igual al incremento de stock de posiciones portuarias, el acumulado positivo de cada reporte "i" es el stock final del período:

$$\text{Stock Final}_i = \begin{cases} \text{Stock Inicial}_i + \text{Recepción}_i - \text{Despacho}_i, & \text{Stock Final}_i \geq 0 \\ 0, & \text{Stock Final}_i \leq 0 \end{cases} \quad (1-16)$$

Para estudiar las políticas de stock se empleó a la soja como cultivo testigo. Tanto para cultivos procesados industrialmente como para habas sin procesamiento industrial. Para el período bajo estudio se puede aislar el tiempo de rotación de cada derivado de la soja (Harina, pellets, habas y aceite). El stock de los diferentes cultivos evoluciona en el tiempo tal como se muestra a continuación:

⁵⁶ Sitio web de la Food and Agriculture Organization: www.fao.org (Acceso Julio 2011).

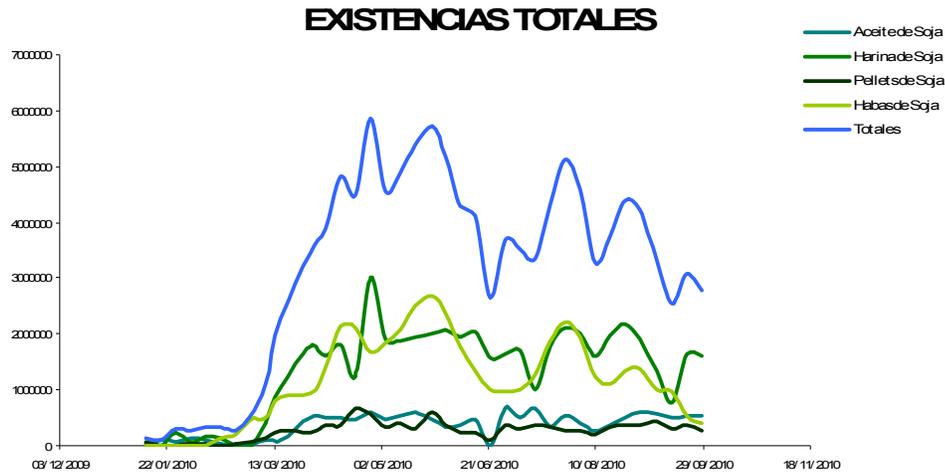


Gráfico 1-16: Evolución de stocks para distintos productos

Se puede aproximar la evolución mediante un modelo lineal. Es decir que existen dos períodos: de crecimiento y de decrecimiento de existencias. De acuerdo a este modelo existe un máximo de existencias. Los parámetros que describen la evolución del stock son entonces: el stock máximo, la tasa de incremento, la tasa de decrecimiento y las fechas de stock máximo y mínimo. Estos parámetros dependen de las características de la cadena de abastecimiento.

El primer período de acumulación de existencias se debe a la estacionalidad de la cosecha. Si bien el despacho es regular, la tasa de recepciones es muy superior en este período. Debe señalarse que aquello que no es recibido en puerto es almacenado en origen.

Una vez que se alcanza el stock máximo en destino, la tasa de despachos excede a la de recepciones. Esto se debe a que recién a partir de ese momento se despacha solo el inventario en origen sin reposición. Este despacho se calcula en base a la pendiente entre el stock máximo y final, este último calculado como la diferencia entre las recepciones acumuladas y los despachos acumulados en todo el período. Con lo cual, el tiempo de rotación del inventario total corresponde a la suma de los tiempos de rotación de cada punto de almacenamiento y a su vez es igual al período de rotación del stock máximo:

$$\frac{\text{Stock M\acute{a}ximo}}{\text{Despacho Diario}} = \text{Rotaci\acute{o}n de Inventario}_{\text{Origen}} + \text{Rotaci\acute{o}n de Inventario}_{\text{Destino}} + \text{Tiempo de Procesamiento} \quad (1-17)$$

Producto	Rotación (Días)
Habas	145,9
Pellets	239,5
Harina	312,1
Aceite	202,3

Tabla 1-20⁵⁷: Días de inventario de la cadena de la soja

Estos datos se pueden reagrupar de la siguiente forma:

Producto	Rotación (Días)
Habas	145,9
Molienda	312,3
Total	268,8

Tabla 1-21⁵⁸: Días de inventario de la cadena de la soja

Como estos datos están contruidos sobre supuestos, se construyeron los mismos indicadores con otras mediciones indirectas para corroborar las conclusiones. Empleando como datos la producción, exportación y molienda de soja en todo el país para el período 2003 – 2010.

Para construir los indicadores se agruparon los productos en dos grandes subproductos: molienda y habas. Se sabe por su parte que los granos producidos en la campaña tienen cuatro destinos: exportación, molienda, consumo y stock; siendo el consumo despreciable. Se reconstruyeron las existencias finales de granos procesados (molienda) y habas/porotos de soja año a año teniendo como única incógnita el stock inicial para el primer año. Este dato debe ser tal que los indicadores de rotación previamente calculados sean iguales:

$$\text{Stock Final} = \text{Stock Inicial} + \text{Producción} - \text{Exportación} \quad (1-18)$$

MOLIENDA				
	STOCK INICIAL	MOLIENDA	EXPORTACION MOLIENDA	STOCK FINAL
2003	10.482.576	24.294.819	24.295.000	10.482.395
2004	10.482.395	24.229.486	22.713.752	11.998.129
2005	11.998.129	28.690.419	27.330.462	13.358.086
2006	13.358.086	32.731.608	30.606.110	15.483.583
2007	15.483.583	36.272.281	33.819.520	17.936.344
2008	17.936.344	31.709.219	32.907.590	16.737.973
2009	16.737.973	30.285.623	31.538.182	15.485.414

⁵⁷ Sitio web de la Bolsa de Cereales de Rosario: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

⁵⁸ Sitio web de la Bolsa de Cereales de Rosario: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

GRANOS					
	STOCK INICIAL	PRODUCCIÓN	MOLIENDA	EXPORTACIONES GRANOS	STOCK FINAL
2003	13.639.450	34.818.550	24.294.819	8.902.529	15.260.651
2004	15.260.651	31.576.752	24.229.486	6.784.432	15.823.486
2005	15.823.486	38.289.742	28.690.419	10.347.828	15.074.980
2006	15.074.980	40.537.363	32.731.608	8.786.045	14.094.690
2007	14.094.690	47.482.786	36.272.281	13.221.390	12.083.805
2008	12.083.805	46.238.087	31.709.219	16.735.798	9.876.875
2009	9.876.875	30.993.379	30.285.623	6.322.860	4.261.771

Tabla 1-22⁵⁹: Evolución de existencias para los eslabones de la cadena sojera

El indicador de control surge de la suma de los datos de granos y molienda:

	STOCK 0	PRODUCCION	EXPORTACIONES MOLIENDA	EXPORTACIONES GRANOS	STOCK FINAL
2003	24.122.026	34.818.550	24.295.000	8.902.529	25.743.046
2004	25.743.046	31.576.752	22.713.752	6.784.432	27.821.614
2005	27.821.614	38.289.742	27.330.462	10.347.828	28.433.066
2006	28.433.066	40.537.363	30.606.110	8.786.045	29.578.273
2007	29.578.273	47.482.786	33.819.520	13.221.390	30.020.149
2008	30.020.149	46.238.087	32.907.590	16.735.798	26.614.848
2009	26.614.848	30.993.379	31.538.182	6.322.860	19.747.184

Tabla 1-23⁶⁰: Reclasificación de la tabla I-22

Estas tablas son el medio de cálculo de los indicadores de rotación total de inventario. Estos índices se resumen a continuación:

Producto	Rotación (Días)
Habas	145,9
Molienda	312,3
Total	249,5

Tabla 1-24: Días de inventario de la cadena de la soja

La rotación total no varía significativamente entre un método de cálculo y otro por lo que se aceptan ambos modelos como compatibles y válidos.

⁵⁹ Sitio web de la base de datos NOSIS: www.nosis.net (Acceso Julio 2011).
Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.sii.gov.ar (Acceso Julio 2011).

⁶⁰ Sitio web de la base de datos NOSIS: www.nosis.net (Acceso Julio 2011).
Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.sii.gov.ar (Acceso Julio 2011).

Almacenamiento en puerto

Conocido el despacho diario promedio se puede dar cuenta de la rotación de inventario en puerto como indicador de la política de stock:

$$\text{Rotación de Inventario [Días]} = \frac{\text{Stock Promedio}_{\text{Anual}}}{\text{Despacho Diario}} \quad (1-19)$$

Este cálculo se efectuó para todos los productos derivados de la soja:

Producto	Rotación (Días)
Habas	27,4
Pellets	25,3
Harina	18,1
Aceite	21,7

Tabla 1-25⁶¹: Días de inventario en puerto

Tiempo de molienda

A sabiendas de la política de stock total y de la política de stock en puerto, se pueden calcular los tiempos intermedios de producción. Se sabe que el almacenamiento en origen de los granos sigue el mismo régimen sin importar el destino final de la mercadería. Este tiempo es igual a 117,5 días:

$$\text{Total de Inventario} - \text{Inventario en Puerto} - \text{Transporte (1 día)} = \text{Inventario en Origen}$$

Con este dato se despejan los tiempos de producción de cada subproducto:

Producto	Rotación (Días)
Pellets	96,7
Harina	176,5
Aceite	63,1

Tabla 1-26: Días de producción de la cadena de la soja

Este tiempo comprende el tiempo de ciclo y los tiempos de rotación de inventario de materia prima, producto intermedio y producto terminado de toda la producción de derivados.

⁶¹ Bolsa de Cereales de Rosario (2011) "Posición de Buques Cargados". Disponible online: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).

Modelo de pronóstico

Se asume que todos los cereales y oleaginosas evolucionan por igual en cuanto a stock. En el párrafo anterior se calculó el tiempo de rotación promedio de la soja como cultivo testigo. Esta media está asociada a una distribución.

Además se sabe que la relación entre el despacho de granos y las cargas transportadas por el puente es necesariamente lineal. Es por eso que se tantean modelos matemáticos para estimar la distribución de despachos y poder así explicar el tránsito de pesados.

El modelo de stock se construye en base a dos supuestos: las existencias no pueden superar el año de inventario y el costo de mantener existencias es proporcional al tiempo en depósito.

Análisis Estadístico

El ajuste de modelos matemáticos a datos históricos lo aporta la estadística. En este inciso se estudia el ajuste histórico entre despachos de granos y el tránsito por el puente Rosario-Victoria. Para ello se tantean dos modelos bajo supuestos diferentes. El primero se calcula con una distribución exponencial de liberación de inventario y el segundo con un modelo de distribución beta.

Modelo I

El valor presente de la liquidación futura de existencias se puede representar de acuerdo a las siguientes ecuaciones equivalentes para tiempo continuo:

$$VP = \frac{p}{(1+i)^t} (1-20)$$

Es por eso que según este modelo se puede aproximar los despachos a una distribución exponencial. El mejor ajuste se da suponiendo dos distribuciones por separado: una para la soja y otra para el resto de los cultivos.

Media

En el caso de la soja se representa la distribución de despachos de acuerdo a una distribución con media 117,5 días, durante los meses de Marzo, Abril y Mayo. Esta es la media ya calculada sobre indicadores de rotación de inventario.

Puesto que se desconoce la media de inventario de los demás cultivos se opta por emplear el valor de mejor ajuste. Para ello se efectuó un análisis de sensibilidad entre la media de días de inventario de los demás cultivos y los indicadores estadísticos. En este caso la media de mejor ajuste ronda los 2,5 meses (74,5 días).

Para confirmar las estimaciones de tiempo promedio de almacenamiento de soja se estudió la sensibilidad del ajuste estadístico respecto del tiempo promedio en stock. Este estudio de sensibilidad se realizó para ambas variables y los resultados se pueden apreciar gráficamente:

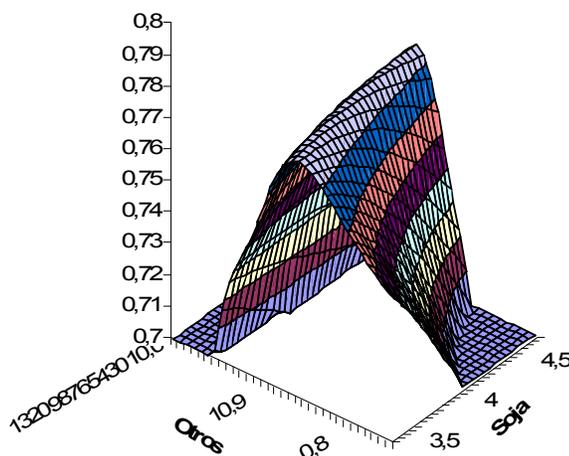


Gráfico 1-17 – Sensibilidad de ajuste R2 para la política de inventario promedio [meses] de la soja y otros cultivos.

Como conclusión de este análisis se pudo determinar que la mejor correlación entre el tráfico de pesados y el despacho de cereales se obtiene con un tiempo de almacenamiento medio de 3,94 meses para la soja y 2,48 meses para los otros cultivos. El tiempo de almacenamiento promedio de la soja es idéntico al calculado por medio de indicadores de rotación de inventario. Esta identidad es una verificación de los cálculos antes enunciados.

Distribución

El perfil de despachos se logra truncando las distribuciones a los doce meses. Ambas distribuciones se muestran a continuación:

	Soja	Otros
Ene	24%	46%
Feb	18%	13%
Mar	14%	9%
Abr	11%	7%
May	8%	6%
Jun	7%	5%
Jul	5%	4%
Ago	4%	3%
Sep	3%	3%
Oct	2%	3%
Nov	2%	2%
Dic	1%	0%

Tabla 1-27: Evolución mensual de despachos

Para el caso de la soja se empleó una distribución exponencial, mientras que para el caso de los demás cultivos se optó por representar los despachos mediante una distribución inversa.

Resultado

Esta distribución de despachos tiene asociada un perfil de ingresos y egresos de stock. Con estas consideraciones de cálculo se representa gráficamente el perfil de recepciones y despachos de granos:

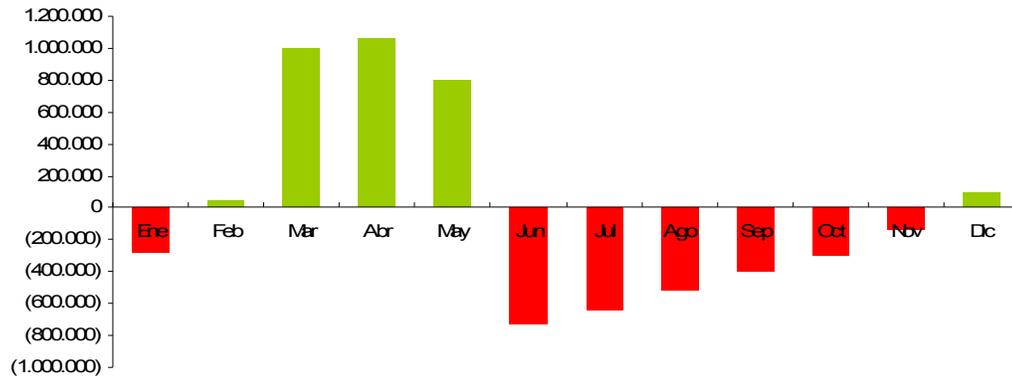


Gráfico 1-18 – Evolución del Stock según el Modelo I

El objetivo de esta estimación es aproximar la carga que transita por el puente durante el año mediante la necesidad de transporte de los productos de origen agrícola. Por lo tanto se cuenta ahora con una serie de datos de una variable independiente ya identificada como causa de tráfico pesado. Otras series son las importaciones y exportaciones de otras provincias.

Se evalúa entonces la causalidad de estos componentes de tráfico empleando como herramienta de estudio la correlación multivariable. Los indicadores evaluados para obtener el mejor ajuste estadístico son el coeficiente de determinación, el coeficiente de determinación ajustado, el error típico y el P-value de cada variable explicativa por separado. Se resume a continuación los distintos modelos estadísticos propuestos:

	I+E+G			I+E		I+G		E+G		I	E	G
	I	E	G	I	E	I	G	E	G			
R2	0,85			0,01		0,78		0,84		0,01	0,00	0,78
R2 aj.	0,79			-0,21		0,74		0,81		-0,09	-0,10	0,75
S	1598			3873		1811		1543		3680	3695	1751
p-value	55,4%	9,6%	0,0%	0,0%	0,0%	57,1%	0,0%	8,0%	0,0%	75,2%	88,3%	0,0%

Tabla 1-28: Comparación de modelos multivariados

Ningún modelo de variables múltiples presenta multicolinealidad, por lo que se estudiaron los demás estadísticos para determinar ajuste y significación. El mejor modelo de acuerdo a los indicadores estadísticos es el de exportaciones combinadas con el de movimiento de granos. Sin embargo, este modelo adolece de significación estadística puesto que la variable de “exportaciones” no rechaza la hipótesis nula de la correlación lineal:

$$H_0) \beta_1 > 0, \alpha = 5\%^{62} \text{ (1-21)}$$

Para asegurarse que la correlación es estadísticamente significativa y apelando al principio de parsimonia se decide adoptar como válido el modelo de regresión explicado por la serie de movimiento de granos solamente.

Modelo II

En el caso anterior se obtuvo el mejor ajuste partiendo de un modelo de stock exponencial. En este inciso se evaluará un modelo alternativo de despachos que sigue la distribución beta para los despachos de soja.

Distribución

Se mantuvo la distribución inversa de los cultivos, excluyendo a la soja, con los mismos parámetros que ya fueron indicados. Usando algoritmos de optimización se estimaron los parámetros alfa y beta de la distribución de despachos de soja para maximizar el ajuste R². Los parámetros obtenidos por este medio fueron:

⁶² García, R. M. (2004) “Inferencia estadística y diseño de experimentos”. Editorial EUDEBA.

$$\alpha = 0,845$$

$$\beta = 2,122 \quad (1-22)$$

El tiempo promedio en stock para las habas de soja, calculado por este medio, es igual a 3,94 meses o 118 días. Este tiempo promedio es idéntico al ya calculado por dos medios de cálculo diferentes, lo cual supone una confirmación adicional de la correlación que existe entre las dos variables (despachos de granos y tránsito pesado en el puente) y de la validez de este número.

Tal como se hizo con el modelo anterior, se estudió la correlación entre las distintas series históricas (despachos de granos, importaciones y exportaciones). Los resultados del análisis multivariable se resumen a continuación:

	I+E+G			I+E		I+G		E+G		I	E	G
	I	E	G	I	E	I	G	E	G			
R2	0,88			0,01		0,84		0,88		0,01	0,00	0,84
R2 aj.	0,84			-0,21		0,80		0,85		-0,09	-0,10	0,82
S	1429,41			3873,31		1577,77		1349,33		3680,28	3695,44	1500,37
p-value	89,2%	12,3%	0,0%	84,0%	0,0%	84,0%	0,0%	10,0%	0,0%	75,2%	88,3%	0,0%

Tabla 1-29: Comparación de modelos multivariables

El modelo obtenido con este modelo tiene mejor ajuste que el antes estudiado y es estadísticamente significativo.

Para este modelo corresponde el siguiente perfil mensual de despachos:

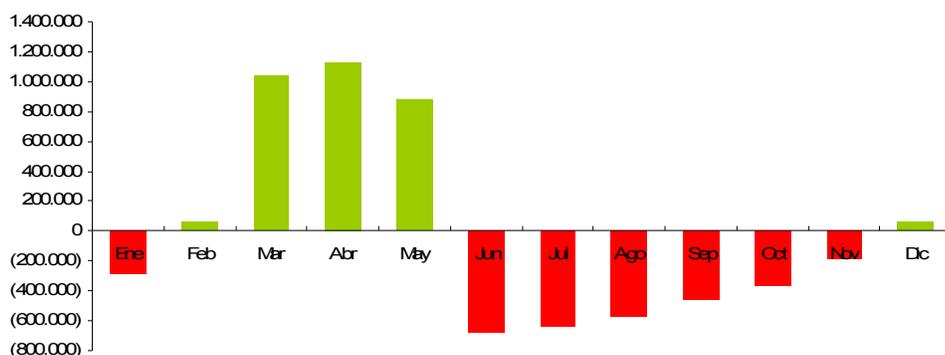


Gráfico 1-19 – Evolución de Stock según el Modelo II

Regresión lineal

Se debe ahondar en el modelo de pronóstico para conciliar los supuestos de corto y largo plazo. Es por eso que el modelo propuesto no es lineal pero si lo son sus condiciones de borde.

Corto Plazo

En este caso la ecuación que mejor ajusta a los datos es:

$$\# \text{ Camiones Mensuales} = 8056,1 + 0,0146 \cdot \text{Granos Mensuales} + \varepsilon \quad (1-23)$$

Sin embargo, siendo la producción de cereales la única variable relevante en este modelo debe agregarse un nuevo supuesto: en caso de no haber producción de granos el movimiento de camiones debería ser nulo. Este extremo es de cabal importancia a la hora de plantear la ecuación que correlaciona ambas variables. Por lo tanto, la ordenada al origen es nula y la ecuación de mejor ajuste es:

$$\# \text{ Camiones Mensuales} = 0,0265 \cdot \text{Granos Mensuales} + \varepsilon \quad (1-24)$$

Siendo ε la dispersión aleatoria de camiones. Esta variable aleatoria tiene distribución normal con media nula y desvío estándar 3124,6 camiones mensuales.

Largo Plazo

En primer lugar, se asume que en el infinito de producción el incremento del consumo interno sería nulo, con lo cual el saldo exportable marginal sería igual a la producción marginal de granos. En segundo lugar se asume que partiendo de una producción nula se prioriza el consumo interno y por ende el margen incremental de producción se destinaría al consumo interno. En términos matemáticos:

$$\lim_{x_0 \rightarrow \infty} \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x_0} = \frac{1}{27} \quad (1-25)$$

$$\left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=0} = 0$$

Una función que ajusta a las condiciones anteriores es la función arco tangente:

$$\frac{dy}{dx} = k \arctan\left(\frac{x}{a}\right), \arctan\left(\frac{x}{a}\right) \leq \frac{\pi}{2} \quad (1-26)$$

El máximo de esta ecuación es $k \frac{\pi}{2}$. Puesto que se sabe que el máximo debería ser 1/27, el valor de k debe ser igual a $k = \frac{2}{27\pi}$.

El parámetro a se ajusta para satisfacer las condiciones de largo plazo antes enunciadas. El resultado es un valor de $a=5960140$.

Una vez conocida la derivada se despeja la función integral:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{2}{27\pi} \arctan\left(\frac{x}{a}\right) \\ \int dy &= \int \frac{2}{27\pi} \arctan\left(\frac{x}{a}\right) dx \quad (1-27) \\ y &= \frac{2}{27\pi} a \left[\frac{x}{a} \arctan\left(\frac{x}{a}\right) - \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{x}{a}\right)^2}} \right] + C \end{aligned}$$

La constante de integración C resulta de igualar el valor de y(x) al final del período con el consumo esperado de la industria avícola. Siendo $C=115528$.

La función se grafica a continuación:

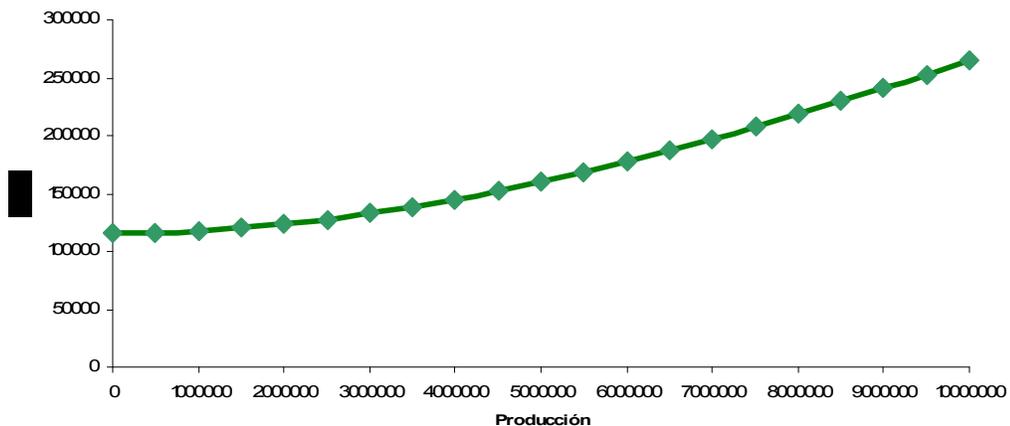


Gráfico 1-20: Relación entre producción y exportación de granos

La producción se mide en toneladas anuales y el tráfico pasante en número de camiones al año.

Interpretación de Resultados

La pendiente de esta ecuación es físicamente la cantidad de camiones necesarios para transportar una tonelada adicional de granos. A sabiendas de que la carga neta que transporta cada camión es de 27 toneladas se propone el siguiente razonamiento:

Como casi la totalidad de la producción de granos se transporta por el puente Rosario-Victoria, se aproxima al 100% en este ejercicio, un incremento de la producción en 27 toneladas debería redundar en un camión adicional. Numéricamente se debe efectuar el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned} \Delta\text{Producción} &= 27\text{Tn} \\ \Delta\text{Camiones} &= \Delta\text{Producción} \cdot 0,0265 = 0,715 \quad (1-28) \end{aligned}$$

Se observa que en vez de aumentar en un camión, la circulación aumenta en 0,715 camiones. Esta diferencia se debe a que los despachos se calculan sobre la producción total, no solamente sobre el saldo exportable. Esto quiere decir que por cada tonelada adicional que se produce en Entre Ríos, cerca del 30% se destina al consumo interno.

El consumo interno es igual al 27,4% de la producción de granos donde el 72,6% restante es el saldo exportable. Por lo tanto se puede calcular de forma indirecta el crecimiento de las exportaciones:

$$1 + \Delta\%_{\text{Exportaciones}} = \frac{(1 + \Delta\%_{\text{Prod}}) - \frac{\text{Consumo}}{\text{Producción}} (1 + \Delta\%_{\text{Consumo}})}{\left(1 - \frac{\text{Consumo}}{\text{Producción}}\right)} \quad (1-29)$$

De este cálculo resulta una tasa de 2,89% de incremento interanual de las exportaciones de granos, mientras que el incremento de la producción de granos es de 3,17%. La diferencia entre ambas tasas da lugar a una sustitución paulatina de las exportaciones por el consumo interno. Ambos destinos aportan

al incremento del 3,17% anual de la producción: 1,07% al consumo interno y 2,1% a la exportación⁶³.

