

## **ASPECTOS FERRO - VIALES**

por

**FEDERICO CAMBA**

Es un honor para mi haber sido invitado por la Universidad Nacional del Litoral a tomar parte activa en estas Jornadas del Paraná Medio, por el nivel de los participantes, por la importancia del tema y por compartir un estrado tan ilustre como el del aula magna de esta Universidad.

El aprovechamiento integral del Paraná Medio es un reto a nuestra decisión de querer y hacer un país grande.

También es un acicate para que, conjugando oportuna y convenientemente la capacidad técnica y la decisión política, se logre el objetivo de dotar al país de obras fundamentales que permitan un desarrollo armónico, basado en la descentralización.

A los efectos de proporcionar mayor claridad al desarrollo de mi exposición, presentaré la organización de la misma, que resume los cursos de acción con que la Secretaría de Estado a mi cargo se propone dar respuesta a las necesidades de transporte originadas por las obras:

1. Consideraciones generales sobre el Paraná Medio y su inserción en la Cuenca del Plata.
2. El aprovechamiento integral del Paraná Medio y su relación con la Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas, fundamentalmente en el sector transporte.

3. Planteo de un Modelo Matemático de simulación a treinta años, para estudiar la afectación que Paraná Medio ejercerá sobre el Sistema Nacional de Transporte. Explicación Conceptual.
  4. Los requerimientos concretos que el Proyecto de Paraná Medio demanda en cuanto a obras ferroviarias.
  5. Conclusiones finales.
1. *Consideraciones generales sobre el Paraná Medio y su inserción en la Cuenca del Plata.*

Se pueden emplear diversos indicadores para definir la importancia de una Cuenca: el sistema hidrográfico, la población, el nivel económico desarrollado, etc. La Cuenca del Plata, por la característica que ofrece de estar compuesta por territorios de cinco países, Uruguay, Paraguay, Bolivia, Brasil y Argentina, presenta también una relevante importancia por razones estratégicas y geopolíticas.

Es sabido que esta Cuenca internacional es un espacio que puede ser definido tanto en la controversia como en la convivencia, donde la dimensión política suele superponerse al ámbito geográfico.

Nuestro país siempre busca y buscará, en razón de su historia y sus convicciones, optar por la cooperación, desechando todo intento hegemónico que altere las relaciones de amistad con los demás países.

La importancia del aprovechamiento integral del Paraná Medio, está enmarcada dentro de este contexto internacional. Esta unidad de criterio establece una clara idea de como debemos reflexionar y actuar los argentinos frente a un proyecto como el que hoy nos ocupa, y que es uno de los principales que se han definido y pueden definirse dentro de la Cuenca del Plata.

De las tres grandes cuencas internacionales de América del Sur, las del Amazonas, del Orinoco y del Plata, sólo esta última puede en la actualidad considerarse como productiva, en razón de la densidad y la organización de las poblaciones.



Constituye la base de sustentación de grandes capitales, de puertos y centros industriales, desde hace siglos.

En el territorio nacional, los grandes ríos de la Cuenca actúan como ejes que unen a los polos de desarrollo industrial más importantes, lo que coloca al Noreste argentino en una situación singular de cambio.

La Cuenca coordina, interrelaciona y alimenta con sus reservas infraestructurales de energía, transporte, riego, etc. a las demás regiones que no están involucradas expresamente en su área. Por lo tanto puede afirmarse que el desarrollo programado de la Cuenca del Plata compromete la transformación de casi todo el país.

El Río Paraná, al entrar en nuestro territorio comienza a adquirir características muchos más favorables para la navegación que sobre territorio brasileño, ya que presenta menores meandros, curvas más "suaves", bajas pendientes, mayores profundidades y menor velocidad de circulación de sus aguas.

Esta situación natural, y las obras viales y ferroviarias existentes y localizadas en su área de influencia y las que en el futuro se prevean incorporar, fruto en muchos casos de aprovechamientos hidroenergéticos, permitirán mantener el flujo comercial norte-sur, vital para el desarrollo del N.E.A. y salida óptima para Paraguay, Bolivia y el Noroeste Argentino.