En conclusión, por cada tonelada adicional de granos producidos el 33,76% se destina al consumo interno. Es por eso que la pendiente teórica debería ser 0,0245; muy ajustada a la pendiente resultante en la correlación (0,0265).

Validación

Para aceptar este modelo se debe validar su eficacia. Es por eso que se ensayaron tests de hipótesis para contrastar el poder predictivo del modelo. En este caso se ensayó la igualdad de la muestra artificial, generada a partir de la ecuación propuesta, y el tráfico anual de pesados para los años 2008 a 2010.

Siendo la producción de granos la única variable explicativa del modelo de pronóstico se recopiló la producción de Entre Ríos para las campañas 2008 a 2010 inclusive. Esta información se resume en la siguiente tabla:

Campaña	Producción (ton)
2007/08	6649799
2008/09	2781002
2009/10	7763460

Tabla 1-30⁶⁴: Producción de Maíz, Soja y trigo en Entre Ríos

Con esta información se puede calcular el tráfico esperado para los mismos años. A continuación se muestran ambas series comparadas: la serie artificial, calculada en base al modelo de pronóstico, y la serie real provista por Puentes del Litoral SA:

Campaña	Real	Artificial
2008	197760	190421
2009	175206	130314
2010	210979 ⁶⁵	213508

Tabla 1-31: Comparación entre tránsito teórico y real

$$\Delta\%_{\text{Exportaciones}} = \frac{\text{Exportaciones}}{\text{Producción}}$$

$$\Delta\%_{\text{Consumo}} = \frac{\text{Consumo}}{\text{Producción}}$$

⁶⁴ Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.sija.gov.ar (Acceso Julio 2011)

⁶⁵ La información de producción correspondiente al 2010 es una serie incompleta y por eso se consideró el tráfico hasta Octubre del mismo año.

Como la variable artificial es una variable aleatoria, la igualdad debe estudiarse mediante un ensayo de hipótesis optimista:

$$H_0) \bar{\delta} = 0, \bar{\delta} = X - X_0 \text{ (1-30)}$$

Siendo la muestra artificial una variable aleatoria de distribución normal y media función de las cosechas anuales, se puede calcular la significación estadística a dos colas. El criterio de rechazo de hipótesis será una significación a posteriori (α^*) inferior al 10% (ensayo a dos colas):

Campaña	α^*
2008	16%
2009	0%
2010	63%

Tabla 1-32 – Nivel de significación a posteriori

En conclusión, se puede aceptar la igualdad para los años 2008 y 2010 pero no para 2009. El caso de 2009 merece un tratamiento aparte por estar esta campaña afectada por un factor de fuerza mayor como lo fue la sequía. Por lo tanto, se acepta el modelo de pronóstico sujeto a su limitación para explicar años de condiciones climáticas excepcionales.

Pronóstico de pesados

Con la aplicación de este modelo de pronóstico se puede anticipar un incremento en el transporte de cargas por el puente del orden del 106%. Esto se debe a que la producción aumentará hacia 2035 en un 125% y el 91% de este incremento se destinaría al mercado de exportación.

Se puede resumir gráficamente la evolución esperada de producción (toneladas) y de tráfico pesado por la ruta nacional 174 (camiones anuales - bidireccional):

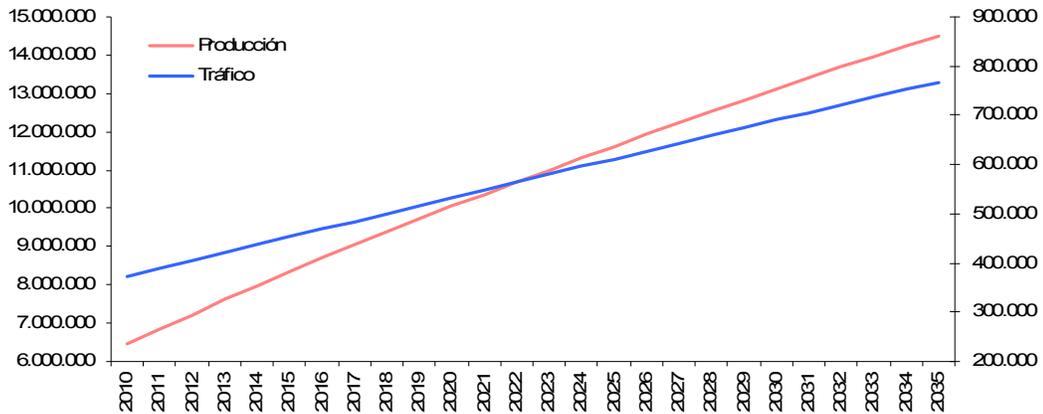


Gráfico 1-21: Comparación entre producción y tránsito pesado por RN 174

1.4.3. TRÁFICO DE LIVIANOS

Los vehículos livianos comprenden en mayor medida a los automóviles. El crecimiento de este tipo de tráfico en la extensión del puente aumentó a lo largo de los últimos siete años acompañando el crecimiento económico de la región.

Análisis de tráfico

El tráfico de vehículos livianos tiene una relación teórica con el PBI determinada por la ecuación:

$$T = K \cdot \text{PBI}^{e66} \quad (1-31)$$

Es por eso que se superponen ambas serie con el objeto de facilitar su análisis:

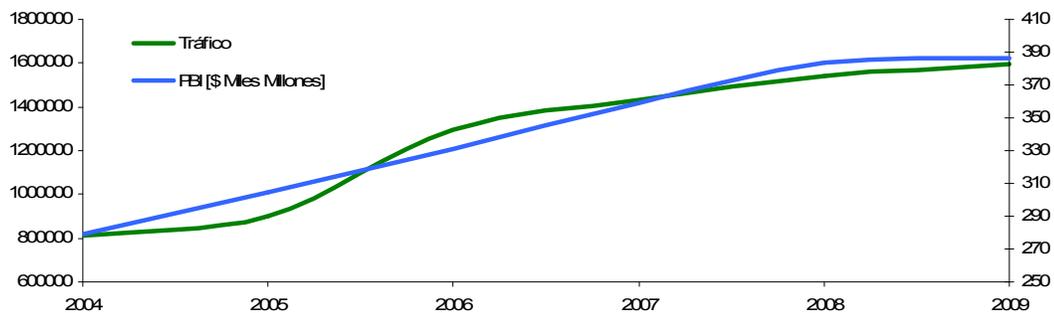


Gráfico 1-22⁶⁷: Comparación entre PBI y tránsito liviano por RN 174

⁶⁶ Consorcio BCEOM-GMI-WSA (2005) "Plan Intermodal de Transportes del Perú | OGPP Informe Final – Parte 2". Trabajo preparado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Comparando las series se observa que el tráfico sigue una progresión logística cuando la causa económica subyacente es aproximadamente lineal. La progresión logística es propia de un sistema de capacidad limitada con agentes en conflicto: en este caso vehículos livianos y pesados sujetos a la capacidad técnica del puente, lo cual se extrae del planteo del sistema complejo.

Descripción

Este modelo de explicación en base al PBI asume que sólo las causas económicas influyen en el caudal de livianos. Se debe validar el modelo sugerido justificando por otros medios de análisis la validez de la relación entre el PBI y el caudal de livianos. El análisis se efectuará tomando a Santa Fe⁶⁸ como fuente de vehículos livianos.

La relación entre el ingreso y el tránsito se puede explicar mediante un modelo microeconómico de demanda de transporte. Para describir la cantidad demandada de transporte liviano se utiliza al consumo de combustible como estimador. Tal como sugiere la bibliografía, el consumo de combustible se debe a dos causas, a saber: parque automotor y distancia recorrida⁶⁹:

$$\text{Consumo Combustible} = \text{Vehículos} \times \text{Distancia Recorrida} \times \frac{\text{Consumo}}{\text{Distancia}} \quad 70 \text{ (1-32)}$$

El mismo trabajo sugiere que ambas se pueden atribuir principalmente al ingreso y al precio del combustible, respectivamente. El objetivo de este análisis será evaluar si este supuesto se cumple en este caso

Análisis

Para verificar la validez de estas hipótesis se obtuvieron series históricas de precios y de consumo de combustible⁷¹. Con el propósito de estudiar el impacto de estas variables en el uso de vehículos particulares se estudió

⁶⁷ Sitio web del Fondo Monetario Internacional: www.imf.org/external/data.htm (Acceso Julio 2011).

⁶⁸ Es indistinto cual ciudad se tome como referencia ya que el tráfico que viaja en un sentido vuelve por el sentido contrario en la mayoría de los casos

⁶⁹ Bradburn, P.; Hyman, G. (2002) "An Econometric Investigation of Car Use in the National Transport Model for Great Britain". ITEA Division, Department for Transport: pp. 8-9.

⁷⁰ Bradburn, P.; Hyman, G. (2002) "An Econometric Investigation of Car Use in the National Transport Model for Great Britain". ITEA Division, Department for Transport: pp. 2.

⁷¹ Ver Anexo IV

solamente la demanda de naftas. Se excluyó del análisis la venta de gasoil ya que su consumo está también asociado al tráfico pesado.

Se estudiaron dos tipos de nafta: común (X: <85 oct.) y ultra (Y: >97 oct.). Partiendo de la hipótesis que los dos tipos de naftas son sustitutos se puede construir la curva de utilidad para el consumo de combustible (m³). Para ello se emplearon los datos de Enero 2004 a Marzo 2007 que tienen la particularidad de mantener los precios constantes de ambos carburantes (a excepción del período Julio 2004 a Junio 2005, excluido adrede). Es válida entonces la aplicación del criterio *Ceteris Paribus* para explicar la demanda a través del precio:

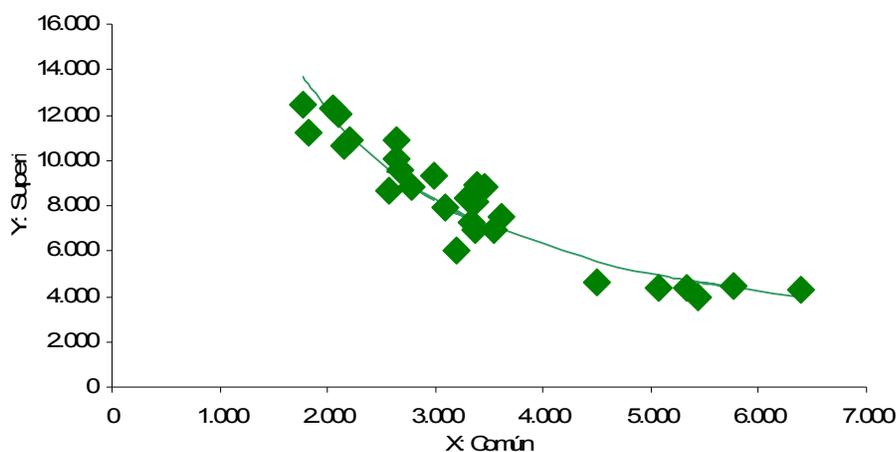


Gráfico 1-23⁷² – Niveles de consumo de naftas común y súper y su curva de indiferencia

La curva de utilidad ajusta a la función Cobb-Douglas con una correlación ($R^2=0,89$) estadísticamente significativa ($p\text{-value}=5E-14$):

$$U(X, Y) = 4995,48 \cdot X^{0,4928} \cdot Y^{0,5072} \quad (1-33)$$

Para construir la función de demanda se debe verificar la validez de la curva presupuestal. Se evaluará el ajuste que tiene ésta con los datos reales, tomando como indicador del ingreso al PBI. Se ajustó el gasto en combustible por tipo de cambio e inflación del dólar para correlacionar con el ingreso a precios constantes y en moneda equivalente:

$$I = p_c X + p_s Y \quad (1-34)$$

⁷² Secretaría de Energía de la Nación (2011) "Ventas por Jurisdicción | Tablas Dinámicas de Downstream". Disponible online: www.energia.gov.ar (Acceso Julio 2011).

El ajuste es muy bueno ($R^2=0,93$) y significativo ($p\text{-value}=2E-03$). Por lo tanto se consideran válidos los supuestos para construir la función de demanda:

$$X(p_c;I) = 0,4928 \frac{I}{p_c} \quad (1-35)$$

$$Y(p_s;I) = 0,5072 \frac{I}{p_s} \quad (1-36)$$

En conclusión se puede aceptar una relación lineal entre tránsito y PBI. Por lo tanto se puede concluir que el aumento en la distancia recorrida y el aumento del parque automotor serán proporcionales al PBI.

Parque automotor

Con el fin de verificar esto último se estudió de forma separada la relación entre PBI y el parque automotor. El aumento del parque automotor se estudia a través de la rotación de vehículos nuevos respecto del stock de automóviles. Este indicador tiene un valor mínimo correspondiente a la renovación de la flota en existencia, mientras que todo valor que exceda a este último equivale a la ampliación del stock vehicular. A continuación se muestra el parque automotor de Santa Fe, proporcional al de Rosario:

Año	Parque Automotor	Rotación
2003	970.549	-
2004	993.285	2,34%
2005	1.028.279	3,52%
2006	1.067.962	3,86%
2007	1.111.042	4,03%
2008	1.164.857	4,84%
2009	1.218.580	4,61%

Tabla 1-33⁷³: Evolución del parque automotor de Santa Fe

A los efectos de este trabajo se relacionó el parque automotor con el valor del PBI a valores constantes de 2003. Se observa que el mejor ajuste de los datos se obtiene con un *lag* de 8 meses entre la suba en los ingresos y la inscripción de vehículos:

⁷³ Sitio web de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor y de Créditos Prendarios: www.dnrpa.gov.ar (Acceso Julio 2011)

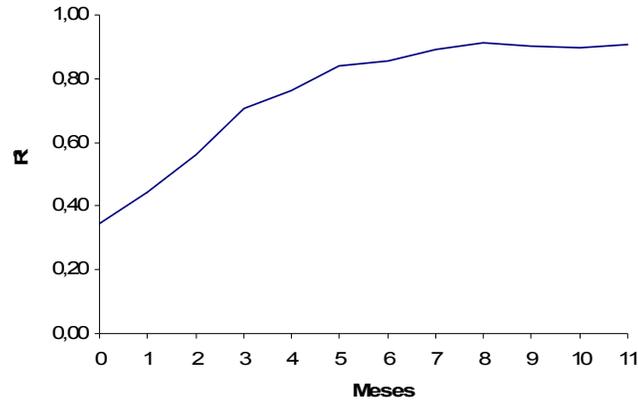


Gráfico 1-24 – Ajuste entre PBI y parque automotor respecto del desfase

Con ello se verifica que el incremento del parque automotor está relacionado al aumento del PBI, después de transcurrido un tiempo de ocho meses.

Análisis estadístico

Como ambas causas de tráfico de livianos (rotación y distancia) están relacionadas con el PBI, es conveniente ensayar la correlación entre tráfico y PBI (Miles de millones). Este ensayo se efectúa sobre el último período de la serie (2006 a 2009) entre el PBI en millones de dólares constantes a 2004 y el tráfico anual de automóviles por la ruta nacional 174.

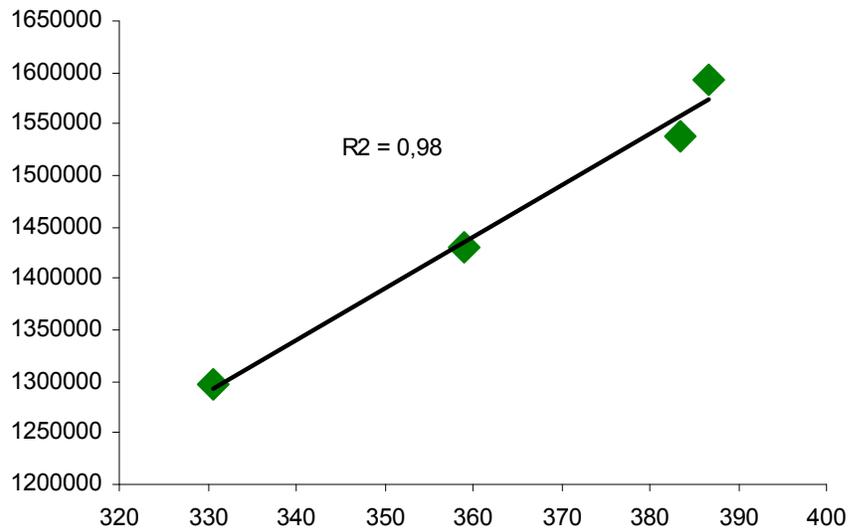


Gráfico 1-25: Gráfico de dispersión entre PBI y tránsito liviano por RN 174

$$TMDA_n^{Livianos} = 4992,4 \cdot PBI - 357.249,15 \quad (1-37)$$

El ajuste es muy bueno ($R^2=0,98$) y significativo ($p\text{-value}=0,08\%$) por eso la aproximación se considera válida.

Proyección

Con el objetivo de proyectar el tráfico de livianos se adopta este modelo dependiente del PBI⁷⁴.

PBI

Para proyectar el PBI se emplearon dos modelos. El primero es una extrapolación lineal de las estimaciones del FMI. El segundo es un modelo de pronóstico propuesto por Goldman-Sachs⁷⁵.

Lineal

La extrapolación lineal es una proyección de la tendencia observada en el período proyectado (2011-2016) por el FMI en su sitio de datos y estadísticas⁷⁶. Esta tendencia se mantuvo para todo el horizonte de proyección. Para este modelo de pronóstico el crecimiento del tráfico vehicular se corresponde con el siguiente gráfico:

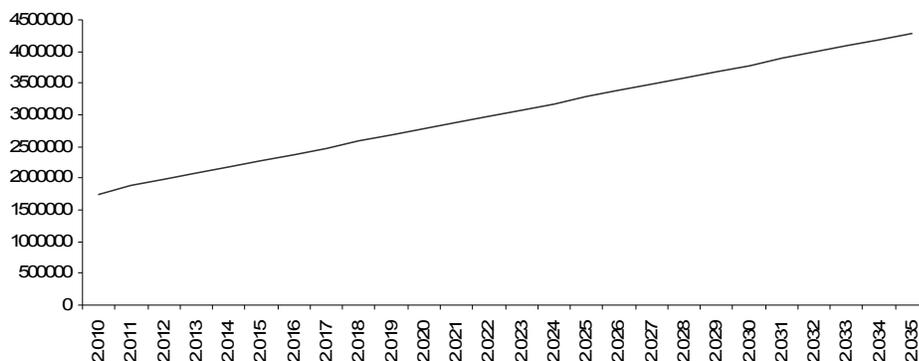


Gráfico 1-26: Evolución esperada del tráfico liviano según FMI

Bajo este supuesto el incremento en el caudal vehicular sería del 144,8%.

⁷⁴ Sitio web del Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook:

<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/01/weodata/index.aspx> (Acceso Julio 2011)

⁷⁵ Dominic, W.; Purushotaman, R. (2003) "Dreaming with BRICs: The path to 2050". Trabajo publicado por GS Global Economics Website (Global Economics Paper No: 99).

⁷⁶ Sitio web del Fondo Monetario Internacional:

http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2011/01/weodata/weorept.aspx?sy=2002&ey=2016&scsm=1&ssd=1&sort=country&ds=%2C&br=1&c=213&s=NGDP_R&grp=0&a=&pr.x=50&pr.y=16

(Acceso Julio 2011)

Goldman-Sachs

La segunda alternativa es un modelo de cálculo basado en los factores de producción de una economía: capital (K), trabajo (L^{77}) y avance técnico. El capital es el stock de capital que tiene una economía y el trabajo como factor es la población económicamente activa (15 a 60 años de edad). Estas variables son calculadas de la siguiente manera:

$$PBI = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1-38)$$

$$K_{t+1} = K_t(1-\delta) + \left(\frac{I_t}{PBI_t}\right)PBI_t \quad (1-39)$$

$$\frac{A_t}{A_{t-1}} = 1.3\% - \beta \ln\left(\frac{PBI \text{ per capita}_{\text{País}}}{PBI \text{ per capita}_{\text{EEUU}}}\right) \quad (1-40)$$

$$\Delta \ln(e) = \Delta \ln\left(\frac{PBI}{L}\right) - 0.02 \quad (1-41)$$

Los parámetros de cálculo se obtienen de series históricas del INDEC y demás organismos oficiales. El parámetro β , de convergencia, entre el avance técnico de Argentina y los países desarrollados se asume igual a 1,5% tal como recomienda el citado texto. El parámetro de depreciación del capital δ es igual a 4% y el factor α es de 1/3. Otra constante empleada fue el valor de la inversión, igual en este caso a un 19% según indican los registros históricos.

Con estos supuestos se pudo construir el PBI (en miles de millones de pesos) proyectado hasta 2035. A continuación se representa el modelo de forma gráfica:

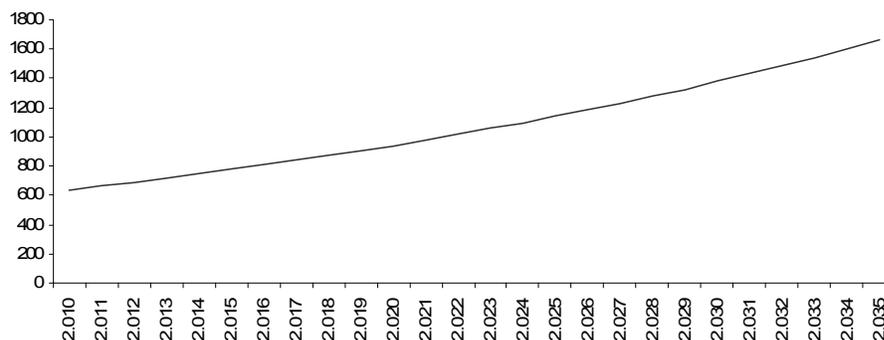


Gráfico 1-27: Evolución esperada del tráfico liviano según Goldman-Sachs

⁷⁷ Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1998) "Boletín Demográfico No. 62. América Latina: Proyecciones de Población 1970 - 2050 | Argentina: Estimaciones y Proyecciones de la Población Total según Sexo y Grupos Quinquenales de Edad". Disponible online <http://www.eclac.org/celade/publica/bol62/cad12.xls> (Acceso Julio 2011)

Consecuentemente, el incremento del tráfico es del 181%. Lo cual es una diferencia inferior al 15% contra el primer modelo propuesto. Dado que este modelo ajusta mejor a predicciones de largo plazo se adopta este último con fines de cálculo.

La tendencia es función de variables económicas mientras que la estacionalidad es función del tiempo. Es por eso que para simular la serie de datos anual se debe considerar una serie de tiempo.

$$T_{ij} = \varphi_i \times \psi_j + \varepsilon_{ij}, i: \text{Año y } j: \text{Mes (1-42)}$$

Como referencia se utiliza la estacionalidad histórica promedio desde 2004 hasta 2009:

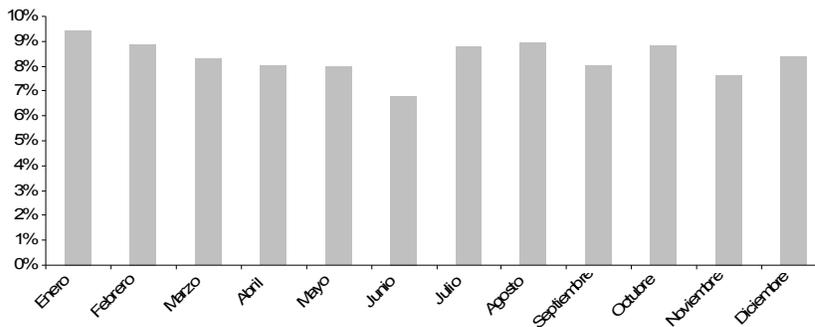


Gráfico 1-28: Estacionalidad mensual de tránsito

De esta forma se construye un modelo estadísticamente riguroso para explicar la evolución del tránsito. A continuación se superponen ambas series para extraer conclusiones:

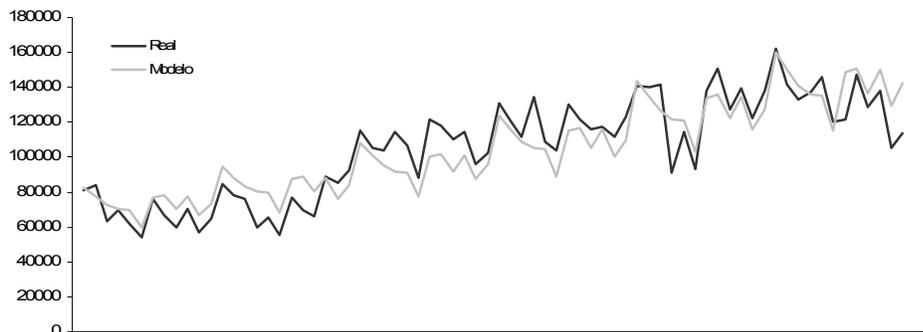


Gráfico 1-29: Comparación entre tránsito liviano teórico y real

Validación

Para evaluar la validez del modelo de pronóstico se verifica la consistencia entre los modelos de largo y corto plazo al final del horizonte de planeamiento (2035).

Corto Plazo

Para verificar el modelo se estudia el término aleatorio. Se verifica la normalidad del error con media $\bar{\varepsilon} = \bar{\varepsilon} = 0$ mediante el test Chi-cuadrado:

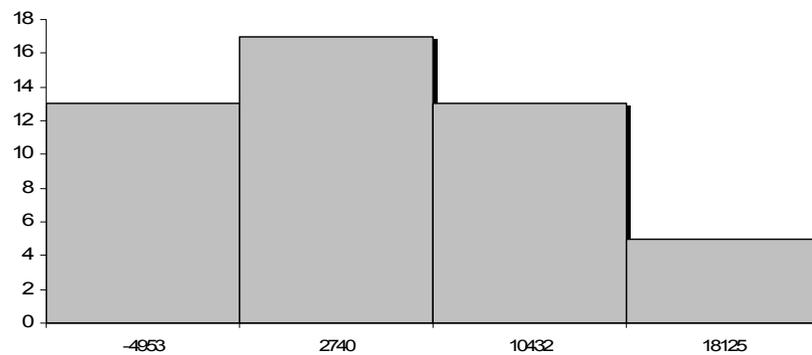


Gráfico 1-30: Histograma del error entre la serie teórica y la real

Con una probabilidad de error $\alpha = 5\%$ se acepta la hipótesis nula de normalidad del error ($\chi_{10,95} = 3,84$ vs $\chi_{Obs} = 1,58$). Este test permite aceptar el modelo estadístico como explicación del tráfico.

Largo Plazo

El modelo logístico de largo plazo tiene como parámetro de ajuste la capacidad del sistema (K):

$$M(t) = \frac{M_0 K e^{rt}}{K + M_0 (e^{rt} - 1)} = \frac{809595 \cdot 1773814,8 e^{0,503t}}{1773814,8 + 809595 (e^{0,503t} - 1)} \quad (1-43)$$

Esta constante es igual al tráfico máximo de livianos, de acuerdo a la tendencia de los años 2006 a 2009. Dicha capacidad es pasiva de aumentar en la misma proporción que aumenta el parque automotor, tal como ya fue comentado.

El parque automotor es proyectado al final del período con el crecimiento de la población de Rosario y San Lorenzo. Guardando en mente que la

proporción de vehículos por habitante se mantiene constante entre ciudades, en este caso igual a los 0,687 vehículos por habitante de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires⁷⁸. El crecimiento de la población de Rosario se simuló con la tasa de crecimiento vegetativo y un modelo multiplicativo:

$$P = P_0(1+r)^t, P: \text{Población y } r: \text{ tasa de crecimiento vegetativa (1-44)}$$

Bajo estas consideraciones se tiene un incremento de la población del 8,5%, alcanzándose una población de 1.472.000 habitantes En Rosario y alrededores. El parque automotor debe acompañar la tendencia para mantener la proporción de vehículos por habitante. Este crecimiento es de 0,326% interanual.

En el corto plazo el aumento del tráfico se debe a una mayor distancia recorrida por el automovilista promedio, mientras que en el largo plazo se puede atribuir al crecimiento del parque automotor, tal como se observa en el consumo de combustible de toda la provincia:

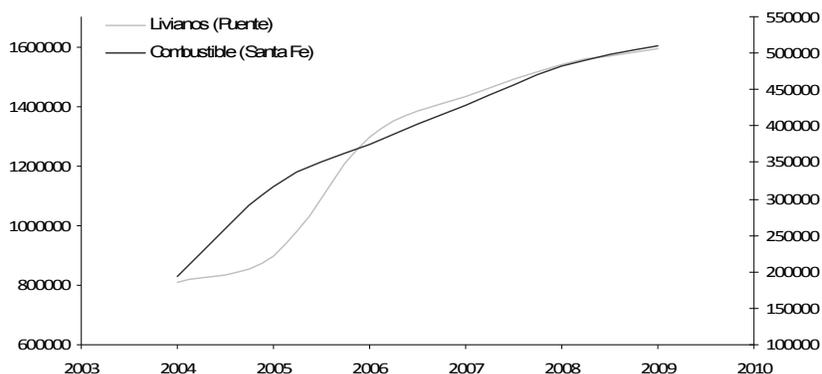


Gráfico 1-31: Comparación entre transito de livianos por RN 174 y el consumo de combustible

Si bien el ajuste no es exacto y la demanda de transporte del puente se aproxima a una curva logística, al final del período el crecimiento es más cercano al del parque automotor. A futuro es de esperarse que el tránsito aumente proporcionalmente al parque automotor, ya que en el largo plazo es la variable limitante.

En conclusión no hay elementos suficientes para rechazar la hipótesis sugerida. Es por eso que se acepta dado que se asume un criterio optimista.

⁷⁸ Sitio web de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor y de Créditos Prendarios: http://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/index.html (Acceso Julio 2011). Sitio web del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina: www.indec.mecon.gov.ar (Acceso Julio 2011).

1.4.4. CONDICIÓN OPERATIVA

Dados estos supuestos se puede evaluar la condición operativa del puente. Se entiende por condición operativa al nivel de servicio (LOS) consolidado por los indicadores de efectividad (MOE).

De la resolución del sistema de ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 1-34: Datos ingresados al HCS⁷⁹

Datos	
Sfm	102
Vf	797
Ancho calzada	3,65
Ancho Banquina	2
PHF	0,88
Pr	0
Pt	0,25
Terreno	Level
PNP	0,18
Accesos/km	0

Tabla 1-35: Resultados del HCS

Resultados	
Fhv	1
Fls	0
Fa	0
Fg	1
Er	1,7
Et	1
Fnp	0
Fd/np	0

Se puede calcular además una serie de indicadores que sirven para estudiar la operación de la ruta:

$$ATS = FFS - 0.0125v_p - f_{np} \quad (1-45)$$

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879v_p}) \quad (1-46)$$

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np} \quad (1-47)$$

$$v/c = \frac{v_p}{C} \quad (1-48)$$

$$VkmT_{15} = 0,25 \left(\frac{v}{PHF} \right) L_t \quad (1-49)$$

$$VkmT_{60} = v * L_t \quad (1-50)$$

$$TT_{15} = \frac{VkmT_{15}}{ATS} \quad (1-51)$$

⁷⁹ HCS: Highway Capacity Software

La fórmula (I-45) permite calcular la Velocidad de Viaje Promedio (ATS), ésta se calcula corrigiendo el FFS por un factor proporcional al flujo equivalente de vehículos livianos y un factor de corrección por zonas de no adelantamiento.

La expresión (I-46) permite calcular el porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo (PTSF). Este se calcula con el Porcentaje de Tiempo Base (BPTSF) de la fórmula (I-47), corregido por un factor de interacción entre la direccionalidad del tránsito y las zonas de no adelantamiento sabiendo que en la hora trigésima el tránsito se reparte 62/38 en ambos sentidos⁸⁰.

La ecuación (I-48) introduce el índice de flujo respecto de la capacidad. El flujo utilizado es el equivalente en vehículos livianos, mientras que la capacidad se toma igual 3200 vp/h⁸¹ (vehículos pasajeros por hora).

En (I-49) se puede observar el viaje total durante el pico de 15 minutos en veh-Km. Mientras que en (I-50) se ve el viaje total durante la hora pico. Siendo L el largo total del segmento estudiado.

Por último se enuncia en (I-51) el tiempo de viaje total en veh-h durante los 15 minutos pico. Todos estos indicadores se calcularon obteniendo los siguientes resultados:

Resultados	
ATS	85,6
PTSF	64,9%
BPTSF	55,5%
v/c	29%
VkmT15	13495
Vkm60	47501
TT15	157,7

Tabla 1-36: Resultados del HCS

Si bien estos indicadores dan una idea acabada de la situación operativa del puente. Se pueden resumir en el indicador global del nivel de servicio (LOS). Este parámetro es función de la velocidad de viaje promedio y el porcentaje de tiempo ocupado en seguir a otros vehículos. La clasificación del nivel de servicio se puede ver a continuación junto con el LOS esperado para distintos flujos:

⁸⁰ Sitio web de la Dirección Nacional de Vialidad | División Tránsito:

http://www.vialidad.gov.ar/division_transito/considera_s_transito.php (Acceso Julio 2011).

⁸¹ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: pp. 12.

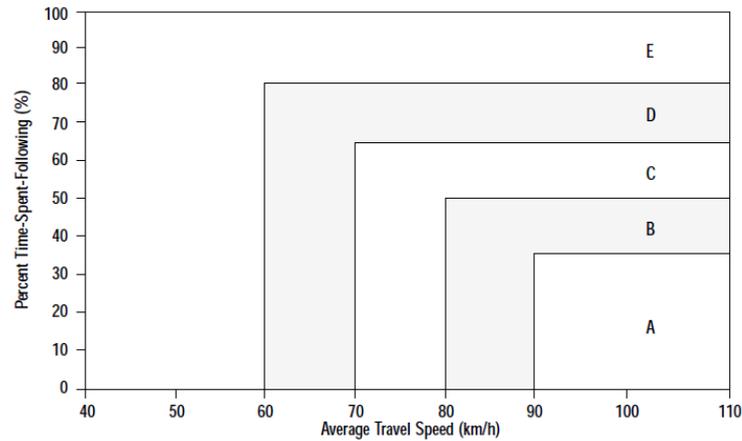


Gráfico 1-32⁸²: Criterios de clasificación

El nivel de servicio en 2011 sería D. Sin embargo se observa que el porcentaje de tiempo ocupado siguiendo a otros vehículos está al límite de la tolerancia. Esta condición es sumamente sensible al cambio de parámetros y es por lo tanto un punto de transición desde el nivel de servicio C hasta el D. Este nivel de servicio es una condición de tránsito estable pero sensible a cambios ligeros. En esta condición se forman largas colas y demoras a causa de alteraciones mínimas en el tráfico.

1.5. CONCLUSIÓN

El diagnóstico del uso del puente se analiza a través del nivel de servicio. La calificación del nivel de servicio es propia de un tránsito característico y es en función de este indicador que se planificarán las mejoras en infraestructura vial.

1.5.1. PRESENTACIÓN DE INDICADORES

Los dos indicadores de efectividad que varían en el tiempo son el caudal vehicular y la proporción de pesados y livianos. Ambos indicadores fueron estimados para los futuros escenarios de producción:

⁸² Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Trabajo preparado por el Transportation Research Council: pp. 715.

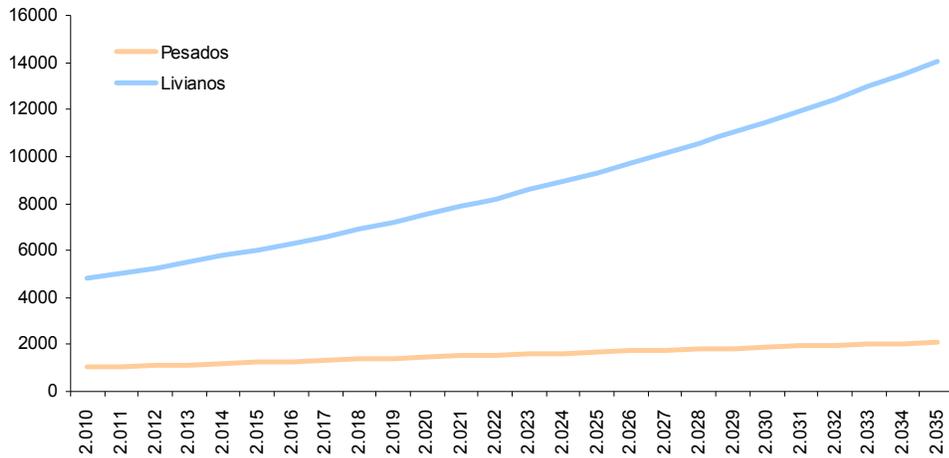


Gráfico 1-33: Evolución esperada del tráfico pesado y liviano 2010-2035

Estos indicadores junto con los parámetros de diseño del puente definen el nivel de servicio.

1.5.2. CONSECUENCIAS

En función de estos indicadores se pueden describir los niveles de servicio para cada estado del tráfico. Así se puede determinar la evolución de los indicadores presentados a lo largo del período de análisis:

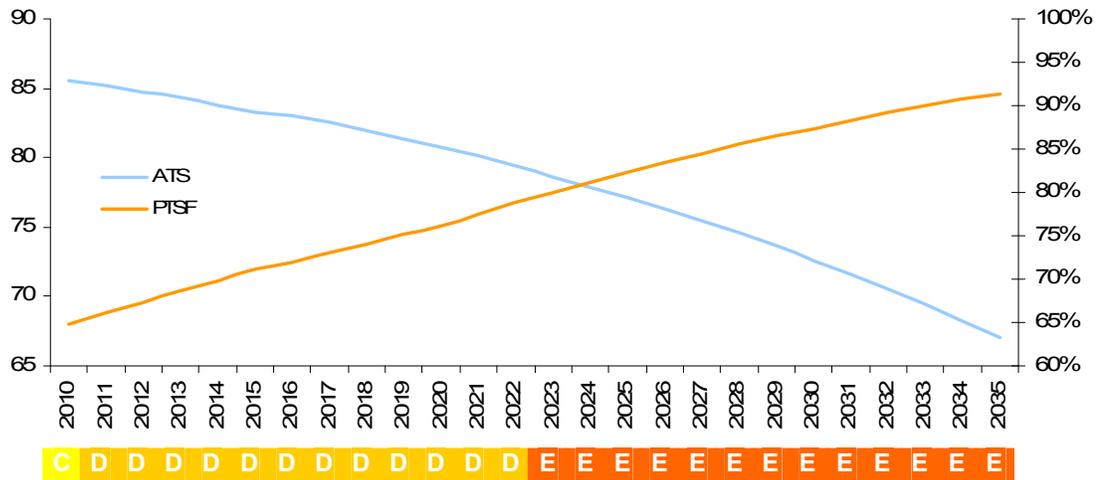


Gráfico 1-34: Evolución de los ATS, PTSF y LOS 2010-2035

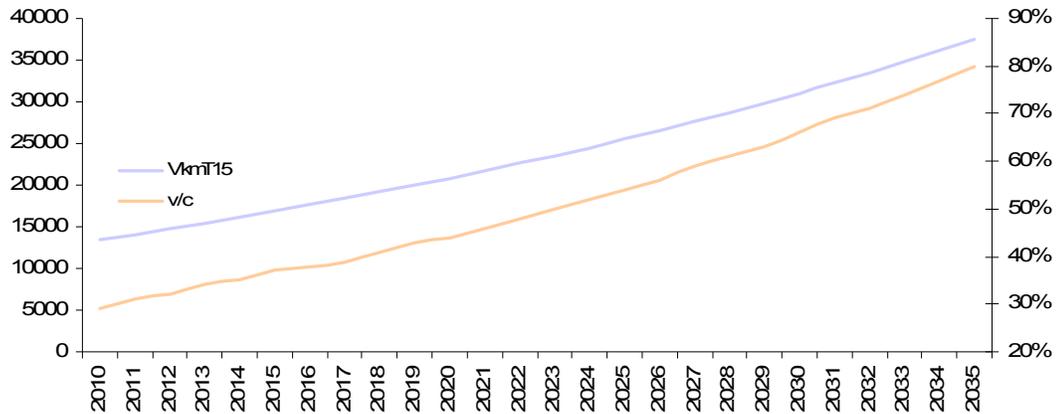


Gráfico 1-35: Evolución del VkmT15 y el v/c 2010-2035

La condición D de estabilidad transitoria duraría 12 años, durante los cuales la velocidad promedio bajaría desde los 85 km/h actuales a 79 km/h en 2022 y el porcentaje del tiempo incurrido en seguir otros vehículos del 65% actual al 80%.

Esta situación alcanza su limite en el año 2023, a partir del cual el nivel de servicio es E y por lo tanto inestable. Es decir que el puente colapsaría hacia 2023 con un deterioro progresivo de la calidad del servicio desde el año 2011. Durante el cual se observarían graves pérdidas de tiempo a causa de alteraciones aleatorias en el flujo vehicular.

Puentes del Litoral tiene estipulado ampliar la autopista una vez que se alcancen los 8000 TMDA. Este caudal se alcanzaría recién en 2018, lo cual quiere decir que en el lapso de los cinco años restantes hasta el 2023 se deben concluir las obras para evitar una operación impredecible e inestable.

2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Con el propósito de ofrecer soluciones para el tráfico pesado y liviano se estudiará el impacto económico que tienen las alternativas disponibles mediante herramientas cuantitativas. Como ya se vio en la sección anterior, esta variable explica el tráfico de vehículos pesados y es por eso que se la emplea como única variable explicativa.

La herramienta empleada es la programación lineal. Esta herramienta se aplica sobre un modelo de red para el sistema multimodal de transporte. Los indicadores que definen cada estado de situación son en este caso los costos logísticos y el tráfico pasante por el corredor Rosario-Victoria.

2.1. INTRODUCCIÓN

El sistema logístico se puede describir como un modelo de red. En este modelo las cargas tienen fuentes en los distintos departamentos productores de granos y sumideros en los puertos ultramarinos y departamentos avícolas (consumidores de granos). La red a través de la cual se deben transportar las cargas está comprendida por el circuito de rutas y autopistas, ríos navegables y líneas ferroviarias.

2.1.1. METODOLOGÍA

Para evaluar el impacto económico de las alternativas se simplificó la logística provincial con un modelo multimodal de flujo. Para construir las restricciones de este sistema se plantean las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Costo de Transporte} &= \sum_k \sum_i \sum_{j \neq i} (CV_{ij} \cdot r_{ij})_k, \quad k : \text{medio de transporte, } i : \text{origen y } j : \text{destino} \\ \sum_j Q_{ji} - Q_{ij} &= Q_i, \quad \forall i \quad Q : \text{Movimiento de granos} \end{aligned} \quad (2-1)$$

Esquema

Con las restricciones antes enunciadas se construyeron las ecuaciones objetivo y las restricciones lineales propias del modelo de red. Estas ecuaciones se cargaron en el programa de optimización LINDO, con el fin de minimizar el costo de transporte. Este óptimo sirve como referencia para evaluar cada sistemas logístico de acuerdo al mejor resultado que puede ofrecer.

El ahorro de todo el sistema logístico se estudió mediante el óptimo del sistema lineal. Este punto es una referencia del mejor uso de la red logística, lo cual no es necesariamente el uso real de la red de transporte.

Objetivo

Con esta técnica se procuró ofrecer un esquema de análisis objetivo y cuantitativo de las medidas sugeridas por autoridades en la materia. Así se puede estudiar la conveniencia de privilegiar y desestimar acciones para lograr de forma eficiente una reducción de los costos logísticas a los productores entrerrianos.

Es importante aclarar que el óptimo lineal del sistema mencionado procura ser comparativo y su valor absoluto no es representativo de una variable económica conocida. Este valor se emplea sólo a efectos de comparación entre alternativas.

2.2. ANÁLISIS

Para poder describir el sistema lineal se deben describir las restricciones en el transporte de cargas. Estas restricciones deben estar expresadas en ecuaciones e inecuaciones lineales.

Las ecuaciones corresponden al flujo de cargas. Como simplificación se asumió que cada departamento está representado por un punto en el espacio. Estos puntos son los nodos de la red, los cuales pueden ser alternativamente fuentes así como sumideros, dependiendo del saldo exportable de cada departamento. El nodo tiene una entrada o salida neta de cargas dependiendo de cual sea el balance entre consumo y producción de ese departamento.

Estas cargas son transportadas por camiones, barcos y ferrocarriles. Estos medios de transporte son representados como ingresos o egresos de cargas en el nodo. Cada medio de transporte puede transportar cargas hacia o desde el nodo, es por esto que se debe incluir en la ecuación ambos sentidos de circulación por cada medio disponible.

2.2.1. FLUJO COMERCIAL

El flujo comercial es el resultado de la combinación de las economías regionales y la red multimodal de transporte. Se debe entender la causa y naturaleza del flujo de cargas para poder reproducirla fielmente con un modelo matemático apropiado, tomando como eje del análisis al corredor logístico bajo estudio. El comercio puede ser nacional (interprovincial) o internacional.

Comercio internacional

Existen tres causas de tráfico pesado atribuible al comercio internacional, a saber:

Camiones cerealeros e industriales desde Entre Ríos

Para precisar el volumen comercial de Entre Ríos, se recabó información correspondiente al año testigo 2007:

	ASEAN	CAN	Chile	China	Medio Oriente	MERCOSUR	NAFTA	UE-27	Otros	Total
Entre Ríos	47	53	95	238	54	258	57	169	263	1.232

Tabla 2-1 – Exportaciones Provinciales por destino año 2007 -millones de US\$-

	Primarios	MOA	MOI	Comb. y Energía	Total
Entre Ríos	758	337	89	47	1231

Tabla 2-2 –Exportaciones Provinciales del año 2007 por Grandes Rubros –millones de US\$-⁸³

Las exportaciones que atraviesan el puente son una fracción de las exportaciones totales. Se deben excluir las exportaciones con destino dentro del MERCOSUR. También deben desestimarse las exportaciones desde puertos entrerrianos y las cargas que atraviesen el túnel subfluvial en lugar del puente Rosario-Victoria.

Como se observa en la tabla 44, el aporte de exportaciones industriales es despreciable. Por eso se restringió el estudio a las nomenclaturas comunes del MERCOSUR (N.C.M.) 10 (Cereales) y 12 (Oleaginosas). En estos capítulos se concentra el 82% en peso de las exportaciones provinciales⁸⁴ y comprende a la totalidad de los cultivos extensivos.

Puente Rosario-Victoria

Se debe entonces evaluar el volumen de exportaciones pasante por el puente, para ello se excluyeron del estudio las exportaciones entrerrianas desde puertos propios o por medio terrestre. Es por eso que sólo se relevaron las exportaciones anuales a través de las aduanas provinciales y del MERCOSUR.

⁸³Centro de Economía Internacional (2008) “Exportaciones provinciales del año 2007”. Preparado para el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y culto | Secretaría de Comercio y Relaciones Económicas Internacionales: pp. 5, 10.

⁸⁴ INDEC (2007) “Anuario Comercio Exterior”. Publicado por INDEC, ISSN 03275035.

El volumen de exportaciones restantes transita tanto por el túnel subfluvial como por el puente Rosario-Victoria. Para repartir el volumen entre el túnel subfluvial y el corredor Rosario-Victoria se siguió la recomendación de AACREA al asumir un movimiento de cargas igual al 95% de las exportaciones totales de la provincia a través del puente Rosario-Victoria.

Consumo Interno

El consumo de cereales de la provincia es explicado en su mayor parte por la industria avícola. Esta industria produjo un total de 229 millones de cabezas de pollo⁸⁵. Al consumir un pollo 6,8 kg de alimento⁸⁶, la cantidad de cereales y oleaginosas demandas por esta industria asciende a 1.557.200 toneladas de soja y maíz.

DESCRIPCIÓN	TON	Miles US\$
Capítulo 10	1.909.680	354.075
Capítulo 12	1.005.850	292.272
Exportación Externa Total	2.915.530	646.347
Exportación Externa Entre Ríos	1.008.564	223.590
Exportación Externa MERCOSUR	219.507	48.663
Túnel Subfluvial	84.373	18.705
RN 174	1.603.086	355.390
Exportación Externa Otros	1.687.459	374.094
Exportación Interna Total	2.742.406	-
RN 174	2.605.286	-
Túnel Subfluvial	137.120	-
Consumo	1.557.200	-
Producción	7.215.136	-

Tabla 2-3: Resumen de destinos y camino de la producción

A sabiendas de que los camiones cerealeros transportan 27 toneladas de carga neta, se puede calcular la cantidad de camiones explicados por esta causa. Las exportaciones cerealeras que atraviesan la RN 174 representan 155.866 camiones.

⁸⁵ Centro Empresas Procesadoras Avícolas (2008) "Participación en la Faena por Provincia – Año 2007". Disponible online: http://www.aviculturaargentina.com.ar/estadisticas/2007/faena_ano_2007.htm (Acceso Julio 2011)

⁸⁶ Chiba L. I. (2009) "Animal Nutrition Handbook". Auburn University: pp 329.

Camiones cerealeros e industriales desde otras provincias

Se asume que los camiones que exportan mercadería desde las provincias al oeste de Entre Ríos circulan por el puente Rosario-Victoria. Este flujo se calculó sobre datos filtrados por provincia en la cual esté radicada la razón social. La búsqueda se restringió a los cinco pasos internacionales más relevantes: Gualeguaychú, Colón, Concordia, Paso de los Libres y Santo Tomé. A continuación se resume gráficamente la información aduanera recabada:

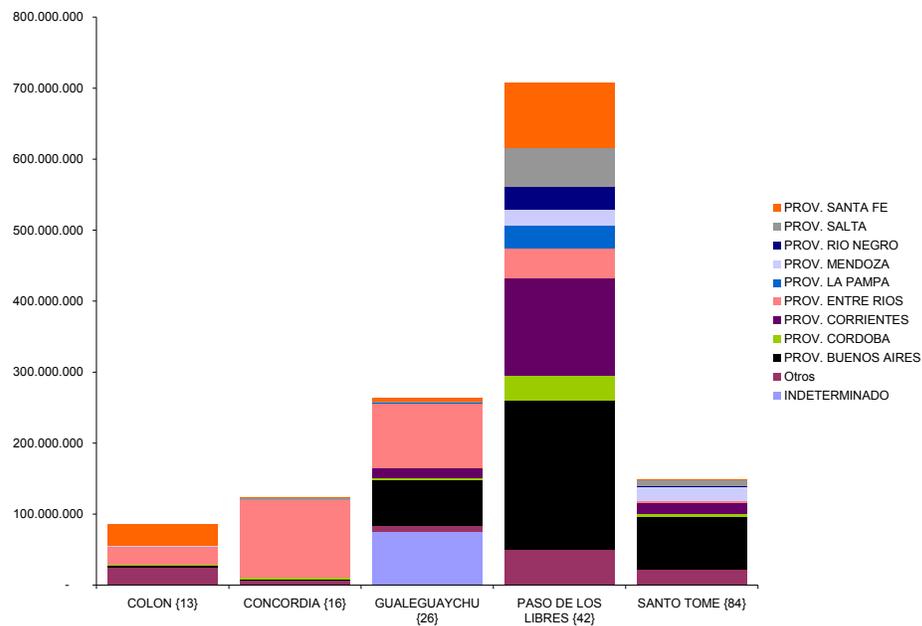


Gráfico 2-1: Exportaciones desde otras provincias a través de los principales pasos fronterizos

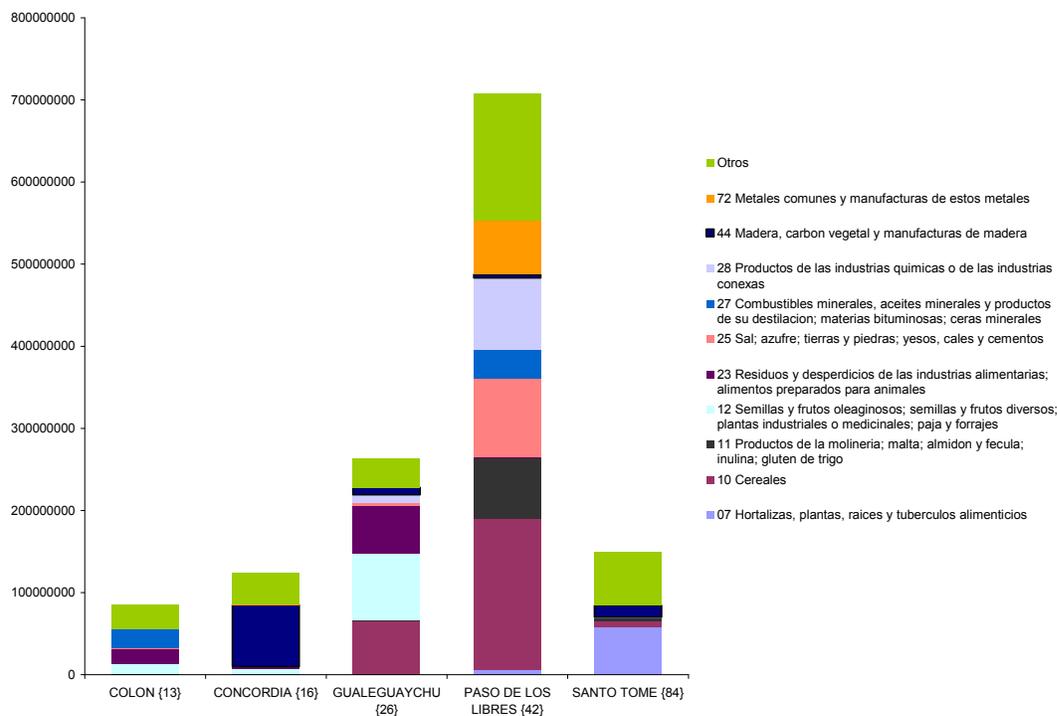


Gráfico 2-2⁸⁷: Exportaciones por los principales pasos fronterizos por rubro

Para cada posición arancelaria se obtiene una carga promedio de camiones y una vez conocido el peso de carga transportada se puede calcular el número de camiones que transitan el puente. Los camiones que cruzan el puente dadas estas condiciones ascienden a 14331 en 2007.

Camiones cerealeros e industriales desde otros países

La tercera explicación del tráfico pasante corresponde a las cargas de origen internacional que atraviesan Entre Ríos con destino a otras provincias. Nuevamente se consultó el Sistema María de forma de poder desagregar las importaciones por importador probable. De estos importadores probables se tiene como dato la razón social, que tiene un domicilio real de radicación. Se simplificó la búsqueda restringiendo los importadores al 20% que representan el 80% del volumen transado. Con esta información se pudo replicar la técnica de análisis empleada en el punto anterior. Esto explica 20953 camiones anuales.

⁸⁷ Base de datos del Sistema María (2010). Disponible online: www.nosis.net (Acceso Julio 2011)

Comercio interprovincial

Para determinar el flujo de camiones por comercio interprovincial no existen estadísticas disponibles que permitan analizar este concepto en detalle. Se asumió entonces que el volumen de tráfico no explicado por los incisos anteriores corresponde al tráfico interprovincial de pesados.

Para ello se calculó el flujo anual de pesados. El total de pesados de 6 ejes que transitaron el puente en 2007 suma 202.590⁸⁸. Por lo tanto, los camiones que transportaron cargas entre provincias ese mismo año deben totalizar 11.440 lo que equivale a un 5,6% del tráfico de vehículos pesados.

2.2.2. FLUJO MATERIAL

Conocidas las causas del tráfico se debe estudiar el impacto físico del flujo comercial en la infraestructura de transporte. Este impacto se mide en términos de cargas desplazadas. Del análisis comercial se rescata que el tráfico de granos es el de mayor relevancia con un 75% del volumen de las cargas transportadas por el puente Rosario-Victoria. Por este motivo se simplificará el tráfico de cargas asumiéndolo igual al tráfico de granos.

Externo

Los granos que se destinan al mercado internacional deben transitar por los puntos de salida de la provincia. Existen puntos de salida por los medios fluviales y viales.

Origen

Las cargas se desplazan desde los focos de producción hasta las zonas de despacho. Los focos de producción son los departamentos productores en la provincia de Entre Ríos. Las zonas de despacho se encuentran tanto dentro como fuera de la provincia. En el caso de despacharse desde otra provincia es necesario que las cargas transiten un medio carretero de egreso de la provincia.

⁸⁸ Gentileza Puentes del Litoral SA.

Distancias

El representar cada departamento como un punto permite medir las distancias entre localidades. Tomando como referencia a la intersección de las rutas principales de cada departamento, se consultaron los mapas de la provincia y con estas medidas se confeccionó la tabla de distancias entre departamento. Las distancias obtenidas se resumen en la tabla anexa⁸⁹.

Saldo exportable

Los movimientos de cargas se estiman sobre la base de las proyecciones de producción de granos⁹⁰. A la producción se le debe restar el consumo interno para obtener el saldo exportable⁹¹. El consumo se estima en base a lo asumido en la proyección de producción, es decir que se debe restar lo producido a lo exportado para toda la provincia.

Los valores provinciales se prorratan por departamento de acuerdo a la proporción de granjas de producción de carne de pollo en 2005:

DEPARTAMENTO	%
COLON	21,11%
CONCORDIA Y FEDERACION	3,17%
FEDERAL	0,14%
FELICIANO	0,00%
GUALEGUAY Y TALA	9,41%
LA PAZ	1,19%
NOGOYA	1,71%
PARANA, DIAMANTE Y VICTORIA	9,54%
URUGUAY Y GUALEGUAYCHU	48,79%
VILLAGUAY Y SAN SALVADOR	4,94%

Tabla 2-4⁹²: Distribución de granjas productoras en Entre Ríos

El saldo neto exportable de cada departamento es el volumen de cargas a desplazar a través de la red de transporte multimodal.

⁸⁹ Ver anexo VII

⁹⁰ Ver resultados I

⁹¹ Ver resultados II

⁹² Dr. Schell H.; Cislighi, A. M.; Tec. en Prod. Avic. Bujía D. (2008) "Información de la actividad avícola en Entre Ríos Año 2008". Trabajo preparado por la Dirección General de Ganadería y Avicultura | Subsecretaría de la Producción: pp. 5

Destino

Sin importar el destino, las cargas se desplazan a lo largo de la provincia de la manera más económica hasta alcanzar los puntos de salida. Un supuesto importante es que la provincia no tiene capacidad de retener cargas en forma de existencias más allá del año. Estos puntos de salida son los puertos entrerrianos, puentes y túnel subfluvial:

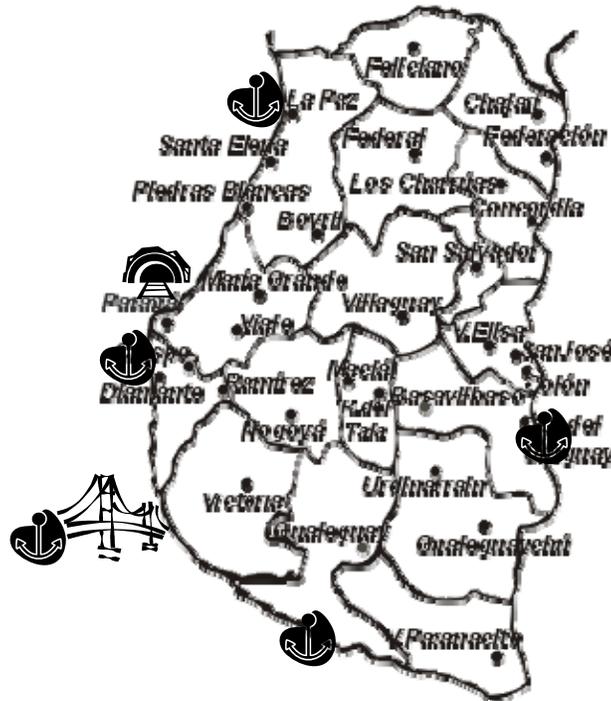


Ilustración 2-1: Mapa de salidas de Entre Ríos

Puertos

El transporte fluvial tiene al puerto como base de transferencia para pasar de medios terrestres a medios acuáticos. La provincia de Entre Ríos cuenta con cuatro puertos propios: Concepción del Uruguay, en el cauce del río Uruguay y Diamante, La Paz e Ibicuy, en el cauce del río Paraná. Además existen puertos menores sobre ambos ríos que no se consideran en este trabajo.

El transporte fluvial puede ser ultramarino o barcacero. En caso de ser un puerto de ultramar, los granos cargados al buque son transportados hasta el destino de las exportaciones. En el caso de los puertos barcaceros debe existir

un puerto intermedio donde se transfieran las carga desde la barcaza al buque ultramarino.

Los puertos ultramarinos son los de mayor calado. Entre ellos se encuentran: Ibicuy, Rosario y Diamante. Estos puertos pueden servir tanto a buques graneleros como a barcazas de poco calado.

Por otra parte, los puertos barcaceros son los de La Paz y Concepción del Uruguay.

Capacidad

Para considerar las limitaciones de capacidad de los puertos en el análisis se calcularon las capacidades de congestión de los mismos. Se entiende por capacidad de congestión al volumen de tráfico en el cual el tiempo total por unidad cargada es mínimo, gráficamente equivale al punto M del próximo gráfico:

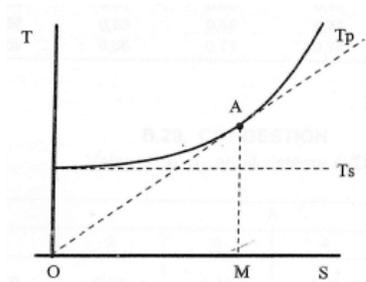


Gráfico 2-3⁹³: Relación entre tiempo de carga y unidades cargadas

Para calcular el valor de M, se deben resolver las siguientes equivalencias en esta condición de operación:

$$\rho_c = \frac{\lambda}{\mu}, \lambda: \text{Arrivos y } \mu: \text{Salidas}$$

$$M = 365 \cdot 8 \cdot \mu \quad (2-2)$$

$$\xi = \frac{\sigma^2}{\lambda^2}$$

El parámetro ρ_c se obtiene de tablas en función de las zonas de amarre (a) y la irregularidad (ξ)⁹⁴.

⁹³ Maldonado Inocencio, J. L. (1999) "La Planificación Portuaria I. Análisis de la Capacidad Portuaria Ligada a Infraestructura y Equipamientos". Publicado por Tema Grupo Consultor S.A.: pp. 53.

⁹⁴ Ver Anexo II

Para poder usar la tabla se tiene que calcular la irregularidad; para ello es necesario estimar la frecuencia y dispersión entre arribos. Se parte de la base de que la distribución de tiempo entre arribos es exponencial y el tiempo de servicio es normal. Esto define un sistema de colas M/G/a.

El tiempo medio entre arribos se calcula sobre el peso exportado por puerto de partida, considerando las siguientes cargas admisibles por buque y por puerto (Ton):

PUERTO	CARGA
SAN LORENZO	45000
ROSARIO	45000
DIAMANTE	30000
CONCEP. DEL URUGUAY	20000

Tabla 2-5⁹⁵: Capacidad de carga por buque

EXPORTACIONES (Ton)						
Aduanas	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SAN LORENZO	39.855.885	39.934.741	47.302.434	52.745.846	39.327.324	48.551.432
ROSARIO	15.795.922	14.947.031	19.840.807	21.933.559	12.938.215	18.984.991
DIAMANTE	521.651	563.808	663.480	601.678	268.203	423.511
CONCEP.DEL URUGUAY	75.835	82.468	110.988	62.533	57.002	43.705
BUQUES						
Aduanas	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SAN LORENZO	886	887	1051	1172	874	1079
ROSARIO	351	332	441	487	288	422
DIAMANTE	17	19	22	20	9	14
CONCEP.DEL URUGUAY	4	4	6	3	3	2

Tabla 2-6⁹⁶: Evolución de exportaciones 2005-2010

Las irregularidades para todos los puertos son nulas y a continuación se muestran los parámetros calculados para cada uno de los puertos bajo estudio⁹⁷:

⁹⁵ Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina (2010) "Infraestructura de Transporte de Cargas en la República Argentina – Actualización del Estado de Situación y Propuesta para el Modo Vial". Publicado por el Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina.

⁹⁶ Base de datos del Sistema María (2010). Disponible online: www.nosis.net (Acceso Julio 2011)

⁹⁷ Ver anexo X

PUERTO	a ⁹⁸	ρ _c
ROSARIO – SAN LORENZO	11	0,85 ⁹⁹
DIAMANTE	6	0,78
CONCEP. DEL URUGUAY	1	0,59
IBICUY	2	0,66

Tabla 2-7: Parámetros de cálculo para distintos puertos

Conociendo el valor de ρ_c de cada uno de los puertos, se puede despejar la tasa de arribos de congestión para cada puerto de acuerdo a la siguiente equivalencia:

$$\lambda_c = \rho_c \cdot \mu \quad (2-3)$$

La incógnita restante es μ (tasa de servicio), la cual se calcula a partir de la velocidad de carga instalada en cada puerto:

Puerto	Almacenamiento (Ton)	V (Ton/h)
ROSARIO – SAN LORENZO ¹⁰⁰	2.371.000	20500
DIAMANTE	60.000	1000
CONCEP.DEL URUGUAY	30.000	1000
IBICUY	80.000	-

Tabla 2-8¹⁰¹: Capacidad instalada en los puertos

Se puede calcular la tasa de servicio a partir de la velocidad de carga:

$$\mu = \frac{V \left[\frac{\text{Ton}}{\text{hs}} \right] 8 \frac{\text{hs}}{\text{día}} 365 \frac{\text{días}}{\text{año}}}{Q \left[\frac{\text{Ton}}{\text{Buque}} \right]} \quad (2-4)$$

Finalmente, la tasa de arribos de congestión se calcula como:

$$M[\text{Ton}] = \rho_c \cdot \mu \quad (2-5)$$

⁹⁸ IIE (2003) “La infraestructura del transporte en el cono sur”. Publicado en el trabajo El balance de la Economía Argentina 2003: pp. 119-143.

Sitio web de la Prefectura Naval Argentina:

<http://www.prefectura naval.gov.ar/pzonas/pzbu/puertos/puerto1.htm> (Acceso Julio 2011)

⁹⁹ El cálculo surge de una extrapolación logarítmica.

¹⁰⁰ Se consideran los muelles graneleros desde el km. 402 (Gral. Lagos) hasta km. 456 (Pto. San Martín)

¹⁰¹ Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (2010) “Capacidad de Almacenaje y Ritmo de Carga para Cereales y Harinas Proteicas”. Disponible online: <http://www.ciara.com.ar/tablas/facport.xls> (Acceso Julio 2011)

Puerto	M (Ton)
CONCEP.DEL URUGUAY	1.722.800
DIAMANTE	2.277.600
ROSARIO – SAN LORENZO	76.321.500
IBICUY	-

Tabla 2-9: Capacidades por puerto

Esta capacidad de congestión se considerará igual a la capacidad del puerto.

Vial

Existen varios medios de conexión física entre la provincia de Entre Ríos y los demás países y provincias. Estos medios se pueden dividir entre rutas, puentes y túnel.

Rutas

Al norte de la provincia existe una conexión física con la provincia de Corrientes a través de las rutas: 14 y 127, al este y 12, al oeste.

La ruta 127 atraviesa diagonalmente la provincia desde Paraná y Diamante e interseca a la ruta 14 en la provincia de corrientes. La ruta 14 atraviesa Entre Ríos desde el puente Zarate-Brazo Largo al sur de la provincia hasta los pasos fronterizos de Santo Tomé y Paso de los Libres en Corrientes. La ruta 12 se abre de la ruta 14 a partir de Ceibas y atraviesa Entre Ríos diagonalmente. El tramo interprovincial empieza en el departamento de Paraná y recorre la costa del Paraná hasta la provincia de Corrientes.

Se desprende del estudio de flujo comercial que el tráfico por estos pasos es despreciable.

Puentes

Existen puentes internacionales e interprovinciales. Los puentes internacionales son los de las ciudades de Concordia, Colón y Gualaguaychú que vinculan Entre Ríos con Uruguay. Los puentes interprovinciales en existencia son el de Rosario-Victoria y el de Zarate-Brazo Largo.

De acuerdo al análisis comercial se sabe que las cargas que atraviesen los puentes internacionales pueden considerarse nulas. En cuánto al tráfico interprovincial, el puente que vincula Rosario y Victoria es el de mayor

importancia para el sistema, mientras que el de Zarate-Brazo Largo no toma cargas según los supuestos del estudio.

Túnel

El túnel subfluvial vincula las ciudades de Paraná y Santa Fe. Este paso es el punto de salida secundario y se asume que las cargas que se transportan por esta vía tienen como destino final el puerto de Rosario.

Interno

El transporte interno consta de la infraestructura de transporte que permite el movimiento de cargas dentro de la provincia.

Red vial

En primer lugar, se describe el impacto económico del transporte carretero. Esta modalidad de transporte media siempre en la cadena de valor entre el productor y el exportador. Puede ser un transporte intermedio entre el productor y el puerto, entre el productor y el ferrocarril o entre el ferrocarril y el puerto.

Distancias

Esta información está resumida en el anexo VII.

Costos

Para estimar el costo de transportar cargas por medio carretero se tomaron como referencia las tarifas de CATAC para 2010¹⁰². Este tarifario indica el costo de transportar una tonelada para distintas distancias. Este costo es aproximadamente lineal con pendiente 0,3 \$/km.ton y 31 \$/ton de costo fijo. Esta correlación es significativa y representativa de la muestra ($R^2=0,999$):

¹⁰² Confederación Argentina del Transporte Automotor de Cargas (2010) "Tarifario 2010". Disponible online: <http://www.catac.org.ar/tarifa/TARIFA%20CATAC%202010.pdf> (Acceso Julio 2011)

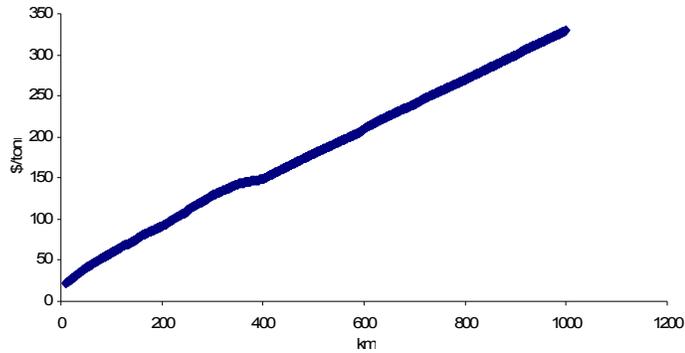


Gráfico 2-4: Relación entre costos por tonelada y distancia recorrida en camión

Red ferroviaria

La red ferroviaria de la provincia de Entre Ríos ya fue presentada en el mapa del anexo VI. Esta red se asume en capacidad de transportar cargas desde cualquier estación y por cualquier ramal. De hecho, el modelo se construyó superponiendo una red ferroviaria superpuesta a la red carretera preexistente.

Distancias

Para dimensionar el impacto económico se asumieron como distancias del trazado a las distancias entre localidades¹⁰³. Las localidades que se consideraron fueron las más cercanas a las estaciones que figuran en el mapa. El trazado no siempre es recto y en los casos en que la distancia puede variar de lo tabulado se agregaron factores de corrección. Las distancias entre estaciones son:

¹⁰³ Ver Anexo VIII

DESDE	HACIA	DISTANCIA
Pto. Diamante	Crespo	34
Crespo	Paraná	45
Paraná	El Pingo	60
Crespo	El Pingo	60
Crespo	Basavilbaso	163
El Pingo	Federal	141
Federal	San Jaime	90
Federal	Concordia	110
Chajarí	Concordia	85
Concordia	Villaguay	120
Villaguay	Basavilbaso	63
Basavilbaso	Urdinarrain	37
Basavilbaso	Pto. Uruguay	66
Concordia	Pto. Uruguay	145
Urdinarrain	Gualeguaychú	49
Urdinarrain	Gualeguay	77
Gualeguay	Pto. Ibicuy	117

Tabla 2-10: Distancias entre estaciones

Costos

El costo de transportar las cargas por medio ferroviario es el correspondiente a la tarifa por kilómetro y tonelada. La tarifa de América Latina Logística se obtiene del boletín estadístico de la CNRT¹⁰⁴. Al nivel económico de 2010 la tarifa es de 0,11 \$/km.Ton.

Red fluvial

En tercer lugar, el transporte fluvial es el transporte por barcazas a través de los ríos interiores. Los puertos de partida de barcazas son La Paz y Diamante, mientras que los puertos de trasbordo a buques ultramarinos son los que están ubicados en el cauce del Paraná: Santa Fe, Diamante, Rosario-San Lorenzo y Gualeguay-Ibicuy.

Distancias

A continuación se resumen las distancias entre puertos:

¹⁰⁴ Comisión Nacional de Regulación del Transporte (2011) "Datos Generales Históricos – 2010". Disponible Online: <http://www.cnrt.gov.ar/infoferro/Datos%20Generales%20históricos%20-%202010.XLS> (Acceso Julio 2011)

	LA PAZ	DIAMANTE	ROSARIO	IBICUY
LA PAZ	0	235	365	562
DIAMANTE	235	0	130	327
ROSARIO	365	130	0	197
IBICUY	562	327	197	0

Tabla 2-11: Distancias entre puertos

Costos

Interno

El costo de transporte fluvial mediante barcazas es de 0,08 \$/Ton.km¹⁰⁵

Ultramarino

El costo del transporte naviero es proporcional al tiempo de alquiler del buque. Este tiempo se insume en: la espera en puerto, carga de granos, flete interno y flete ultramarino. Estos tiempos varían entre los puertos que prestan servicios a buques de ultramar:

Puerto	TIEMPO (días)		
	Puerto	Flete int. ¹⁰⁶	Flete ext. ¹⁰⁷
CONCEP.DEL URUGUAY	4	0,5	74
DIAMANTE	3	0,8	74
ROSARIO – SAN LORENZO	4,1	0,6	74
IBICUY	2	0,3	74

Tabla 2-12: Tiempo total de flete

A su vez, el costo de la carga es inversamente proporcional a la carga neta que transporta el buque. Esta carga neta es función del calado efectivo del cauce navegable, esta relación surge de una aproximación por calado a la capacidad del buque¹⁰⁸.

¹⁰⁵ Comisión de Uso y Fomento de las Hidrovías, Bolsa de Cereales de Rosario (2010) "Hidrovía Paraná-Paraguay 2008 2009". Disponible online:

<http://www.bcr.com.ar/cufhid/Info%20Hidrovias/CUFHID%20Hidrov%C3%ADa%20Paran%C3%A1-Paraguay-25%2008%2009.doc> (Acceso Julio 2011)

¹⁰⁶ La velocidad del buque se asume a 28 km/h (15 nudos)

¹⁰⁷ Se considera el criterio de viaje a China por ser los mercados del lejano oriente los mayores consumidores de productos agrícolas.

¹⁰⁸ Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina (2010) "Infraestructura de Transporte de Cargas en la República Argentina – Actualización del Estado de Situación y Propuesta para el Modo Vial". Publicado por el Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina.

Puerto	Calado (ft)	Carga neta (ton)
CONCEP.DEL URUGUAY	23	25000
DIAMANTE	28	30000
ROSARIO – SAN LORENZO	34	45000
IBICUY	50	50000

Tabla 2-13: Capacidad de carga y calado por puerto

Es por eso que se puede aproximar el costo del flete por tonelada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo} \left[\frac{\$}{\text{ton}} \right] = \frac{\text{Alquiler} \times \text{dia} \cdot (T_{\text{puerto}} + T_{\text{flete int}} + T_{\text{flete ext}})}{\text{Capacidad} \times \text{Buque}} \times \epsilon \left[\frac{\$}{\text{USD}} \right]^{109} \quad (2-6)$$

Puerto	Costo (\$/ton)
CONCEP.DEL URUGUAY	477
DIAMANTE	394
ROSARIO – SAN LORENZO	265
IBICUY	232

Tabla 2-14: Costo por tonelada y por puerto

2.2.3. MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL

El modelo lineal tiene como propósito ser un esquema objetivo de análisis y comparación de alternativas de mejora. En el anexo IV se adjunta el modelo de programación lineal empleado como base para evaluar las alternativas de mejora.

2.3. CONCLUSIÓN

La aplicación del modelo propuesto describe al sistema logístico a través de una serie de indicadores. Tal como está configurado actualmente el sistema logístico, el mejor provecho de la infraestructura instalada se logra utilizando exclusivamente el puente Rosario-Victoria.

Según el modelo las exportaciones de toda la provincia deberían atravesar el corredor Rosario-Victoria, salvo 168.000 toneladas que parten desde el puerto de La Paz con destino al puerto de Rosario. El costo de toda la operación logística en la provincia de Entre Ríos tiene un costo total de 1065 millones de pesos. Estos valores definen un objetivo que sirve como referencia a la hora de comparar alternativas.

¹⁰⁹ USD 1 = \$ 4

2.3.1. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS

Para replicar la metodología ya descrita al análisis de escenarios propuestos, se debe modificar el modelo de programación lineal adjunto de forma tal que replique las alternativas sugeridas. Es por eso que las restricciones lineales del modelo son relajadas o modificadas para incluir alternativas de transporte al modelo original.

Estos cambios son: aumentar la capacidad de los puertos, eliminar las restricciones al transporte por los ramales ferroviarios y modificar costos como efecto de las medidas adoptadas.

3. ALTERNATIVAS

Una vez alcanzado el diagnóstico operativo del puente, se deben evaluar las alternativas a disposición. Para construir alternativas se estudió la cadena logística descrita al principio de este trabajo, prestando atención a la dinámica interna del sistema.

El problema de capacidad tiene dos maneras de ser resuelto: disminuir el tráfico pasante por el puente o adecuar la infraestructura a la capacidad necesaria. Para aumentar la capacidad de la infraestructura se debe promover la ruta a una autopista. Para disminuir el tráfico se debe aumentar el consumo de granos, aumentar el nivel de existencias o adecuar instalaciones de exportación en otras locaciones. Para materializar esas alternativas se sugieren las siguientes propuestas:

- Ampliación de corredor vial a autopista de cuatro (4) o seis (6) carriles
- Dragado a mayor calado de los puertos interiores
- Acondicionamiento de la red ferroviaria
- Mejora del transporte barcacero

Las alternativas se evalúan en función del ahorro que representan para la logística provincial y del nivel de inversión requerido para capitalizar tal ahorro. También se pueden distinguir las soluciones entre sistemáticas y complementarias.

Las soluciones sistemáticas son aquellas que alteran el flujo de mercaderías, debido a que reconfiguran el sistema logístico. Los medios que de por sí no son una solución sistemática son complementarios. Estas pueden mejorar los costos logísticos si son implementadas a la par de una solución sistemática. Es decir que son sinérgicas pero por sí solas tienen un bajo aporte marginal. Es por eso preciso estudiarlas a la par de una propuesta sistemática.

En resumen, se pueden esquematizar las soluciones según su nivel de integración intermodal:

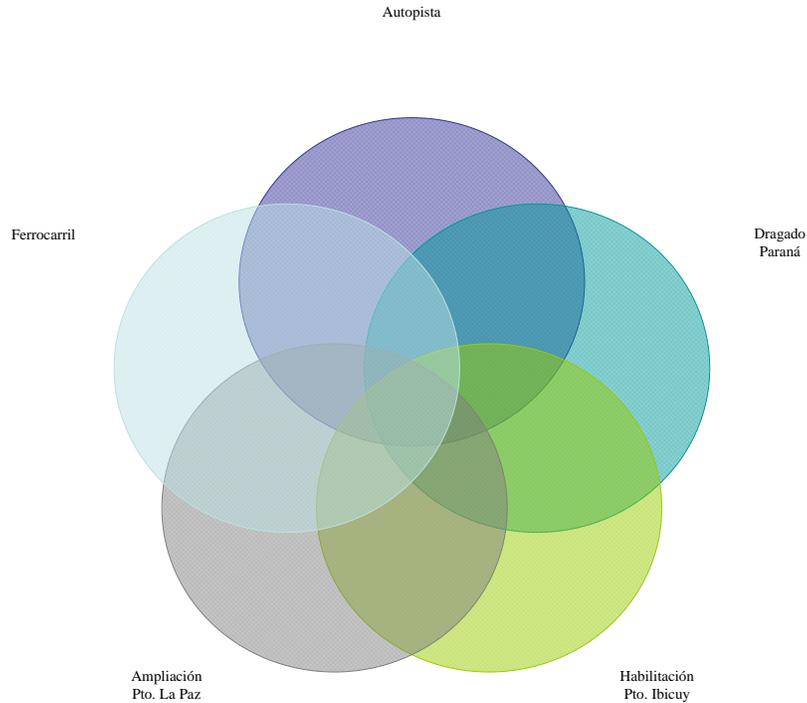


Ilustración 3-1: Representación de las soluciones posibles

La integración de soluciones da una idea de la mayor complejidad e inversión en la que se incurre al complementar alternativas. Mientras las soluciones ferroviarias y fluviales son factibles, estas son complementarias a las soluciones viales y portuarias que se proponen (Dragado del Paraná hasta Diamante, Autopista y puerto de Ibicuy).

Estas soluciones se pueden combinar entre sí para lograr una nueva configuración del sistema logístico. La conveniencia de cada configuración va a depender de su ahorro e inversión necesaria.

3.1. FERROCARRIL

Tal como fue mencionado, el transporte ferroviario es una solución complementaria. De por sí no reconfigura el modelo de transporte pero sí ayuda a abaratar los costos como un sustituto del transporte carretero.

3.1.1. DESCRIPCIÓN

El modelo base asume que el transporte ferroviario no es factible en la práctica. Esto se hace evidente al notar que de una producción de 7,2 millones de toneladas de granos en 2007 solo el 3,4% se transportó por ferrocarril¹¹⁰. Sin embargo, ya existe un trazado ferroviario operativo pero no integrado a la logística provincial. El ferrocarril se incluye en este trabajo con el propósito de presentar la viabilidad económica de su integración a la cadena logística.

El análisis de capacidad de la infraestructura ferroviaria es muy similar al análisis de capacidad de carreteras y es asimilable al concepto de LOS. Este análisis fue consultado en el *National Rail Freight Infrastructure Capacity and Investment Study* de la Association of American Railroads con la cooperación de Cambridge Systematics, Inc. Dado que la traza ya existe, el aumento de capacidad depende de las modificaciones del sistema de control del tendido. En función de las características de diseño de la traza se tiene una capacidad tope en cantidad de trenes diarios. Esta escala es progresiva y a mayor complejidad de infraestructura ferroviaria, mayor es la capacidad:

Desde				Hacia			
Nº de vías	Control	Mínimo	Máximo	Nº de vías	Control	Mínimo	Máximo
1	NS-TWC	16	20	1	CTC-TCS	30	48
2	NS-TWC	28	35	2	CTC-TCS	75	100
1	ABS	18	25	1	CTC-TCS	30	48
2	ABS	53	80	2	CTC-TCS	75	100
1	CTC-TCS	30	48	2	CTC-TCS	75	100
2	CTC-TCS	75	100	3	CTC-TCS	133	163
3	CTC-TCS	133	163	4	CTC-TCS	173	230
4	CTC-TCS	173	230	5	CTC-TCS	248	340
5	CTC-TCS	248	340	6	CTC-TCS	360	415

Tabla 3-1¹¹¹: Capacidades de sistemas ferroviarios alternativos

El tipo de control NS-TWC es un tipo de control sin señal, este es el tipo de control más simple, utilizado para caudales bajos. Este es el sistema en el que la formación debe solicitar permiso para ingresar a un tramo de la traza.

ABS es el sistema de señalización automática por bloques. En este sistema los tramos están divididos por bloques con semáforos en sus extremos

¹¹⁰ Comisión Nacional de Regulación del Transporte (2008) "Datos Generales Históricos 2007". Disponible online: <http://www.cnrt.gov.ar/index2.htm> (Acceso Julio 2011).

¹¹¹ Cambridge Systematics, Inc. (2007) "National Rail Freight Infrastructure Capacity and Investment Study". Preparado para la Association of American Railroads. Disponible online: www.camsys.com/pubs/AAR_Nat_%20Rail_Cap_Study.pdf (Acceso Julio 2011)

para indicar que el bloque está libre y dar la señal para que avance la próxima formación. El CTC es el sistema de control de tráfico central, mediante el mismo la posición de los trenes es monitoreada a distancia desde un comando central.

3.1.2. INVERSIÓN

La inversión necesaria para aumentar la capacidad de la infraestructura esta tabulada en el mismo trabajo. Esta es función del cambio de sistema que sea necesario para alcanzar la capacidad deseada:

Desde		Hacia		\$ / km
Nº de carriles	Control	Nº de carriles	Control	
1	NS-TWC	1	CTC-TCS	434960
2	NS-TWC	2	CTC-TCS	434960
1	ABS	1	CTC-TCS	310686
2	ABS	2	CTC-TCS	372823
1	CTC-TCS	2	CTC-TCS	2361211
2	CTC-TCS	3	CTC-TCS	2734033
3	CTC-TCS	4	CTC-TCS	2734033
4	CTC-TCS	5	CTC-TCS	2734033
5	CTC-TCS	6	CTC-TCS	2734033

Tabla 3-2: Inversión para ampliación de capacidad de ferrocarriles

3.2. AUTOPISTA

De optar por mantener el presente sistema de transporte se debe ampliar el puente Rosario-Victoria de una ruta de dos sentidos a una autopista de dos o tres carriles por sentido. Esta operación podría complementarse con el ferrocarril y/o con la ampliación del puerto de La Paz.

Esta medida tiene como aspecto favorable el aumentar la seguridad con la que circulan los automóviles, ya que mejora los indicadores de servicio del puente. Entre otras cosas disminuye la siniestralidad debido al cambio de una ruta a una autopista: se eliminan las colisiones frontales durante el sobrepaso y otros accidentes comunes. Pese a ser una mejora necesaria esta solución no es sistemática y no implica un ahorro.

3.2.1. DESCRIPCIÓN

Esta alternativa se evalúa para el año 2035 que es el año más solicitado de todo el horizonte de planificación. En este año el caudal bidireccional de vehículos será de 16169 automóviles repartidos 62/38 en ambos sentidos con un 13% de pesados. Usando los factores de cálculo de la autopista, se evalúan

mediante el Highway Capacity Software ambas alternativas: cuatro y seis carriles.

Bajo estas condiciones el nivel de servicio de una autopista de 2 carriles para 2035 es B, mientras que para 3 carriles es A. Esto se mantiene incluso con un 15% de tráfico adicional a modo de coeficiente de seguridad.

Por otro lado se calcula la necesidad de carriles para esta condición operativa. Usando el mismo programa se puede diseñar una autopista con las variables de diseño como dato y el número de carriles necesarios como solución:

LOS	SENTIDOS	
	1	2
A	2,4	1,5
B	1,5	0,9
C	1,1	0,6

Tabla 3-3: Carriles necesarios por sentido y LOS

En conclusión, para alcanzar niveles de diseño óptimos es necesaria una autopista de dos carriles. No se considera razonable hacer una autopista de tres carriles puesto que un nivel de servicio tipo A es excesivo para el monto de inversión requerida.

Sinergias

Esta solución puede ser combinada con el acondicionamiento del ferrocarril y la ampliación del puerto de La Paz. Se resume a continuación el ahorro sobre el total del sistema para los años testigo 2010, 2018, 2027 y 2035 de las distintas alternativas:

	2010	2018	2027	2035
A	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
A+LP	97,27%	95,76%	94,77%	94,29%
A+FFCC	97,29%	97,20%	96,52%	96,14%
A+LP+FFCC	95,11%	94,26%	93,19%	92,59%

Tabla 3-4 – Costo logístico para la construcción de una autopista con respecto al escenario base

Es conveniente optar por la ampliación del puerto de La Paz a la par que se construye la autopista. Esta conveniencia salta a la vista cuando se observa la evolución del ahorro en el tiempo. En este caso tampoco es sinérgica la complementación entre el puerto y el ferrocarril, dado que el ahorro conjunto de ambas soluciones es inferior al ahorro que cada una aporta por separado.

Sin embargo el volumen de vehículos que circularán por el puente sí disminuye al integrar ambas soluciones. Al introducir solamente el ferrocarril a la par de la autopista no hay cambios en el caudal de tráfico por el puente Rosario-Victoria:

	2010	2018	2027	2035
A	3.152.027	5.631.971	8.177.193	10.286.151
A+LP	2.770.994	4.460.132	5.999.844	7.117.994
A+FFCC	3.152.027	5.631.971	8.177.193	10.286.151
A+LP+FFCC	2.164.525	3.400.717	4.316.273	5.035.113

Tabla 3-5 – Tráfico de cargas en toneladas por la RN 174 con la construcción de una autopista

Se observa que al combinar la solución con otras alternativas se obtiene un menor tráfico por el puente y por lo tanto serían necesarias menos ampliaciones. Sin embargo se mantiene el criterio de dimensionar la autopista bajo el caudal de tráfico más exigente para asumir un criterio conservador.

3.2.2. INVERSIÓN

La inversión necesaria para efectuar este cambio se basa en una estimación. Esta estimación es de 2 millones de dólares por kilómetro construido. En este caso se deben construir 2 carriles de 60 km de largo en el sentido opuesto. Es por eso que el costo en pesos es de 480 millones¹¹².

En caso de combinar la solución original con el acondicionamiento de las líneas ferroviarias y con la ampliación del puerto de La Paz, se deben considerar las inversiones necesarias. Para ampliar el puerto de La Paz se analizaron los escenarios con y sin ferrocarril para estudiar cual es la capacidad necesaria del puerto.

En el caso sin ferrocarril, sería necesaria una capacidad de 3336157 toneladas al año en lugar de las 168000 toneladas de capacidad actual. Es por eso que resultaría necesaria una inversión de 420 millones de pesos (20 dólares la tonelada adicional de capacidad anual¹¹³).

En el caso de acondicionarse el ferrocarril, se deben estudiar las condiciones operativas de los ramales afectados. Es por eso que se estudiaron los movimientos de carga en cada segmento de la traza ferroviaria. Sabiendo

¹¹² USD 1 = \$ 4

¹¹³ Cámara Colombiana de la Infraestructura (2008) "Seguimiento a Proyectos de Infraestructura de Transporte". Disponible online: <http://www.infraestructura.org.co/seguimientoproyectos/CCI-SEGUIMIENTOPORTUARIO-MAYO08.pdf> (Acceso Julio 2011)

que la carga transportada por un vagón es de 50 Toneladas¹¹⁴ y asumiendo un 60% de ocupación y un largo de la formación de 20 vagones, se puede estimar la cantidad de formaciones diarias que transitan por cada tramo. En este caso no es necesaria ninguna ampliación de capacidad, por lo cual no se consideran necesarias inversiones adicionales

De optarse por esta solución el costo de transporte por cada tonelada producida evolucionaría de la siguiente manera:

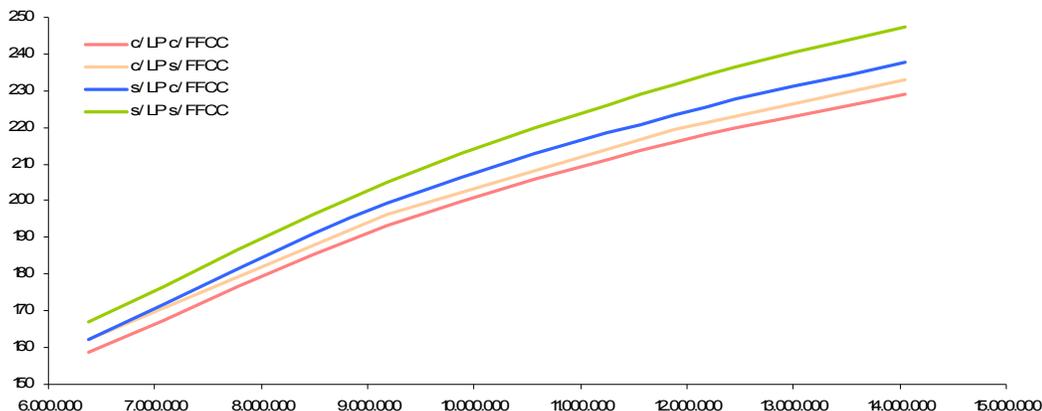


Gráfico 3-1: Evolución esperada de los costos logísticos por tonelada

A priori es conveniente ampliar el puerto de La Paz y acondicionar el trazado ferroviario junto con la construcción de la autopista. El análisis de inversión se hará contra todas las alternativas presentadas.

3.3. PUERTO DE LA PAZ

El puerto de La Paz es un puerto barcacero de 10 pies de calado ubicado en el departamento homónimo. Este puerto presta servicio a los barcos con destino a puertos interiores del río Paraná: Diamante, Rosario e Ibicuy. La ampliación de este puerto permite aumentar el tráfico fluvial, cuya capacidad es calculada como la demanda de tráfico barcacero sin restricciones.

3.3.1. DESCRIPCIÓN

Se evalúa el volumen de cargas transportadas desde el puerto para cada escenario. Para ello es necesario anular la restricción lineal que limita la capacidad del puerto. Este caudal tiene que estudiarse para la máxima

¹¹⁴ Sitio web de Fluviomar S.A.: <http://www.fluviomar.com/SP/Industria/ComparacionCarga.aspx> (Acceso Julio 2011)

solicitud alcanzada en el año 2035 y así amortizar la inversión en todo el ciclo.

3.3.2. INVERSIÓN

La inversión necesaria para ampliar la capacidad portuaria se determina en función de la máxima necesidad de transporte. La inversión es proporcional al aumento de la capacidad, tal como se observó en obras similares en Colombia¹¹⁵. El valor de las inversiones es de 20 millones de dólares por cada millón de toneladas incrementales.

3.4. PUERTO DE DIAMANTE

El puerto de Diamante es un puerto ultramarino con acceso ferroviario. Este ve limitada su operación debido al encarecimiento de los costos de flete ultramarino gracias a su calado efectivo de 28 pies contra el puerto de Rosario de 34 pies de calado efectivo.

3.4.1. DESCRIPCIÓN

El dragado del río Paraná hasta los puertos de Diamante y Santa Fe es una propuesta expuesta en varios trabajos. Esta alternativa contempla aumentar la profundidad del cauce río arriba para lograr conveniencia económica. De superar el umbral de indiferencia respecto del puerto de Rosario aumentaría la eficiencia económica de todo el sistema logístico.

Si esto fuese factible, el ahorro sería aún mayor al incorporar capacidad al puerto de La Paz y al tendido ferroviario. Al dotar de mayor capacidad al puerto de La Paz se aumenta el transporte fluvial hasta el puerto de Diamante, abaratando los costos logísticos del norte de la provincia. El uso del tendido ferroviario es conveniente dado que el puerto cuenta con una estación ferroviaria y así se puede extender la conveniencia del puerto de Diamante a departamentos ubicados al este y sur de la provincia.

¹¹⁵ Cámara Colombiana de la Infraestructura (2008) "Seguimiento a Proyectos de Infraestructura de Transporte". Disponible online: <http://www.infraestructura.org.co/seguimientoproyectos/CCI-SEGUIMIENTOPORTUARIO-MAYO08.pdf> (Acceso Julio 2011)

3.4.2. ANÁLISIS

La mayor capacidad de carga es función del calado efectivo del curso de agua. De acuerdo a datos históricos¹¹⁶ se puede aproximar la relación entre estas dos variables de la siguiente manera:

Calado (")	Capacidad (000 ton)
36	50
34	45
28	30
23	25
10	24

Tabla 3-6: Relación entre calado y capacidad de carga

El calado por debajo de los 25 pies efectivos es recomendable para el transporte de barcazas. Por encima de los 36 pies de calado el cauce es óptimo para transporte ultramarino. La zona lineal intermedia es propia del transporte por ríos interiores, el cual resulta rentable para el transporte ultramarino dependiendo del calado.

El ahorro logístico para la provincia es calculado midiendo el impacto del menor costo de transporte ultramarino. Para dimensionar la conveniencia económica de esta alternativa se estudió el impacto del dragado a distintas profundidades efectivas. Esto se aproxima con el óptimo del modelo de programación lineal en función de los distintos costos en puerto:

Δ Calado (")	Capacidad máxima	Costo en puerto (\$/TN)	Costo logístico (\$)
0	30000	394	1.035.019.000
1	32500	364	1.035.019.000
2	35000	338	1.035.019.000
3	37500	315	1.030.710.000
4	40000	296	1.007.241.000
5	42500	278	975.730.400
6	45000	263	943.214.500

Tabla 3-7: Comparación de alternativas de dragado

¹¹⁶ Bolsa de Comercio de Rosario (2006) "Análisis del Transporte Marítimo del Complejo Soja". Publicado en el Informativo Semanal N°1261.

Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina (2010) "Infraestructura de Transporte de Cargas en la República Argentina – Actualización del Estado de Situación y Propuesta para el Modo Vial". Publicado por el Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina.

Esta eficiencia en costos se debe comparar contra la inversión incurrida para capitalizar dicho ahorro

Se debe recordar que existen dos soluciones complementarias a esta: la ampliación del puerto de La Paz y el ferrocarril. Se comparan los cuatro escenarios propuestos para dos calados distintos: 32 pies y 33 pies.

	2010	2018	2027	2035
c/ LP c/ FFCC	94,8%	94,0%	92,8%	92,3%
c/ LP s/ FFCC	97,3%	95,8%	94,8%	94,3%
s/ LP c/ FFCC	95,1%	94,5%	94,6%	94,6%
s/ LP s/ FFCC	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 3-8 – Costo logístico con dragado hasta 32 pies respecto del escenario base

	2010	2018	2027	2035
c/ LP c/ FFCC	60,7%	57,7%	48,8%	47,1%
c/ LP s/ FFCC	87,9%	79,2%	73,4%	69,2%
s/ LP c/ FFCC	100,0%	59,6%	72,1%	77,9%
s/ LP s/ FFCC	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 3-9 – Tráfico de cargas por RN 174 con el dragado hasta 32 pies respecto del escenario base

Se observa que en el escenario de dragado sin ampliar el puerto de La Paz o sin capacidad ferroviaria adicional no hay diferencias contra el modelo base.

	2010	2018	2027	2035
c/ LP c/ FFCC	92,2%	92,2%	91,4%	91,1%
c/ LP s/ FFCC	95,7%	94,7%	94,0%	93,6%
s/ LP c/ FFCC	92,2%	92,4%	93,1%	93,4%
s/ LP s/ FFCC	98,1%	98,6%	99,0%	99,2%

Tabla 3-10 – Costo logístico con dragado hasta 33 pies respecto del escenario base

	2010	2018	2027	2035
c/ LP c/ FFCC	38,6%	43,4%	44,1%	47,1%
c/ LP s/ FFCC	43,7%	50,5%	50,4%	48,6%
s/ LP c/ FFCC	38,6%	59,6%	72,1%	77,9%
s/ LP s/ FFCC	45,3%	59,6%	72,1%	77,9%

Tabla 3-11 – Tráfico de cargas por RN 174 con dragado hasta 33 pies respecto del escenario base

De este análisis se puede observar que el ahorro es mayor a 33 pies de calado. Sin embargo, al final del período no hay diferencias considerables contra el modelo original. Este ahorro es logrado al completar el dragado con la

ampliación del puerto de La Paz y con el acondicionamiento del tendido ferroviario.

3.4.3. INVERSIÓN

Para calcular la inversión necesaria, se debe estimar el volumen de tierra a remover, estimar el costo de remover la tierra y considerar una fracción de ese costo para mantenimiento.

Para aumentar el calado del cauce es necesario dragar el fondo del río en todo el tramo recorrido. Por ello se estimó el volumen de tierra a remover del lecho del río. A sabiendas que la distancia que separa ambos puertos es de 130 km, el ancho de buques Panamax y Cape Size es de 150 m y que la profundidad de calado es variable se puede calcular el volumen de tierra removida.

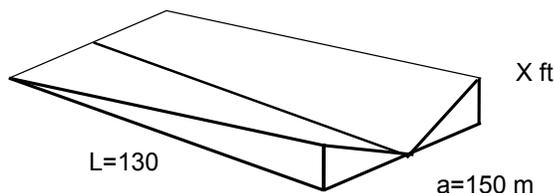


Ilustración 3-2: Volumen removido del lecho del río

$$V = \frac{1}{4} a \cdot X \cdot L \quad (3-1)$$

El costo del movimiento de la tierra es de 2 USD/m²¹¹⁷. Por lo tanto el costo de remover el volumen estimado asciende a:

$$C = \frac{1}{4} a \cdot X \cdot L \cdot 2 \cdot \varepsilon \quad (3-2)$$

De este costo se va a comparar el incurrido en mantenimiento anual para conservar la profundidad óptima. Este es igual al 60% del costo presentado y, por ende, el costo a comparar contra el ahorro es:

$$C = 60\% \cdot \frac{1}{4} a \cdot X \cdot L \cdot 2 \cdot \varepsilon \quad (3-3)$$

Ambas alternativas se deben analizar bajo distintos escenarios: con o sin ferrocarril y con o sin ampliación del puerto de La Paz.

¹¹⁷ Instituto de Investigaciones Económicas (2003) "La infraestructura del transporte en el cono sur". Publicado en el trabajo El balance de la Economía Argentina 2003: pp. 145.

En el caso de emplearse la totalidad de la red ferroviaria de Entre Ríos. Ambos factores, costo y ahorro; se comparan a continuación:

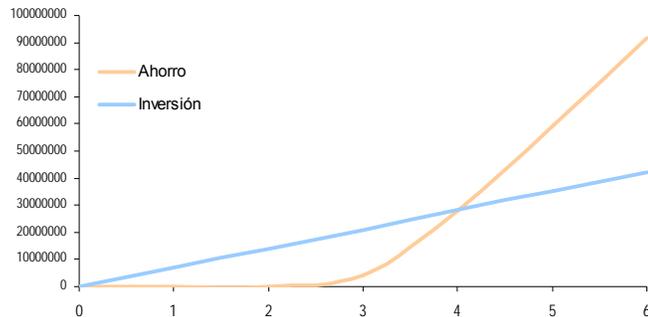


Gráfico 3-2: Comparación entre ahorro e inversión acondicionando la red ferroviaria

En el caso de prescindir de la red de ferrocarriles la comparación entre ahorro y gasto incurrido sería la siguiente:

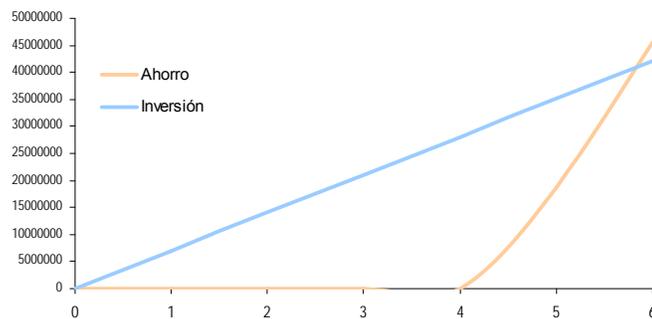


Gráfico 3-3: Comparación entre ahorro e inversión sin acondicionar la red ferroviaria

En conclusión, asumiendo el uso del tendido ferroviario se alcanzaría el punto de equilibrio entre inversión en dragado y ahorro logístico a los 32 pies de calado. Mientras que sin considerar el tendido ferroviario el equilibrio se alcanza recién a los 34 pies de calado.

Si bien para este análisis se consideró la inversión como el dragado inicial, se deben tener en cuenta los mantenimientos sucesivos como parte de la inversión. Para ello se asumieron 20 años de ciclo y una tasa de descuento del 5%, propia de un crédito de garantía AAA. Esto resulta en una inversión por dragados de 350 millones de pesos a valor actual.

Para las ampliaciones en capacidad portuaria se deben considerar las ampliaciones necesarias de ambos puertos bajo los distintos escenarios:

	La Paz (TN)	Diamante (TN)
c/ LP s/ FFCC	3168157	-
c/ LP c/ FFCC	3168157	261730
s/ LP s/ FFCC	-	-
s/ LP c/ FFCC	-	3429887

Tabla 3-12 – Capacidad portuaria incremental con dragado a 32 pies

	La Paz (TN)	Diamante (TN)
c/ LP s/ FFCC	3168157	-
c/ LP c/ FFCC	3168157	5297040
s/ LP s/ FFCC	-	1601862
s/ LP c/ FFCC	-	5297040

Tabla 3-13 – Capacidad portuaria incremental con dragado a 33 pies

Por lo tanto las obras de ampliación en los puertos insumirían:

Diam. 32 c/ LP s/ FFCC	253
Diam. 32 s/ LP s/ FFCC	-
Diam. 32 c/ LP c/ FFCC	274
Diam. 32 s/ LP c/ FFCC	274
Diam. 33 c/ LP s/ FFCC	253
Diam. 33 s/ LP s/ FFCC	128
Diam. 33 c/ LP c/ FFCC	677
Diam. 33 s/ LP c/ FFCC	424

Tabla 3-14: Inversión en instalaciones portuarias

3.5. PUERTO DE IBICUY

El puerto de Ibicuy es una Terminal portuaria de gran calado ubicada al sur de la provincia. Su principal ventaja logística radica en tener un calado efectivo de 40 pies (calado natural de 30 pies) que permite la carga de buques de hasta 50 toneladas. Pese a encontrarse en un extremo de la provincia, el ahorro en costos logísticos se debe a un abaratamiento del flete ultramarino.

Esta alternativa es atractiva dado que el puerto cuenta con accesos por vía fluvial, ferroviaria y carretera pese a que aún no han sido acondicionados. Es por lo tanto necesario estudiar esta alternativa con y sin ferrocarril; así como con y sin ampliación del puerto de la paz.

3.5.1. DESCRIPCIÓN

Hoy en día el puerto opera principalmente como base de transferencia para cargar mineral de hierro desde el norte. Esto es a causa de su mala comunicación con los demás medios de transporte.

Para que esta solución sea viable se debe considerar la reconstrucción de todo el puerto y su mejor integración al sistema logístico. Pese a contar con la capacidad necesaria, sus instalaciones se deben adaptar para soportar la operación. Además debe contemplarse la construcción de 20 Km. de calzada pavimentada para acceder al puerto desde la autovía RN 12.

La terminal Del Guazú S.A. es un puerto de capitales privados adyacente al puente Zárate-Brazo Largo. Este puerto puede ser una alternativa que ofrece las mismas ventajas y además cuenta con instalaciones más modernas y mejor ubicación. Ambas opciones se consideran idénticas para su análisis.

3.5.2. ANÁLISIS

Para evaluar la factibilidad de esta solución se eliminó la restricción de capacidad del puerto de Ibicuy en el modelo lineal. Este punto es un óptimo, mejorado con el aumento de capacidad en el puerto de La Paz y con la utilización de la red de ferrocarriles.

El análisis de sensibilidad de LINDO no permite el aumento del costo en más de un 5%. Esto quiere decir que este punto de equilibrio podría ser inestable y muy sensible al valor de las estimaciones históricas. Es por eso que se hace un análisis de sensibilidad a costos de operación hasta un 10% por encima de lo estimado. Los resultados no varían significativamente y es por eso que se toman en consideración los resultados de la estimación inicial.

A continuación se observa la evolución del ahorro a lo largo del tiempo:

	2010	2018	2027	2035
c/ LP c/ FFCC	89,4%	86,4%	84,4%	83,6%
c/ LP s/ FFCC	95,8%	92,7%	91,3%	90,7%
s/ LP c/ FFCC	89,4%	86,4%	84,4%	83,6%
s/ LP s/ FFCC	98,9%	97,8%	97,5%	97,4%

Tabla 3-15: Costos logísticos respecto del escenario base

En este caso la ampliación del puerto de La Paz parece ser innecesaria ya que el ferrocarril es empleado en lugar de la barcaza. En cuanto al tráfico por el puente Rosario-Victoria la evolución es la siguiente:

	2010	2018	2027	2035
c/ LP c/ FFCC	0,0%	0,0%	0,0%	10,3%
c/ LP s/ FFCC	81,2%	56,5%	46,7%	42,4%
s/ LP c/ FFCC	0,0%	0,0%	0,0%	10,3%
s/ LP s/ FFCC	88,6%	70,6%	62,8%	59,5%

Tabla 3-16: Transito de cargas por RN 174 respecto del escenario base

La ampliación del puerto de La Paz no tiene influencia sobre todo el sistema. Nuevamente se observa que es el ferrocarril el que afecta al tráfico.

3.5.3. INVERSIÓN

La inversión necesaria para capitalizar este ahorro es fluvial, vial y ferroviaria; dependiendo del caso.

Las inversiones ferroviarias deben estudiarse bajo dos escenarios: con o sin ampliación del puerto de La Paz. En caso de ampliarse el puerto de la Paz, las obras necesarias son: convertir los tramos Basavilbaso-Urdinarrain y Urdinarrain-Gualeguay de NS-TWC a CTC-TCS por un monto de 198 millones de pesos y el tramo de Ibicuy a Gualeguay de NS-TWC de una vía a ABS de dos vías por un monto de 1163 millones de pesos.

En el caso de no contar con la ampliación del puerto de La Paz se debe convertir además el tramo Crespo-Basavilbaso de NS-TWC a CTC-TCS por 284 millones de pesos.

La inversión en terminales portuarias también depende de los escenarios que se consideren. A continuación se resumen las capacidades necesarias para los distintos escenarios junto con la inversión:

	La Paz (TN)	Ibicuy (TN)	Inversión (Millones de \$)
c/ LP c/ FFCC	1759410	10454151	977
s/ LP c/ FFCC	0	10454151	836
c/ LP s/ FFCC	3168157	6093715	741
s/ LP s/ FFCC	0	4334305	347

Tabla 3-17: Inversiones portuarias

3.6. PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

El puerto de Concepción del Uruguay se ubica a la vera del río Uruguay con un calado efectivo de 21 pies y una capacidad de carga de 20 toneladas por buque. Su baja capacidad de carga lo hace un puerto caro para el transporte de cargas de ultramar.

3.6.1. DESCRIPCIÓN

La manera de mejorar la operación de este puerto es aumentando su competitividad en materia de costos. Es por ello necesario destacar que el costo de operación por tonelada es de \$ 477.- (un 80% más caro que el puerto de Rosario).

3.6.2. ANÁLISIS

La baja de costos necesaria para que este puerto resulte una opción razonable se puede obtener del análisis de sensibilidad del sistema lineal. Para el caso base sería necesario disminuir el costo hasta \$ 269.-. Esta brecha es muy grande para que sea viable: el aumento de calado desde 21 pies hasta 34 pies no es factible y la brecha de costos contra el puerto más usado es muy amplia para estudiar otros medios. Es por eso que se desestima esta solución.

3.7. CONCLUSIÓN

Para sugerir una solución de entre las antes mencionadas se procedió a resumir los aspectos señalados. La solución seleccionada debe contener la mayor cantidad posible de atributos indicados.

En primer lugar se analizó la factibilidad económica. Esto se evaluó a través de la contraposición entre ahorro e inversión para asegurar que la elección sea conveniente. Con este fin se graficó el ahorro contra la inversión:

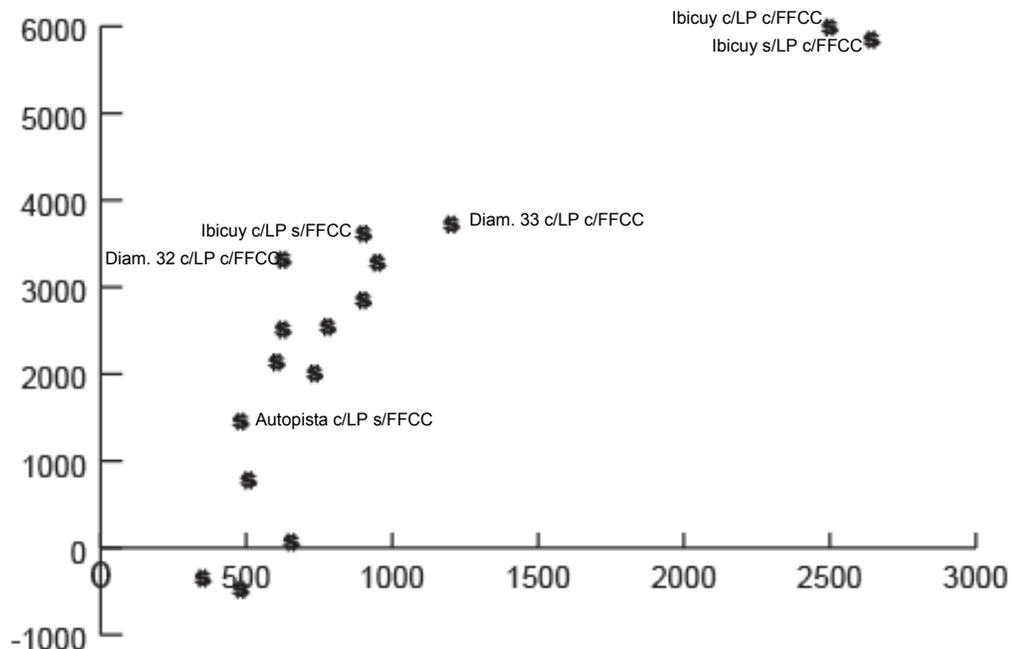


Gráfico 3-4: Comparación entre inversión (abscisas) y ahorro (ordenadas) de las soluciones en miles de millones de pesos.

En este último gráfico se puede observar la frontera de eficiencia entre inversión y costo. Se debe maximizar el ahorro con la menor inversión posible. Gráficamente, esas soluciones se ubican lo más a la izquierda y arriba posible en el cuadrante I del primer gráfico. De acuerdo a este criterio dos soluciones se destacan: el dragado del río Paraná hasta el puerto de Diamante hasta los 32 pies de calado con ferrocarril y ampliación del puerto de La Paz y la habilitación del puerto de Ibicuy sin ferrocarril y con ampliación del puerto de La Paz. Se observa que ambas soluciones tienen en común la ampliación del puerto de La Paz.

El problema que conlleva el dragado del puerto de Diamante es que no tiene escalabilidad. Es decir que una vez dragado, el límite del ahorro se alcanza con la instalación del ferrocarril y se pierde la opción de aumentarlo.

Por el contrario sí hay posibilidad de aumentar el ahorro una vez acondicionado el puerto de Ibicuy. En caso de instalar los controles ferroviarios para ampliar su capacidad se aumenta el ahorro en un 66% adicional. Otro aspecto positivo es que la mayoría de las cargas viajarían por medio ferroviario y fluvial.

4. ANÁLISIS SOCIO-AMBIENTAL

Para que la implementación de las alternativas sugeridas sea viable en el largo plazo, se debe estudiar el impacto que tienen estas medidas para la sociedad. Como éstas son variables cuya importancia estiba en el largo plazo se estudiarán los casos expuestos hacia 2035. El análisis hace foco en indicadores sociales y ambientales que den cuenta del estado final de cada propuesta.

4.1. SOCIAL

El análisis social gira en torno a los efectos que tiene el diseño del sistema logístico sobre toda la sociedad. Los efectos del transporte en la sociedad son varios, entre los cuales se destaca la conectividad que ofrece sus usuarios. Por otro lado, el uso o diseño inapropiados del sistema de transporte pueden tener como efecto una operación insegura que da lugar a siniestros viales. Es por esta razón que se eligió la siniestralidad como indicador del impacto social de estas acciones.

4.1.1. ACCIDENTES

El análisis de siniestralidad vial se realiza comparando el sistema original de transporte con las alternativas sugeridas. Para ello se debe evaluar el impacto de alterar el tráfico de camiones y el cambio de pasar de una ruta a una autopista.

Las estadísticas que mejor describen la siniestralidad son el número de muertes, lesiones y accidentes automotores. Esta información es difundida por el Ministerio de Justicia de la Nación y esta indicada por provincia:

	Fatales	Lesiones	Accidentes	Parque Automotor	%
Chaco	449	10342	10791	146416	7,4%
Tierra del Fuego	2658	141	2799	53767	5,2%
Salta	90	3811	3901	154380	2,5%
Catamarca	31	1371	1402	55720	2,5%
Neuquén	92	3388	3480	166517	2,1%
La Rioja	18	1228	1246	61850	2,0%
Santa Fe	446	18972	19418	1087540	1,8%
Mendoza	170	8557	8727	524681	1,7%
San Luis	42	1139	1181	95827	1,2%
Santiago del Estero	100	924	1024	86139	1,2%
Formosa	52	430	482	56903	0,8%
Jujuy	67	734	801	96956	0,8%
Entre Ríos	188	2179	2367	346500	0,7%
Buenos Aires	1093	26310	27403	4523262	0,6%
Chubut	120	777	897	190145	0,5%
Misiones	139	614	753	175049	0,4%
San Juan	125	507	632	151233	0,4%
La Pampa	45	429	474	130155	0,4%
Santa Cruz	23	305	328	93268	0,4%
Río Negro	76	429	505	179836	0,3%
Corrientes	16	323	339	157487	0,2%
Córdoba	148	742	890	1134856	0,1%
Tucumán	4	41	45	212282	0,0%

Tabla 4-1¹¹⁸: Siniestros viales por provincia

Estos datos sugieren que no existe una tasa de accidentes viales anormal para ambas provincias en cuestión: Entre Ríos y Santa Fe.

Sin embargo resta estudiar la causa de estos accidentes. Con este propósito se consultaron los tipos de accidentes más comunes:

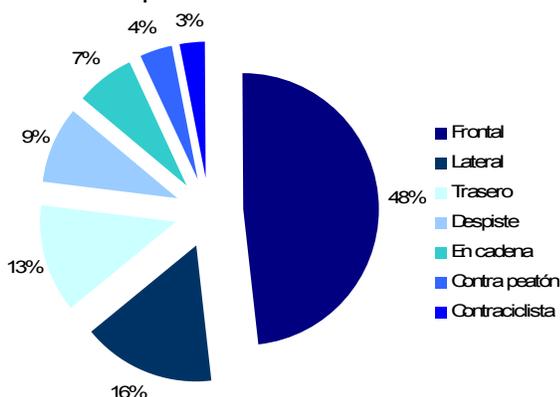


Gráfico 4-1¹¹⁹: Siniestros viales por tipo de colisión

¹¹⁸ Dirección Nacional de Política Criminal - Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos (2008) "SNIC – Total República Argentina – Año 2007". Disponible online: <http://www.jus.gov.ar/media/28388/Snic%202007%20Total%20Pais%20Por%20Provincia.pdf>

El tipo de choque más común es el frontal. Este tipo de colisión se da en el caso de vías con dos sentidos. El tipo de calzada es entonces una causa de accidentes, siendo la autopista el medio más seguro por evitar el tipo de colisión más frecuente:

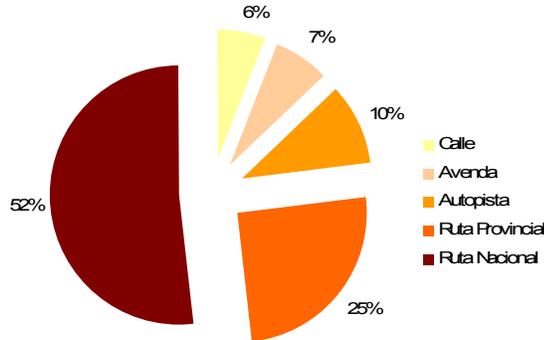


Gráfico 4-2¹²⁰: Siniestros viales por tipo de calzada

De esta manera se puede estimar que la siniestralidad disminuye en 81% al convertir la infraestructura de transporte de una ruta a una autopista. Este dato es similar a la estimación de 87% mencionada en otros trabajos¹²¹. Bajo este supuesto, la incidencia de accidentes en la RN 174 bajaría en caso de mudar de una ruta a una autopista.

Una baja adicional en la tasa de accidentes viales viene de la mano de la disminución del tráfico de camiones. Los camiones protagonizan el 49% de los accidentes:

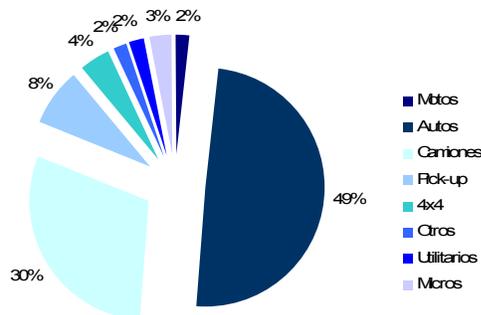


Gráfico 4-3¹²²: Siniestros viales por tipo de vehículo

¹¹⁹ Sitio web del Centro de Experimentación y Seguridad Vial: www.cesvi.com.ar (Acceso Julio 2011)

¹²⁰ Sitio web del Centro de Experimentación y Seguridad Vial: www.cesvi.com.ar (Acceso Julio 2011)

¹²¹ Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina (2010) "Infraestructura de Transporte de Cargas en la República Argentina – Actualización del Estado de Situación y Propuesta para el Modo Vial". Publicado por el Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina: pp.87.

¹²² Sitio web del Centro de Experimentación y Seguridad Vial: www.cesvi.com.ar (Acceso Julio 2011)

Sin embargo el parque de camiones es muy inferior al parque de automóviles. Según datos de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor (DNRPA), la proporción de vehículos es la siguiente:

ACOPLADO	CAMION	CHASIS	FURGON	PICK-UP	RURAL	SEDAN	4X4	TRACTOR	BUS
4,5%	0,1%	2,8%	4,4%	10,2%	6,2%	69,2%	1,7%	0,7%	0,2%

Tabla 4-2¹²³: Participación por tipo de vehículo en el parque automotor

Esto sugiere que existe un mayor riesgo al circular un camión en lugar de un automóvil. Este riesgo se puede dimensionar con la probabilidad de colisión, esta queda definida de acuerdo al teorema de Bayes, según:

$$P(\text{Accidente} / i) = \frac{P(i / \text{Accidente})P(\text{Accidente})}{P(i)}, i: \text{Tipo de Vehículo (4-1)}$$

Dadas estas condiciones se sabe que un camión tiene un 5% de probabilidades de protagonizar un accidente, mientras que un automóvil sólo tiene un 0,4% de probabilidades de sufrir un accidente. Esto resulta en la siguiente cantidad de siniestros esperados para 2035, comparados contra el año base:

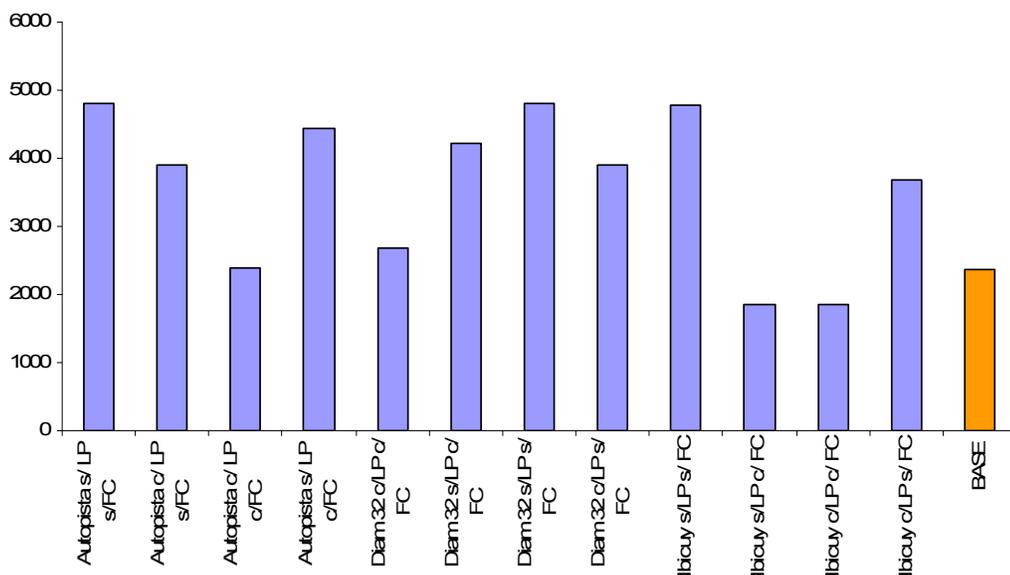


Gráfico 4-4: Siniestros viales para cada alternativa

¹²³ Sitio web de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor: www.dnrpa.gov.ar (Acceso Julio 2011).

Las propuestas tendientes al uso de medios de transporte sustitutos del camión son más seguras. En comparación contra el año patrón se puede observar un nivel similar de accidentes en caso de complementar la autopista con el uso del ferrocarril y el barco, aún duplicando el volumen transportado. El dragado del río Paraná hasta Diamante es una alternativa ligeramente más peligrosa que el escenario actual pero duplicando el volumen de cargas transportadas. La mejor solución desde este punto de vista es el acondicionamiento del puerto de Ibicuy integrado con el transporte ferroviario. El cambio en el nivel de emisiones se justifica por la sustitución entre medios de transporte.

4.2. AMBIENTAL

Para estudiar el impacto ambiental de estas medidas se tomó como indicador de impacto ambiental a la emisión de gases de efecto invernadero. Si bien el impacto de las obras también es considerable, se tomó el criterio de evaluar el aumento marginal entre cada propuesta.

4.2.1. EMISIONES

A tal efecto se discriminaron los volúmenes transportados por cada medio de transporte. De esta manera se pretende estudiar el aporte que tiene cada alternativa estudiada en cuanto a emisiones.

El cálculo se consideró sobre los siguientes supuestos de emisiones:

	TN CO(10 ⁻⁶)/Tn.km
Camión	6,7
Tren	2,3
Barco	7,1

Tabla 4-3¹²⁴: Emisiones por medio de transporte

Para calcular el impacto ambiental de cada alternativa se emplearon los modelos de programación lineal para despejar el producto entre distancias y cargas transportadas. Así se pudo construir una medida de emisiones comparable entre propuestas y contra el escenario base. A continuación se grafican los niveles de emisión (Toneladas de CO anuales) para cada propuesta:

¹²⁴ Sitio web de Fluviomar S.A.:

<http://www.fluviomar.com/SP/Industria/ComparacionAmbiental.aspx> (Acceso Julio 2011).

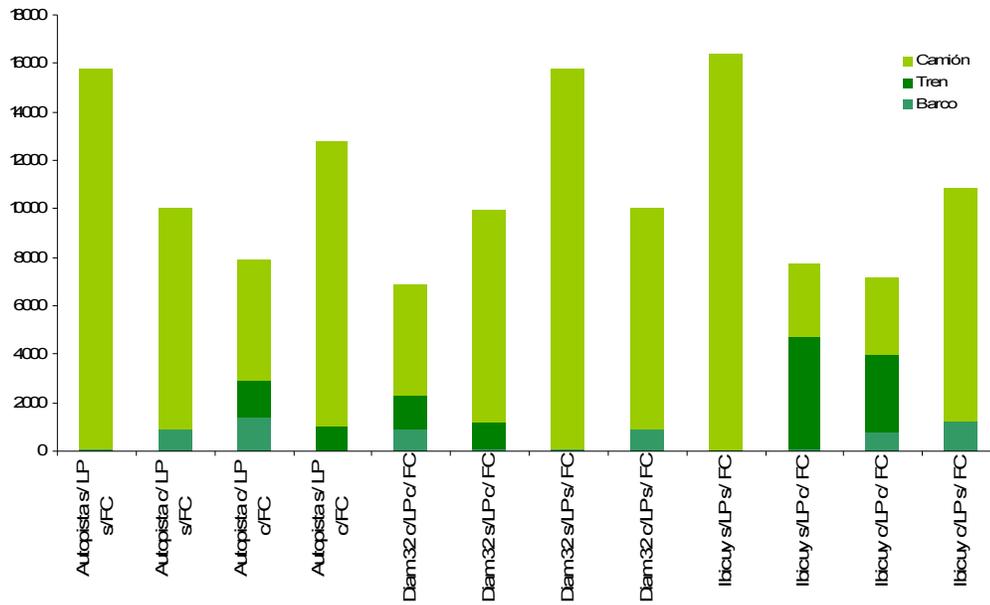


Gráfico 4-5: Emisiones de gases de efecto invernadero

Se hace notar que el camión es el medio más contaminante no sólo por su nivel de emisión sino también por su volumen de operaciones. Este es seguido por el tren, en los casos que corresponda, y por último la barcaza. Las alternativas más contaminantes son aquellas que no emplean el ferrocarril ni el transporte fluvial. Por el contrario, las alternativas menos contaminantes son las que emplean ambas soluciones complementarias.

Según este criterio la solución recomendable es el dragado a 32 pies del Paraná hasta el puerto de Diamante. Sin embargo, este nivel de emisión es comparable con el del acondicionamiento del puerto de Ibicuy. Por lo tanto ambas medidas son recomendables, siempre y cuando se las complemente con el transporte ferroviario y fluvial.

De forma separada se analiza el ahorro en emisiones de carbono como resultado de transformar una ruta en autopista. El volumen de cargas que atraviesa la RN 174 es de 10 toneladas para 2035, estas recorren los 60 km de ruta que equivale a 4000 toneladas de carbono emitidas a la atmósfera. Al convertirse la infraestructura a la de una autopista el resultado es un 26%¹²⁵ de reducción en la generación de gases de efecto invernadero, lo que equivale a 1000 toneladas de CO al año.

¹²⁵ Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina (2010) "Infraestructura de Transporte de Cargas en la República Argentina – Actualización del Estado de Situación y Propuesta para el Modo Vial". Publicado por el Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina: pp. 85.

5. CONCLUSIÓN

Hasta ahora se presentó la aplicación de una metodología de análisis. Este último capítulo tiene como propósito repasar los aspectos claves del proceso y los pasos a seguir que son necesarios para que este trabajo conduzca a un plan de acción factible. Se recapitularán con este propósito los ejes del análisis hecho a lo largo del texto y se destacarán los condicionantes del modelo aplicado así como también se estudiarán los potenciales riesgos en la implementación de la recomendación.

Al ser la revisión de la cadena una evaluación global del proceso existen aspectos que pueden ser ampliados y mejorados por técnicos competentes en la materia. Hasta ahora se sugirió un marco de análisis que conduce a un escenario recomendado como resultado del proceso de análisis y de los supuestos que aplicados.

Con este fin se separa este análisis en dos partes. La primera es una revisión del proceso y de los supuestos que pueden estar sujetos a profundización. La segunda es la presentación del plan de acción sugerido y su revisión de cara a la implementación. Por último se hace una reflexión sobre el trabajo y la contribución que hace a la comunidad académica y la sociedad en su conjunto.

5.1. PROCESO DE ANÁLISIS

El proceso de análisis constó del estudio de la situación actual del puente y de la identificación de sus causas. La descripción del estado de situación se realizó mediante indicadores de servicio vial recabados de manuales especializados. Tales indicadores tienen su memoria de cálculo basada en variables causales, esta relación causal se estudió a través de la historia con la aplicación de herramientas estadísticas. Estas variables causales o independientes se proyectaron en función del tiempo o de variables macroeconómicas dependiendo de su naturaleza. Las proyecciones resultantes condujeron a un estado futuro del sistema, el cual tiene la misma memoria de cálculo para determinar el nivel de servicio del puente.

Una vez conocido el futuro se evaluó el impacto de ese comportamiento en el sistema. Para ello se emplearon indicadores económicos y socio-ambientales. De esta manera se pudieron determinar las condiciones de base para comparar propuestas contra la situación actual. Con el fin de realizar un análisis objetivo se representó el sistema como un modelo de red. Este modelo

de red permitió simular matemáticamente nuevas alternativas para compararlas entre sí y contra la situación inicial. Los indicadores de referencia se calcularon como el óptimo del modelo de red, obtenido mediante el método de optimización simplex.

De esta manera se procedió a seleccionar la solución que reuniera el mayor número de atributos y resulte conveniente para todo el sistema. Cabe señalar que la mejor solución es sensible a cambios en los datos de entrada. Es por ello que se estudió la sensibilidad al ruido de un número reducido de variables claves, ante las cuales el modelo es suficientemente robusto.

Sin embargo se debe entender que el modelo de análisis, aunque robusto, está sujeto a aproximaciones y supuestos, propios de un modelo matemático. Estas condiciones no necesariamente se mantendrán constantes en el tiempo y deberían evaluarse en mayor profundidad en caso de necesitar una precisión adicional. Estos supuestos son:

- Importación nula de granos hacia Entre Ríos.
- El tráfico de productos no primarios por el corredor Rosario-Victoria es despreciable.
- Capacidad infinita de los caminos interiores.
- El tránsito desde y hacia otros países del MERCOSUR es despreciable.
- No hay saltos tecnológicos previstos para el período bajo estudio.

Todos estos supuestos son pasibles de cambiar y deben evaluarse aparte en caso de querer estudiar sus implicancias. Este paso es el de dar sustento práctico a un modelo eminentemente teórico.

5.2. RECOMENDACIÓN

Sujeto al proceso de análisis descripto y a las salvedades señaladas se arribó a una única sugerencia que se recomienda implementar. La sugerencia final es encarar una inversión en etapas para consolidar un polo logístico intermodal en Ibicuy. Esta inversión debe realizarse en el siguiente orden:

1. Ampliar la capacidad del puerto de La Paz a 2 millones de toneladas anuales.
2. Transformar la RN 174 en una autopista de 4 carriles.
3. Habilitar el puerto de Ibicuy con una capacidad de 6 millones de toneladas anuales con posibilidad de aumentar a 10 millones.
4. Cambiar el control del ferrocarril ALL mesopotámico de:

- a. NS-TWC a CTC-TCS en los tramos Urdinarrain-Gualeguay y Basavilbaso-Urdinarrain
 - b. NS-TWC de una vía a ABS de dos vías en el tramo Ibicuy-Gualeguay
5. Aumentar la capacidad del puerto de Ibicuy a 10 millones de toneladas anuales.

Incurrir en este plan de acción representa los siguientes efectos positivos sobre la provincia: disminución de los costos logísticos en un 16%, descenso de la siniestralidad vial de un 61% y una baja del nivel de emisiones del 55%. Esta solución representa una inversión de 1840 millones de pesos a ser incurridos y amortizados en un ciclo de 20 años.

Se pone de manifiesto que este plan está sujeto a una proyección histórica de la situación actual. Este método tiene como contrapartida no tener en cuenta los cambios en gestación. Es por eso importante validar los supuestos con la planificación estratégica de la provincia de Entre Ríos. Dicha alineación de objetivos debe resolverse antes de proceder con la recomendación sugerida ya que modifica drásticamente los supuestos del modelo. Este es un paso de validación práctica que escapa a la representación teórica de naturaleza académica.

Es por esta razón que la implementación del plan de acción no fue estudiada en este trabajo. A priori se puede anticipar una resistencia al cambio por parte de grupos de interés. Si bien el total de la sociedad se beneficia de este cambio, los transportistas camioneros son los principales afectados.

El sustituir al camión por el ferrocarril y el barco cambiaría la estructura del mercado de transporte. Si bien el camión seguirá siendo necesario para transportar las cargas desde los campos hasta las bases de transferencia, no será en el mismo volumen. La resistencia al cambio se disminuiría en un escenario con una industria creciente que absorba el exceso de oferta, mientras que aumentaría con un mercado en contracción.

Es por eso preciso analizar este aspecto junto con la planificación estratégica de la provincia. El involucrar a los agentes de cambio apropiados en el proceso de consolidación del modelo es una de las asignaturas pendientes para proponer un modelo práctico y orientado a resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Publicado por el Transportation Research Council.
2. Wayne, W. (2008) "Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos" Editorial CENGAGE Learning.
3. Dominic, W.; Purushotaman, R. (2003) "Dreaming with BRICs: The path to 2050". Trabajo publicado por GS Global Economics Website (Global Economics Paper No: 99).
4. Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina (2010) "Infraestructura de Transporte de Cargas en la República Argentina | Actualización del estado de situación y propuesta para el modo vial". Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina.
5. García, R. M. (2004) "Inferencia estadística y diseño de experimentos". Editorial EUDEBA.
6. Ing. Engler, P.; Ing. Rodríguez, M.; Tec. Cancio, R.; Ing. Handloser, M.; CPN Vera, L. M. (2008) "Zonas AgroEconómicas Homogéneas – Entre Ríos | Descripción ambiental, socioeconómica y productiva". INTA.
7. Instituto de Investigaciones Económicas (2003) "La infraestructura del transporte en el cono sur". Publicado en el trabajo El balance de la Economía Argentina 2003.
8. Lic. Falco, R; Dra. CPN Cordara, M.; Dra. CPN de Larrechea, M. del C.; Lic. Rollandi, G.; Lic. Sandaza, L. (2010) "Producto Bruto Geográfico Provincia de Santa Fe 1993-2009 | Resultados Preliminares". Trabajo realizado por el Ministerio de de Gobierno y Reforma del Estado | Secretaría de Tecnologías para la Gestión.
9. Lic. Zacarías, S.; Ing. Butus D.. (2010) "Producto Bruto Geográfico 1993-2008" Trabajo realizado por la Dirección de Estadística y Censos de la Provincia de Entre Ríos.
10. Albrieu J. M.; Domecq, N. (2009) "Cosechas Agrícolas Argentinas Producción y Estacionalidad por Provincia | Etapa II". Trabajo realizado por el Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial | Secretaría de Extensión Universitaria de la UTN.

11. Cortés, A.; Sánchez, J. (2007) "Cosechas Agrícolas Argentinas Producción y Estacionalidad por Provincia | Etapa I". Trabajo realizado por el Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial | Secretaría de Extensión Universitaria de la UTN.
12. Office of the Chief Economist | World Agricultural Outlook Board (2010) "USDA Agricultural Projections to 2019". Trabajo preparado por el Interagency Agricultural Projections Committee.
13. Dr. Schell H.; Cislighi, A. M.; Tec. en Prod. Avic. Bujía D. (2008) "Información de la actividad avícola en Entre Ríos Año 2008". Trabajo preparado por la Dirección General de Ganadería y Avicultura | Subsecretaría de la Producción.
14. Chiba L. I. (2009) "Animal Nutrition Handbook". Auburn University.
15. Bradburn, P.; Hyman, G. (2002) "An Econometric Investigation of Car Use in the National Transport Model for Great Britain". ITEA Division, Department for Transport.
16. Cámara Colombiana de la Infraestructura (2008) "Seguimiento a Proyectos de Infraestructura de Transporte". Disponible online: <http://www.infraestructura.org.co/seguimientoproyectos/CCI-SEGUIMIENTOPORTUARIO-MAYO08.pdf> (Acceso Julio 2011).
17. Maldonado Inocencio, J. L. (1999) "La Planificación Portuaria I. Análisis de la Capacidad Portuaria Ligada a Infraestructura y Equipamientos". Publicado por Tema Grupo Consultor S.A.
18. Dirección Nacional de Política Criminal - Ministerio de Justicia, Seguridad y Derechos Humanos (2008) "SNIC – Total República Argentina – Año 2007". Disponible online: <http://www.ius.gov.ar/media/28388/Snic%202007%20Total%20Pais%20Por%20Provincia.pdf>
19. Secretaría de Energía de la Nación (2011) "Ventas por Jurisdicción | Tablas Dinámicas de Downstream". Disponible online: www.energia.gov.ar (Acceso Julio 2011).

SITIOS WEB

20. Sitio Web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.siiia.gov.ar (Acceso Julio 2011).
21. Sitio Web de CESVI: www.cesvi.com.ar (Acceso Julio 2011).
22. Sitio Web de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte: www.cnrt.gov.ar (Acceso Julio 2011).
23. Sitio Web de Fluviomar SA: www.fluviomar.com (Acceso Julio 2011).

24. Sitio web de Puentes del Litoral SA: www.puentesdellitoral.com.ar (Acceso Julio 2011).
25. Sitio web de la FAO: www.fao.org (Acceso Julio 2011).
26. Sitio web de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad Automotor y de Créditos Prendarios: www.dnrpa.gov.ar (Acceso Julio 2011).
27. Sitio web del Instituto Nacional de Estadística y Censos: www.indec.gov.ar (Acceso Julio 2011).
28. Sitio web de la Dirección Nacional de Vialidad: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011).
29. Sitio web de la base de datos NOSIS: www.nosis.net (Acceso Julio 2011).
30. Sitio web de la Bolsa de Cereales de Rosario: www.bcr.com.ar (Acceso Julio 2011).
31. Sitio web del Fondo Monetario Internacional: www.imf.org/external/data.htm (Acceso Julio 2011).

ANEXOS

ANEXO I

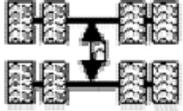
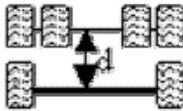
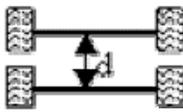
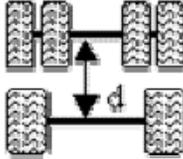
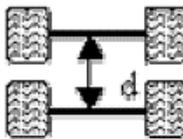
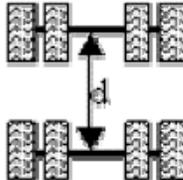
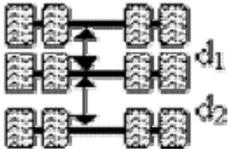
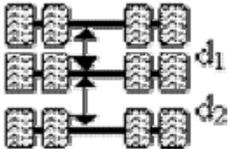
TIPO DE VEHICULO	CONFIGURACION DE EJES	DIMENSIONES MAX.			PESO MAX (BRUTO)
		LARGO	ANCHO	ALTO	
	S-1 D-1	13.20	2.60	4.10	16.50
	S-1 D-2	13.20	2.60	4.10	24.00
	S-1 D-3	13.20	2.60	4.10	30.00
	S-2 D-2	13.20	2.60	4.10	28.00
	S-1 D-1 D-1	18.60	2.60	4.10	27.00
	S-1 D-1 D-2	18.60	2.60	4.10	34.50
	S-1 D-1 D-3	18.60	2.60	4.10	42.00
	S-1 D-2 D-2	18.60	2.60	4.10	42.00
	S-1 D-2 D-1 D-1	TOT.= 18.60 DIST. Ejes DE ACOP. >2,40	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 M-3	18.60	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 D-2 D-2	18.60	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-1 D-1 D-1 D-1	18.60	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-1 D-1 D-1	TOT.= 20.00	2.60	4.10	37.50
	S-1 D-1 D-1 D-2	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 D-1 D-1	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-2 D-1 D-2	TOT.= 20.00	2.60	4.10	45.00
	S-1 D-1 D-1 D-1	TOT.= 20.50	2.60	4.10	45.00

Tabla 4¹²⁶: Carga bruta por tipo de vehículo

¹²⁶ Sitio web de la Dirección Nacional de Vialidad: www.vialidad.gov.ar (Acceso Julio 2011)

PESOS MAXIMOS POR EJE PERMITIDOS PARA LOS VEHÍCULOS

Los vehículos deben cumplir además las reglamentaciones de peso total, relación LEY 24.449-DECRETO 779/95-DECRETO 79/98-RES. S.T. 497/94

TIPO DE EJE	SEPARACION DE EJES	peso (t)	CONDICIONES ESPECIALES
		6	
		10.5	
	$1,20m < d < 2,40m$	18	
	$1,20m < d < 2,40m$	14	
	$1,20m < d < 2,40m$	10	
	$1,20m < d < 2,40m$	17	1 eje con duales y 1 eje con cubiertas superanchas (de fabrica, suspensión neumática permitido en ejes traseros, medidas autorizadas por Res ST 497/94
	$1,20m < d < 2,40m$	16	2 ejes con cubiertas superanchas (de fabrica, con suspensión neumática, ejes traseros) medidas autorizadas Res ST 497/94
	$d > 2,40m$	21	2 ejes independientes
	$1,20m < d_1 < 2,40m$	25.5	
	$1,20m < d_2 < 2,40m$		

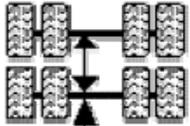
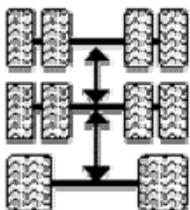
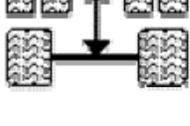
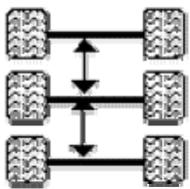
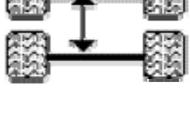
	$1,20m < d1 < 2,40m$	18	Vehículos modelo 1999 en adelante, el eje separado debe ser direccional. Los ejes levadizos tendrán un mecanismo que les impida ser levantados cuando el vehículo está cargado
	$d2 > 2.40m$	10.5	
	$1,20m < d1 < 2,40m$	21	
	$1,20m < d2 < 2,40m$		
	$1,20m < d1 < 2,40m$	24	3 ejes con cubiertas superanchas (de fábrica, con suspensión neumática, ejes traseros) medidas Res ST 497/94
	$1,20m < d2 < 2,40m$		
	1,8 toneladas por rueda (carretones)	14.4	SOLO PARA CARRETONES (Transporte de cargas excepcionales indivisibles con permiso)

Tabla 5: Pesos máximos por eje y tipo de vehículo

ANEXO II

f_{Ls}	Ancho Banquina			
Ancho Calzada	0	0,6	1,2	1,8
2,7	10,3	7,7	5,6	3,5
3	8,5	5,9	3,8	1,7
3,3	7,5	4,9	2,8	0,7
3,6	6,8	4,2	2,1	0
Accesos/km	Fa			
0	0			
6	4			
12	8			
18	12			
24	16			

f_G		
Vp	Level	Rolling
0	1	0,71
600	1	0,93
1200	1	0,99
E_T		
Vp	Level	Rolling
0	1,7	2,5
600	1,2	1,9
1200	1,1	1,5
E_R		
Vp	Level	Rolling
0	1	1,1
600	1	1,1
1200	1	1,1

f_{np}	Proporción de zonas de no adelantamiento					
Vp	0%	20%	40%	60%	80%	100%
0	0	0	0	0	0	0
200	0	1	2,3	3,8	4,2	5,6
400	0	2,7	4,3	5,7	6,3	7,3
600	0	2,5	3,8	4,9	5,5	6,2
800	0	2,2	3,1	3,9	4,3	4,9
1000	0	1,8	2,5	3,2	3,6	4,2
1200	0	1,3	2	2,6	3	3,4
1400	0	0,9	1,4	1,9	2,3	2,7
1600	0	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4
1800	0	0,8	1,1	1,6	1,8	2,1
2000	0	0,8	1	1,4	1,6	1,8
2200	0	0,8	1	1,4	1,5	1,7
2400	0	0,8	1	1,3	1,5	1,7
2600	0	0,8	1	1,3	1,4	1,6
2800	0	0,8	1	1,2	1,3	1,4
3000	0	0,8	0,9	1,1	1,1	1,3
3200	0	0,8	0,9	1	1	1,1
$f_{d/np}$	Proporción de zonas de no adelantamiento					
Vp	0%	20%	40%	60%	80%	100%
200	0	10,1	17,2	20,2	21	21,8
400	0	12,4	19	22,7	23,8	24,8
600	0	11,2	16	18,7	19,7	20,5
800	0	9	12,3	14,1	14,5	15,4
1400	0	3,6	5,5	6,7	7,3	7,9
2000	0	1,8	2,9	3,7	4,1	4,4
2600	0	1,1	1,6	2	2,3	2,4
3200	0	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4

Tabla 6¹²⁷: Parámetros de corrección

¹²⁷ Transportation Research Board (2000) "Highway Capacity Manual 2000". Publicado por el Transportation Research Council.

ANEXO III

Países de destino	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Chile	493932	235888	68742	3180587	12388844	15989598	222714955	28554562	28811635	38479294	42182329
China	12826920	11703684	8534333	8776542	18755759	19113142	15255994	22844969	28103485	37193279	40729619
HONG KONG-TERRIT.BRITAN.	1972989	2111201	3435738	5989548	2005718	7759854	16317113	14185930	12392640	7803017	10154732
Otros	1390470	2603885	11023905	19762870	28084077	58516048	49617323	67147882	76549277	86932040	64154830
Sudáfrica	1043582	947660	5800386	4272840	7974855	14413272	20344078	24735958	24769152	33951576	28931089
Venezuela						1851000	896000	2918420	32490040	16138468	71235130

Tabla 7¹²⁸: Exportaciones avícolas por destino

¹²⁸ Base de datos del Sistema María (2011). Disponible online: www.nosis.net (Acceso Julio 2011)

Reingeniería del Corredor Logístico Rosario-Victoria 2020-2030

ANEXO IV

Volumen	Ene-04	Feb-04	Mar-04	Abr-04	May-04	Jun-04	Jul-04	Ago-04	Sep-04	Oct-04	Nov-04	Dic-04	Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05
NAFTA COMUN >83 RON	6.398	5.436	5.765	5.338	5.066	4.499	4.643	4.380	4.283	3.260	3.176	4.319	3.108	3.141	3.629	3.259	3.308
NAFTA COMUN >83 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	1.072	0	982	966	891	840	864	825	752	443	160	171	148	135	147	151	148
NAFTA SUPER >93 RON	18.764	17.012	18.507	18.097	16.670	15.332	15.183	14.566	14.723	13.351	13.017	17.823	16.030	14.522	16.611	15.324	15.726
NAFTA SUPER >93 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	3.030	0	2.887	2.835	2.593	2.537	2.763	2.530	2.632	1.916	823	876	798	702	799	831	866
NAFTA ULTRA >97 RON	4.290	3.935	4.483	4.391	4.341	4.601	5.626	4.824	4.886	5.154	5.121	6.268	5.626	5.197	6.249	5.529	5.936
NAFTA ULTRA >97 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	814	0	352	251	0	777	917	859	937	884	677	764	705	665	671	699	2.406
Precio	Ene-04	Feb-04	Mar-04	Abr-04	May-04	Jun-04	Jul-04	Ago-04	Sep-04	Oct-04	Nov-04	Dic-04	Ene-05	Feb-05	Mar-05	Abr-05	May-05
NAFTA COMUN >83 RON	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,76	\$ 1,73	\$ 1,73
NAFTA SUPER >93 RON	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,86	\$ 1,87	\$ 1,87	\$ 1,88	\$ 1,88	\$ 1,88	\$ 1,86	\$ 1,86	\$ 1,86	\$ 1,86	\$ 1,85	\$ 1,87	\$ 1,85	\$ 1,85
NAFTA ULTRA >97 RON	\$ 1,93	\$ 1,93	\$ 1,93	\$ 1,93	\$ 1,93	\$ 1,94	\$ 1,96	\$ 1,97	\$ 1,97	\$ 1,97	\$ 1,98	\$ 2,00	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 2,03	\$ 1,99	\$ 1,99

Volumen	Jun-05	Jul-05	Ago-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05	Ene-06	Feb-06	Mar-06	Abr-06	May-06	Jun-06	Jul-06	Ago-06	Sep-06	Oct-06
NAFTA COMUN >83 RON	3.202	3.536	3.340	3.364	3.614	3.365	3.462	3.307	3.091	3.394	2.782	2.987	2.574	2.671	2.645	2.635	2.210
NAFTA COMUN >83 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	133	130	130	123	124	113	114	102	93	96	93	90	93	106	99	103	101
NAFTA SUPER >93 RON	15.899	16.669	17.327	16.901	18.285	17.354	16.671	19.138	17.428	19.506	18.724	18.728	17.170	18.358	19.505	18.774	18.652
NAFTA SUPER >93 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	806	873	845	831	900	819	916	853	749	848	856	835	816	892	902	910	979
NAFTA ULTRA >97 RON	5.995	6.888	7.267	6.942	7.515	8.126	8.798	8.337	7.944	8.878	8.831	9.327	8.656	9.530	10.891	10.094	10.875
NAFTA ULTRA >97 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	740	809	789	795	887	843	940	846	786	915	969	960	930	1.096	1.099	1.099	1.183
Precio	Jun-05	Jul-05	Ago-05	Sep-05	Oct-05	Nov-05	Dic-05	Ene-06	Feb-06	Mar-06	Abr-06	May-06	Jun-06	Jul-06	Ago-06	Sep-06	Oct-06
NAFTA COMUN >83 RON	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,75	\$ 1,74	\$ 1,73	\$ 1,73	\$ 1,74	\$ 1,74	\$ 1,75
NAFTA SUPER >93 RON	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,86	\$ 1,86	\$ 1,86	\$ 1,86	\$ 1,87	\$ 1,88	\$ 1,85	\$ 1,85	\$ 1,87	\$ 1,86	\$ 1,88
NAFTA ULTRA >97 RON	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99

Volumen	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Sep-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08
NAFTA COMUN >83 RON	2.098	1.817	1.767	1.589	1.674	1.634	1.806	1.756	1.634	1.641	1.683	1.743	1.847	1.538	1.667	1.529	1.528
NAFTA COMUN >83 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	89	80	123	82	89	83	77	48	17	6	4	4	7	3	6	-6	2
NAFTA SUPER >93 RON	20.373	18.258	19.357	18.934	21.006	20.849	23.488	24.071	22.568	24.825	25.057	26.954	28.356	25.853	27.172	26.503	28.389
NAFTA SUPER >93 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	903	852	935	942	1.094	1.134	1.344	1.330	1.300	1.279	1.463	1.631	1.573	1.447	1.474	1.395	1.690
NAFTA ULTRA >97 RON	12.003	11.211	12.482	11.397	12.000	11.584	12.991	12.366	10.495	12.063	11.466	11.571	11.625	10.676	11.785	10.492	10.547
NAFTA ULTRA >97 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	1.098	1.076	1.280	1.199	1.233	1.218	1.299	1.229	990	853	939	941	822	748	761	625	653
Precio	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Sep-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08
NAFTA COMUN >83 RON	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,76	\$ 1,77	\$ 1,77	\$ 1,77	\$ 1,80	\$ 1,82	\$ 1,99	\$ 2,10	\$ 1,85	\$ 1,80	\$ 1,80	\$ 1,89	\$ 2,10
NAFTA SUPER >93 RON	\$ 1,88	\$ 1,88	\$ 1,87	\$ 1,88	\$ 1,91	\$ 1,91	\$ 1,97	\$ 2,02	\$ 2,08	\$ 2,06	\$ 2,21	\$ 2,26	\$ 2,10	\$ 2,10	\$ 2,10	\$ 2,24	\$ 2,46
NAFTA ULTRA >97 RON	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 1,99	\$ 2,04	\$ 2,10	\$ 2,17	\$ 2,26	\$ 2,33	\$ 2,40	\$ 2,51	\$ 2,65	\$ 2,76	\$ 2,59	\$ 2,60	\$ 2,60	\$ 2,74	\$ 2,99

Reingeniería del Corredor Logístico Rosario-Victoria 2020-2030

Volumen	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Sep-09	Oct-09
NAFTA COMUN >83 RON	1.803	1.844	2.198	1.926	1.901	1.718	2.492	3.066	2.499	2.764	2.593	1.421	2.328	2.338	2.385	2.933	2.609
NAFTA COMUN >83 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAFTA SUPER >93 RON	24.148	28.908	30.334	30.097	31.134	29.883	34.730	33.428	29.413	32.996	31.214	30.861	32.268	32.073	32.309	32.273	33.087
NAFTA SUPER >93 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	1.160	1.849	0	0	1.383	1.379	1.244	1.213	962	1.026	1.005	1.082	1.057	1.059	996	858	938
NAFTA ULTRA >97 RON	10.084	7.085	9.005	8.494	8.328	7.426	8.759	7.621	6.839	7.481	7.642	7.328	7.648	7.336	8.169	7.948	9.315
NAFTA ULTRA >97 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	735	3.063	0	0	428	404	424	314	230	266	274	270	277	242	261	253	233
Precio	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Sep-09	Oct-09
NAFTA COMUN >83 RON	\$ 2,21	\$ 2,23	\$ 2,32	\$ 2,36	\$ 2,38	\$ 2,39	\$ 2,43	\$ 2,51	\$ 2,36	\$ 2,51	\$ 2,56	\$ 2,59	\$ 2,63	\$ 2,78	\$ 2,78	\$ 2,85	\$ 2,98
NAFTA SUPER >93 RON	\$ 2,64	\$ 2,62	\$ 2,80	\$ 2,84	\$ 2,91	\$ 2,93	\$ 2,95	\$ 2,88	\$ 2,96	\$ 3,04	\$ 3,07	\$ 3,07	\$ 3,18	\$ 3,41	\$ 3,41	\$ 3,47	\$ 3,57
NAFTA ULTRA >97 RON	\$ 3,19	\$ 3,22	\$ 3,32	\$ 3,32	\$ 3,46	\$ 3,48	\$ 3,48	\$ 3,49	\$ 3,49	\$ 3,54	\$ 3,56	\$ 3,56	\$ 3,63	\$ 3,74	\$ 3,79	\$ 3,79	\$ 3,89

Volumen	Nov-09	Dic-09
NAFTA COMUN >83 RON	2.993	3.663
NAFTA COMUN >83 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	0	0
NAFTA SUPER >93 RON	30.963	34.832
NAFTA SUPER >93 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	840	817
NAFTA ULTRA >97 RON	6.234	9.710
NAFTA ULTRA >97 RON A ESTACIONES DE SERVICIO	228	297
Precio	Nov-09	Dic-09
NAFTA COMUN >83 RON	\$ 3,02	\$ 3,06
NAFTA SUPER >93 RON	\$ 3,63	\$ 3,68
NAFTA ULTRA >97 RON	\$ 3,96	\$ 3,99

Tabla 8¹²⁹: Consumo de combustible en Santa Fe Ene-04 a Dic-09

¹²⁹ Secretaría de Energía de la Nación (2011) "Ventas por Jurisdicción | Tablas Dinámicas de Downstream". Disponible online: www.energia.gov.ar (Acceso Julio 2011).

ANEXO V

MIN

232poibi+79.9tuno+394podiam+3.7diamo+4.9creftun+6.5pingftun+6.5crefping+6.5pingfcre+17.7crefbasa+17.7basafcre+15.3pingffed+15.3fedfping+9.7fedfsjai+9.7sjaiffed+11.9fedfcon+11.9conccfed+9.2chafcon+9.2concfcha+13concfvil+13vilfcon+6.8vilfbasa+6.8basafvil+4basafurd+4urdfbasa+7.1basafuru+7.1urufbasa+15.7concfuru+15.7urufcon+5.3urdfgchu+5.3gchufurd+8.3urdfguay+8.3guayfurd+12.7ibico+33.9colcon+33.9concol+13.68coluru+13.68urucol+27.42colvil+27.42vilcol+12.3urupouru+477puru+383.5colpecol+22.71confdn+59.01confdl+22.71fdncon+59.01fdlcon+41.01convil+41.01vilcon+425.41conpecon+31.8dianog+31.8nogdia+15diapar+15pardia+24.9diavic+24.9vicdia+18diapodia+10.4diapros+26.2diapibi+36fdnfed+36fedfdn+28.5fdnfel+28.5fedfdn+33.6fdfel+33.6felfdl+65.31fdllp+65.31lpfdl+41.31fdlvil+41.31vilfdl+30.9fedlp+30.9lpfed+25.2gaygch+25.2gchgay+30gaytal+30talgay+35.1gayvic+35.1vicgay+372.4gayzar+41.1gaypogay+42.3gchpogay+47.4gchtal+47.4talgch+24.42gchuru+24.42urugch+373gchpegch+381.1gchzar+55.2lppar+55.2parlp+73.77lpvil+18.8lppdiam+29.2lppros+45lppibi+73.77villp+4.2lppolp+35.7nogpar+35.7parnog+16.2nogtal+16.2talnog+15nogvic+15vicnog+46.8parvil+46.8vilpar+75partnsub+33.78taluru+33.78urutal+22.5talvil+22.5vital+48uruvil+48viluru+18vicros+265poros

SUBJECT TO

-colcon+concol-coluru+urucol-colvil+vilcol-colpecol=534739
 -concol+colcon-confdn+fdncon-confdl+fdlcon-convil+vilcon+conco-conci-conpecon=-50523
 -dianog+nogdia-diapar+pardia-diavic+vicdia-podiam+diamo+lppdiam=-696194
 -fdncon+confdn-fdnfdl+fdlfdn-fdnfel+felfdn+sjaimo-sjaimi+chajao-chajai=-50523
 -fdlcon+confdl-fdlfdn+fdnfdl-fdlfel+felfdl-fdllp+lpfdl-fdlvil+vilfdl+federo-federi=-118820
 -felfdn+fdnfel-felfdl+fdlfel-fellp+lpfel=-56041
 -gaygch+gchgay-gaytal+talgay-gayvic+vicgay-gayzar+guayo-guayi-poibi+lppibi+diampibi+ibico=-252595
 -gchgay+gaygch-gchtal+talgch-gchuru+urugch-gchpegch-gchzar+urdo-urdi-gchuo-gchui=146524
 -lpfdl+fdllp-lpfel+fellp-lppar+parlp-lpvil+villp-lppolp+pingoo-pingoi=-492992
 -nogdia+dianog-nogpar+parnog-nogtal+talnog-nogvic+vicnog=-519542
 -pardia+diapar-parlp+lppar+parnog+nogpar-parvil+vilpar-partnsub+creo-crei=-696194
 -talgay+gaytal-talgch+gchtal-talnog+nogtal-taluru+uratal-talvil+vital=-252595
 -urucol+coluru-urugch+gchuru-uratal+taluru-uruvil+viluru+basao-basai-puru+uruo=146524
 -vicdia+diavic-vicgay+gayvic-vicnog+nogvic-vicros=-696194
 -vilcol+colvil-vilcon+convil-vilfdl+fdlvil-villp+lpvil-vilpar+parvil-vital+talvil-viluru+uruvil+villo-villi=-265601
 podiam-lppdiam-diamo-diapodia+diampros+diampibi=0
 poibi-lppibi-diampibi-ibico-gchpogay-gaypogay=0
 vicros+tuno+partnsub+diampros+lppros-poros=0
 uruo+urupouru-puru=0
 lppolp-lppdiam-lppros-lppibi=0
 pingfcre+basafcre+crei-creo-crefbasa-crefping-creftun-diamo=0
 creftun+pingftun-tuno=0
 crefping+fedfping+pingoi-pingoo-pingffed-pingfcre-pingftun=0
 pingffed+conccfed+sjaiffed+federi-federo-fedfping-fedfsjai-fedfcon=0
 -sjaiffed-sjaimo+sjaimi+fedfsjai=0
 fedfcon+chafcon+vilfcon+conci-conco-concfcha-conccfed-concfvil-concfuru=0
 -chajao-chafcon+concfcha+chajai=0
 concfvil+basafvil+villo-villo-vilfbasa-vilfcon=0
 concfuru+basafuru-uruo=0
 crefbasa+vilfbasa+urdfbasa+basai-basao-basafvil-basafcre-basafurd-basafuru=0
 basafurd+gchufurd+guayfurd+urdi-urdo-urdfbasa-urdfguay-urdfgchu=0
 urdfguay+guayi-guayo-guayfurd-ibico=0
 urdfgchu+gchui-gchuo-gchufurd=0
 diapodia+lppdiam+diamo-podiam=0
 tunfcre>=0
 diamo>=0
 vilfbasa>=0
 creftun>=0
 urdfbasa>=0
 urdfguay>=0
 guayfurd>=0
 pingfcre>=0
 basafcre>=0
 basafuru>=0
 guayfibi>=0
 urdfbasa>=0

basafurd>=0
crefbasa>=0
crefping>=0
pingftun>=0
tunfping>=0
pingffed>=0
fedfping>=0
fedfsjal>=0
sjaiffed>=0
concfed>=0
fedfcon>=0
chafcon>=0
urufcon>=0
concfcha>=0
concfuru>=0
concfvil>=0
vilfcon>=0
gchufurd>=0
guayi>=0
urdfgchu>=0
poibi<=0
puru<=1722800
podiam<=2277600
poros<=15264300
lppolp<=168000
gchpogay>=0
urupouru>=0
colcon>=0
concol>=0
coluru>=0
urucol>=0
colvil>=0
vilcol>=0
colpecol>=0
confdn>=0
fdncon>=0
confdl>=0
fdlcon>=0
convil>=0
vilcon>=0
conpecon>=0
dianog>=0
nogdia>=0
diapar>=0
pardia>=0
diavic>=0
vicdia>=0
diapodia>=0
fdnfdl>=0
fdlfdn>=0
fdnfdl>=0
felfdn>=0
fdnst>=0
fdlfdl>=0
felfdl>=0
fdllp>=0
lpfdl>=0
fdlvil>=0
vilfdl>=0
fellp>=0
lpfel>=0
gaygch>=0
gchgay>=0
gaytal>=0
talgay>=0
gayvic>=0
vicgay>=0

gayzar>=0
gaypogay>=0
gchtal>=0
talgch>=0
gchuru>=0
urugch>=0
gchpegch>=0
gchzar>=0
lppar>=0
parlp>=0
lpvil>=0
villp>=0
lppolp>=0
nogpar>=0
parnog>=0
nogtal>=0
talnog>=0
nogvic>=0
vicnog>=0
parvil>=0
vilpar>=0
partnsub>=0
taluru>=0
urutal>=0
talvil>=0
vital>=0
urugch>=0
gchuru>=0
uruvil>=0
viluru>=0
vicros>=0

END

ANEXO VI

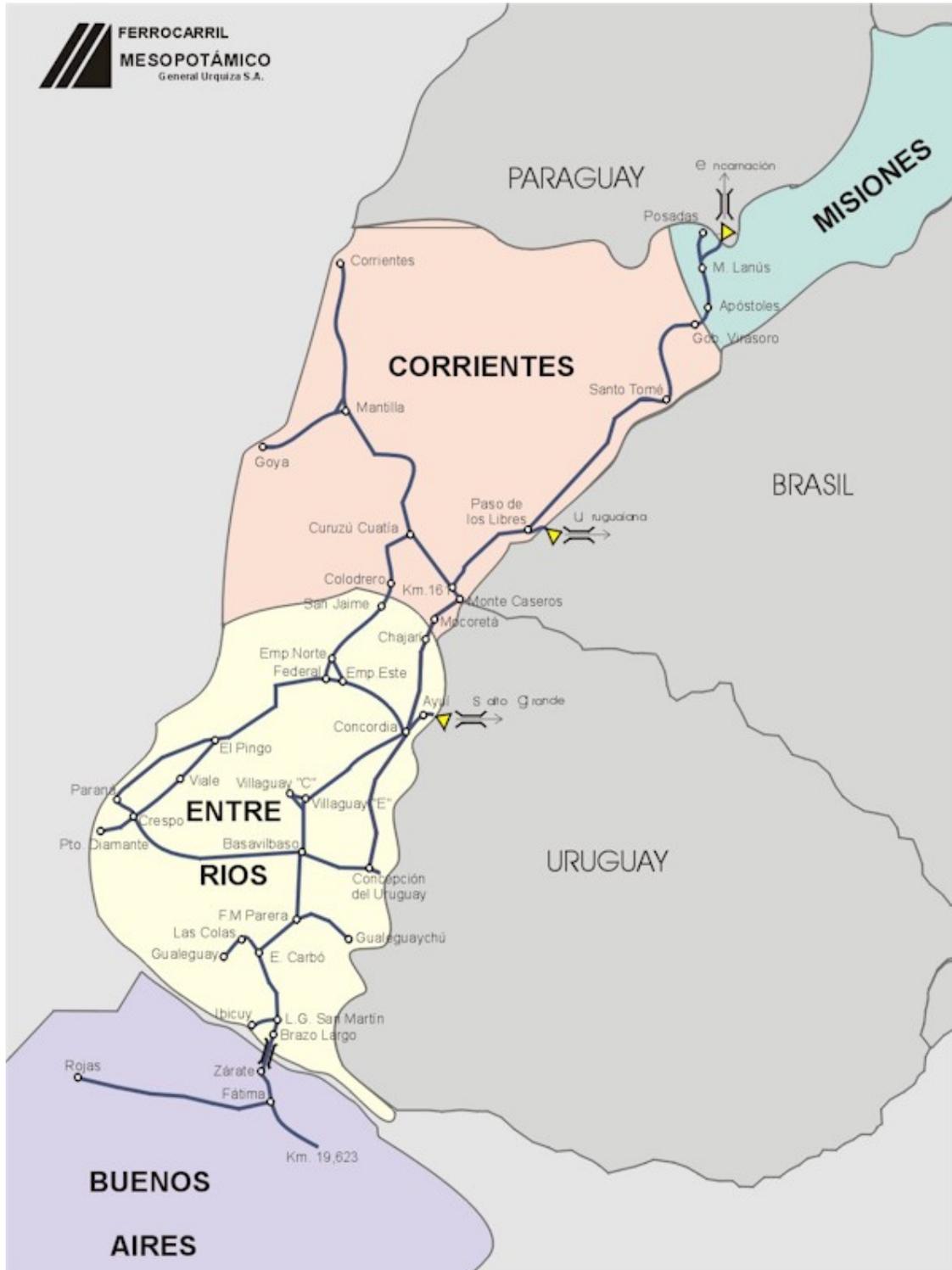


Ilustración 3: Trazado ferroviario de Entre Ríos

ANEXO VII

	COLON	CONCORDIA	DIAMANTE	FEDERACION	FEDERAL	FELICIANO	GUALEGUAY	GUALEGUAYCHU	LA PAZ	NOGOYA	PARANA	TALA	URUGUAY	VICTORIA	VILLAGUAY	Santo Tome	Pte Colon	Pte Concordia	Pte Gueguaychu	Pto Gualeguaych	Pte Zarate Brazo	Pto Gualeguay	Pte Victoria-Rosa	Pto Diamante	Tunel Subfluvial	Pto La Paz	
COLON	-	113											45,6		91,4		445										
CONCORDIA	113	-		75,7	197										137		585										
DIAMANTE			-							106	50			83										60			
FEDERACION		75,7		-	120	95									1040												
FEDERAL		197		120	-	112			218						138												
FELICIANO				95	112	-			103																		
GUALEGUAY							-	84				100		117							408	137					
GUALEGUAYCHU							84	-				158	81,4					410	51,8	437	141						
LA PAZ					218	103			-		184				246											14	
NOGOYA			106							-	119	54		50													
PARANA			50						184	119	-				156										250		
TALA						100	158			54		-	113		75												
URUGUAY	45,6						81,4						113	-	160												
VICTORIA			83			117				50				-									60				
VILLAGUAY	91,4	137			138				246		156	75	160		-												
Santo Tome				1040												-											
Pte Colon	445																-										
Pte Concordia		585																-									
Pte Gueguaychu							410												-								
Pto Gualeguaychu							51,8													-							
Pte Zarate Brazo Largo						408	437														-						
Pto Ibicuy						137	141																				
Pte Victoria-Rosario														60													
Pto Diamante			60																								
Tunel Subfluvial											250															-	
Pto La Paz									14																		-

Tabla 9: Tabla de distancias entre localidades

ANEXO VIII

DISTANCIAS ENTRE LOCALIDADES ENTERRRIANAS	BASAVILBASO	BRAZO LARGO	COLÓN	C. DEL URUGUAY	CONCORDIA	CRESPO	CHAJARÍ	DIAMANTE	FEDERACIÓN	FEDERAL	GUALEGUAY	GUALEGUAYCHÚ	HERNANDARIAS	IBICUY	LA PAZ	LIB. SAN MARTÍN	LIEBIG	NOGOYÁ	PARANÁ	PIEDRAS BLANCAS	PUERTO YERUÁ	RAMÍREZ	ROSARIO DEL TALA	SAN JOSÉ	S. J. DE FELICIANO	SAN SALVADOR	SANTA ANA	SANTA ELENA	UBAJAY	URDINARRAIN	VICTORIA	VILLAGUAY	VILLA ELISA	VILLA PARANACITO	VILLA URQUIZA
BASAVILBASO		200	95	66	195	163	264	194	245	225	133	99	270	215	242	176	103	92	201	273	195	143	26	91	340	129	284	241	138	37	139	63	113	185	253
BRAZO LARGO	200		202	174	311	312	380	315	365	390	116	118	439	48	417	312	210	256	337	434	314	307	228	200	454	280	402	427	246	159	236	291	218	54	378
COLÓN	95	202		44	121	258	190	288	170	220	178	104	300	217	278	265	12	186	290	361	119	240	118	11	263	85	212	288	56	132	233	110	32	194	285
C. DEL URUGUAY	66	174	44		145	229	214	259	199	232	150	76	330	190	298	237	52	159	268	332	148	212	88	40	287	163	236	308	88	103	205	129	62	166	306
CONCORDIA	195	311	121	145		250	85	280	70	110	281	205	296	322	251	259	109	240	261	304	31	262	209	110	158	58	107	284	57	232	287	120	112	295	288
CRESPO	163	312	258	229	250		330	34	304	210	213	261	140	332	193	13	266	72	45	145	253	25	141	255	284	196	352	175	225	200	106	144	210	313	72
CHAJARÍ	264	380	190	214	85	330		337	51	103	348	274	285	390	207	325	178	309	300	297	103	326	278	180	95	134	22	243	142	301	352	189	185	364	274
DIAMANTE	194	315	288	259	280	34	337		334	240	185	284	150	323	223	17	278	102	50	175	287	59	173	286	314	226	360	205	255	231	80	174	245	299	91
FEDERACIÓN	245	365	170	199	70	304	51	334		160	335	259	315	382	249	312	163	294	315	354	84	383	271	159	156	112	73	281	127	282	341	174	165	349	330
FEDERAL	225	390	220	232	110	210	103	240	160		274	286	193	397	149	218	224	233	201	194	126	223	202	199	87	178	122	159	160	262	276	126	208	374	188
GUALEGUAY	133	116	178	150	281	213	348	185	335	274		86	310	123	301	207	187	141	226	325	285	190	113	175	348	227	370	376	219	77	120	175	207	100	267
GUALEGUAYCHÚ	99	118	104	76	205	261	274	284	259	286	86		390	125	328	287	112	189	322	405	207	238	119	100	360	226	300	338	148	49	202	190	121	102	320
HERNANDARIAS	270	439	300	330	296	140	285	150	315	193	310	390		446	95	143	310	198	100	15	310	143	251	360	178	242	290	77	271	307	242	190	260	423	79
IBICUY	215	48	217	190	322	332	390	323	382	397	123	125	446		424	325	225	263	361	460	320	318	233	202	471	350	409	434	230	169	243	298	237	67	417
LA PAZ	242	417	278	298	251	193	207	223	249	149	301	328	95	424		200	269	251	168	91	271	197	229	269	95	220	210	48	249	279	295	168	232	338	156
LIB. SAN MARTÍN	176	312	265	237	259	13	325	17	312	218	207	287	143	325	200		276	80	53	149	262	28	148	263	285	205	353	182	234	213	87	152	222	303	91
LIEBIG	103	210	12	52	109	266	178	278	163	224	187	112	310	225	269	276		191	245	316	96	227	127	11	251	73	204	276	40	140	243	101	23	204	266
NOGOYÁ	92	256	186	159	240	72	309	102	294	233	141	189	198	263	251	80	191		110	200	245	51	69	184	307	186	331	233	226	129	47	134	208	240	127
PARANÁ	201	337	290	268	261	45	300	50	315	201	226	322	100	361	168	53	245	110		117	265	58	179	239	251	207	320	150	236	238	122	155	222	338	41
PIEDRAS BLANCAS	273	434	361	332	304	145	297	175	354	194	325	405	15	460	91	149	316	200	117		312	156	254	275	180	243	320	78	272	310	242	192	262	435	101
PUERTO YERUÁ	195	314	119	148	31	253	103	287	84	126	285	207	310	320	271	262	96	245	265	312		300	225	116	213	63	125	291	63	232	287	125	119	282	285
RAMÍREZ	143	307	240	212	262	25	326	59	383	223	190	238	143	318	197	28	227	51	58	156	300		121	250	311	210	348	205	239	180	92	136	228	291	93
ROSARIO DEL TALA	26	228	118	88	209	141	278	173	271	202	113	119	251	233	229	148	127	69	179	254	225	221		115	289	154	300	245	160	63	111	103	102	210	206
SAN JOSÉ	91	200	11	40	110	255	180	286	159	199	175	100	360	202	269	263	11	184	239	275	116	250	115		264	76	199	279	45	130	224	101	21	192	276
S. J. DE FELICIANO	340	454	263	287	158	284	95	314	156	87	348	360	178	471	95	285	251	307	251	180	213	311	289	264		190	117	133	237	377	355	217	284	448	264
SAN SALVADOR	129	280	85	163	58	196	134	226	112	178	227	226	242	350	220	205	73	186	207	243	63	210	154	76	190		156	230	29	166	229	66	137	327	223
SANTA ANA	284	402	212	236	107	352	22	360	73	122	370	300	290	409	210	353	204	331	320	320	125	348	300	199	117	156		265	164	321	374	211	197	386	296
SANTA ELENA	241	427	288	308	284	175	243	205	281	159	376	338	77	434	48	182	276	233	150	78	291	205	245	279	133	230	265		259	278	275	171	242	411	138
UBAJAY	138	246	56	88	57	225	142	255	127	160	219	148	271	230	249	234	40	226	236	272	63	239	160	45	237	29	164	259		175	271	95	62	221	252
URDINARRAIN	37	159	132	103	232	200	301	231	282	262	77	49	307	169	279	213	140	129	238	310	132	180	63	130	377	166	321	278	175		197	100	112	149	279
VICTORIA	139	236	233	205	287	106	352	80	341	276	120	202	242	243	295	87	243	47	122	242	287	92	111	224	355	229	374	275	271	197		177	252	220	169
VILLAGUAY	63	291	110	129	120	144	189	174	174	126	175	190	190	298	168	152	101	134	155	192	125	136	103	101	217	66	211	171	95	100	177		71	275	164
VILLA ELISA	113	218	32	62	112	210	185	245	165	208	207	121	260	237	232	222	23	208	222	262	119	228	102	21	284	137	197	242	62	112	252	71		213	235
VILLA PARANACITO	185	54	194	166	295	313	364	299	349	374	100	102	423	67	338	303	204	240	338	435	282	291	210	192	448	327	386	411	221	149	220	275	213		399
VILLA URQUIZA	253	378	285	306	288	72	274	91	330	188	267	320	79	417	156	91	266	127	41	101	285	93	206	276	264	223	296	138	252	279	169	164	235	399	

Tabla 10: Tabla de distancias entre localidades

ANEXO IX

	MAIZ	SOJA	TRIGO
1998/99	5370	2445	2304
1999/00	5430	2340	2452
2000/01	5460	2588	2493
2001/02	6080	2630	2235
2002/03	6477	2803	2033
2003/04	6393	2207	2540
2004/05	7359	2728	2631
2005/06	5903	2679	2531
2006/07	7666	2971	2626
2007/08	6452	2822	2831
2008/09	5576	1848	1964
2009/10	7812	2905	2677

Tabla 11¹³⁰: Rendimientos Nacionales Promedio [Ton/ha]

¹³⁰ Sitio web del Sistema Integrado de Información Agropecuaria: www.siiia.gov.ar (Acceso Julio 2011).

ANEXO X

ξ	A					
	1	2	3	4	5	6
1,00	0,50	0,58	0,63	0,66	0,69	0,71
0,75	0,52	0,59	0,64	0,68	0,71	0,73
0,50	0,54	0,61	0,66	0,70	0,72	0,74
0,25	0,56	0,63	0,68	0,71	0,74	0,76
0,00	0,59	0,66	0,71	0,74	0,76	0,78

Tabla 12: Valores de p_c en sistemas M/G/a y G/M/a

RESULTADOS

RESULTADOS I

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
COLON CONCORDIA Y FEDERACION	111893	121003	130519	140418	150673	161254	172126	183252	194592	206105	217749	229485	241270	253066	264836	276547	288166	299666	311022	322214	333224	344039	354646	365040	375214	385167
FEDERAL	123108	135362	148544	162681	177790	193881	210957	229009	248020	267962	288798	310478	332944	356128	379956	404345	429207	454451	479985	505715	531550	557400	583182	608817	634234	659367
FELICIANO GUALEGUAY Y TALA	56041	61621	67626	74065	80948	88278	96058	104283	112945	122032	131527	141408	151647	162215	173076	184194	195529	207038	218680	230413	242194	253982	265740	277432	289025	300490
LA PAZ	529443	570178	612422	656050	700923	746889	793785	841446	889700	938378	987310	1036337	1085304	1134069	1182502	1230485	1277916	1324705	1370778	1416075	1460550	1504167	1546905	1588751	1629702	1669764
NOGOYA PARANA, DIAMANTE Y VICTORIA	571922	602300	632768	663235	693615	723833	753819	783512	812861	841822	870358	898443	926055	953181	979813	1005947	1031587	1056738	1081409	1105613	1129364	1152678	1175573	1198066	1220177	1241925
URUGUAY Y GUALEGUAYCHU VILLAGUAY Y SAN SALVADOR	2380806	2426609	2472388	2518149	2563895	2609629	2655354	2701071	2746782	2792489	2838191	2883891	2929588	2975283	3020976	3066668	3112359	3158050	3203740	3249429	3295117	3340806	3386494	3432182	3477870	3523558
	1201466	1320441	1433351	1538805	1636104	1725132	1806218	1879980	1947196	2008702	2065322	2117823	2166892	2213128	2257044	2299071	2339565	2378822	2417084	2454544	2491364	2527670	2563565	2599132	2634437	2669534
	416921	445096	473911	503263	533049	563163	593501	623963	654451	684873	715147	745195	774949	804352	833351	861906	889983	917558	944612	971133	997118	1022567	1047483	1071876	1095757	1119142

Tabla 13: Producción por cada departamento

Reingeniería del Corredor Logístico Rosario-Victoria 2020-2030

RESULTADOS II

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
COLON	534739	538020	539446	539192	537444	534391	530210	525063	519097	512440	505207	497498	489403	481001	472362	463548	454613	445606	436568	427536	418541	409608	400760	392013	383382	374877
CONCORDIA Y FEDERACION	(101046)	(117461)	(135242)	(154363)	(174783)	(196450)	(219304)	(243272)	(268275)	(294226)	(321028)	(348581)	(376778)	(405509)	(434662)	(464126)	(493790)	(523549)	(553300)	(582949)	(612409)	(641600)	(670452)	(698905)	(726909)	(754419)
FEDERAL	(118820)	(130991)	(144101)	(158174)	(173226)	(189268)	(206299)	(224311)	(243287)	(263197)	(284003)	(305656)	(328098)	(351260)	(375067)	(399437)	(424281)	(449509)	(475027)	(500743)	(526564)	(552402)	(578172)	(603796)	(629203)	(654327)
FELICIANO GUALEGUAY Y TALA	(56041)	(61621)	(67626)	(74065)	(80948)	(88278)	(96058)	(104283)	(112945)	(122032)	(131527)	(141408)	(151647)	(162215)	(173076)	(184194)	(195529)	(207038)	(218680)	(230413)	(242194)	(253982)	(265740)	(277432)	(289025)	(300490)
LA PAZ	(492992)	(533028)	(574655)	(617740)	(662133)	(707674)	(754194)	(801518)	(849469)	(897872)	(946556)	(995356)	(1044115)	(1092689)	(1140945)	(1188765)	(1236044)	(1282693)	(1328635)	(1373811)	(1418172)	(1461683)	(1504322)	(1546075)	(1586939)	(1626920)
NOGOYA PARANA, DIAMANTE Y VICTORIA	(519542)	(548917)	(578498)	(608183)	(637875)	(667483)	(696927)	(726136)	(755049)	(783617)	(811796)	(839554)	(866867)	(893718)	(920096)	(945996)	(971419)	(996368)	(1020851)	(1044880)	(1068468)	(1091629)	(1114382)	(1136742)	(1158728)	(1180358)
URUGUAY Y GUALEGUAYCHU	(2088581)	(2128784)	(2169618)	(2211020)	(2252922)	(2295254)	(2337955)	(2380971)	(2424253)	(2467765)	(2511474)	(2555354)	(2599383)	(2643544)	(2687822)	(2732206)	(2776684)	(2821248)	(2865889)	(2910603)	(2955381)	(3000219)	(3045112)	(3090056)	(3135046)	(3180079)
VILLAGUAY Y SAN SALVADOR	293047	202709	115090	31927	(45709)	(117339)	(182960)	(242903)	(297700)	(347983)	(394407)	(437601)	(478141)	(516532)	(553211)	(588544)	(622834)	(656330)	(689232)	(721701)	(753864)	(785821)	(817650)	(849411)	(881149)	(912898)
SAN SALVADOR	(265601)	(290877)	(317131)	(344226)	(372021)	(400373)	(429146)	(458209)	(487439)	(516725)	(545966)	(575072)	(603963)	(632571)	(660837)	(688715)	(716164)	(743155)	(769666)	(795683)	(821196)	(846204)	(870708)	(894716)	(918236)	(941283)

Tabla 14: Saldo exportable por departamento