Si observamos la Cuenca hídrica del Plata y nos limitamos al análisis del aprovechamiento hidroenergético que nuestro país puede hacer de ella, nos encontramos con un conjunto de posibilidades, vislumbradas por el Ing. Carlos Santos Rosell (1), y ya incorporadas en el Plan Energético Nacional para la región NEA.

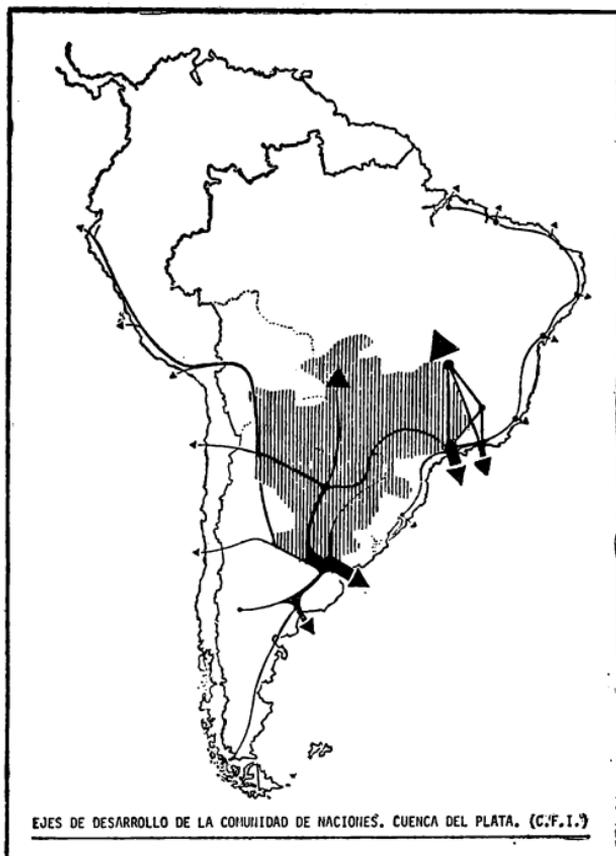
El Mapa de la página siguiente nos muestra:

- a) Las obras a iniciar con las fechas estimadas de habilitación y ya incluidas en el plan energético.

(1) Ingeniero Civil argentino, Figura decana en hidroelectricidad, con actividad ininterrumpida desde 1926. Ha estudiado exhaustivamente la Cuenca del Plata.

b) Los aprovechamientos posibles, pero todavía no incluidos en el referido plan.

A esto es necesario sumar la recuperación de aproximadamente 10.000.000 de has. en la región de los *bajo submeridional*.



*nales*; los beneficios múltiples que se derivarán del aprovechamiento del Iberá; las sistematizaciones de las subcuencas de los ríos Bermejo y Gualaguay; y el aprovechamiento integral del delta del Río Paraná.

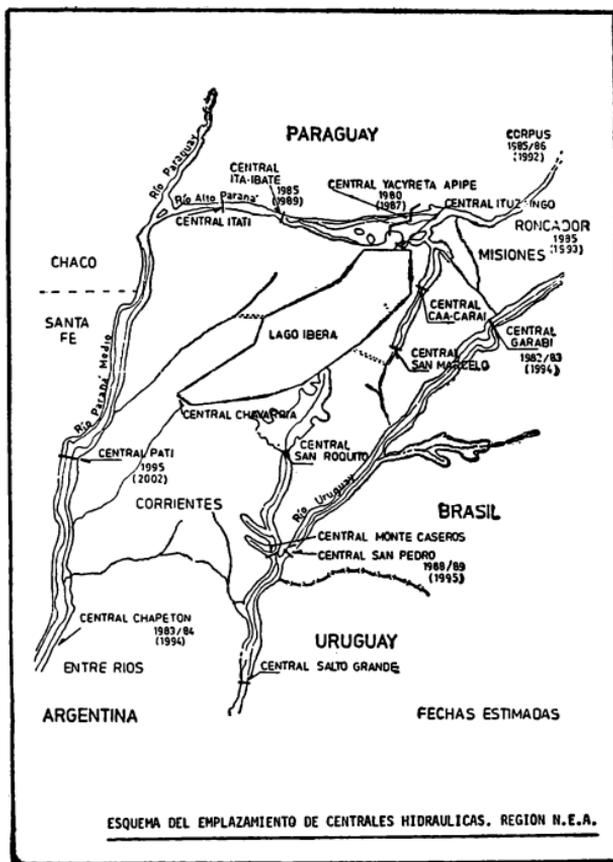
El siguiente gráfico nos permite visualizar la importancia energética de algunos de los aprovechamientos:

<i>Características de la Central</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Potencia Kw</i>	<i>Generación Media Anual Kw/h</i>
Chapeton	P. M.	2.300.000	14.900.000.000
Machuca-Cue o Pati	P. M.	2.900.000	15.200.000.000
Roncador	Arg./Brasil ( Alternativa )	2.700.000 ( 6.400.000 )	9.300.000.000 ( 15.000.000.000 )
Garabí	Arg./Brasil	1.800.000	6.500.000.000
San Pedro	Arg./Brasil	750.000	3.700.000.000
Yacyretá	Arg./Paraguay	2.700.000	17.550.000.000
Salto Grande	Arg./Uruguay	1.620.000	6.700.000.000
Corpus	Arg./Paraguay	4.020.000	19.144.000.000

Estas grandes obras, naturalmente no sólo tienen importancia desde el punto de vista de su capacidad de generación de energía. También cada una de ellas originará un impacto que modificará, con distinto grado de magnitud y relevancia, diversos sectores de la economía local y regional. Ante este espectro de gravitación tan amplio, que a veces incluso alcanza a todos los sectores de la sociedad, no queda otra alternativa, a la luz de las actuales herramientas de análisis de que disponen los distintos niveles de Gobierno (Nación, provincia y municipio) que no sea la de realizar evaluaciones minuciosas de los alcances de esos impactos, para actuar preventivamente coordinando esfuerzos y recursos en la búsqueda de un beneficio múltiple y amplio para el país y para la región.

Tanto las evaluaciones como las acciones subsiguientes comprometen el aporte de distintas disciplinas de carácter científico, social, económico, ecológico, ambiental, etc., a la

vez que requieren la incorporación de tecnología y esfuerzos conjuntos de investigación y desarrollo. Una rica experiencia en este sentido ya ha sido recogido por nuestro país, con



motivo de los estudios realizados sobre Salto Grande y los que se realizan actualmente para Yaciretá

Dentro de estas grandes obras, Paraná Medio se destaca por su importancia intrínseca en cuanto a reservorio de energía y a la gran variedad de beneficios que permite establecer local y regionalmente.

Además, Paraná Medio por su carácter de obra íntegramente nacional no se encuentra restringida, en cuanto a tomas de decisión y elecciones técnico-económicas del aprovechamiento, por convenios o tratados que en algunos casos son lentos y costosos.

Considero útil concluir este primer aspecto de mi disertación recordando conceptos vertidos por el Gral. Mariano de Nevares<sup>(2)</sup> respecto de ciertos objetivos específicos que establecen definitivamente la función que Paraná Medio debe cumplir dentro de la extensa área de la Cuenca del Plata:

- “Llevar lo más al Norte posible la nueva línea de equilibrio político” y en el orden regional:
- “Convertirse en base irradiante y pivote principal para la integración de la Nación”.
- “Dar salida directa al Atlántico a Paraguay, Bolivia, gran parte de la Mesopotamia y el NOA. En otras palabras, ratificar y reimpulsar el eje Norte-Sur de las comunicaciones de la Cuenca”.
- “Asimismo, ratificar y reimpulsar su condición de nexo entre el Atlántico y el Pacífico”.

Todas estas expresiones deben apoyarse en una estrategia de desarrollo que, incluyendo las agroindustrias, fije objetivos más elevados, que incluyan la instalación de industrias integradas verticalmente.

(2) Presidente de la Comisión Nacional de la Cuenca del Plata.

2. *El aprovechamiento integral del Paraná Medio y su relación con la Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas. Fundamentalmente en el sector transporte.*

Para completar el proyecto definitivo, los responsables de los estudios de Paraná Medio prevén periodos de dos a ocho años que incluyen el lanzamiento de las licitaciones correspondientes y la etapa de ejecución de las obras completas hasta lograr su funcionamiento operativo. En esta hipótesis, no resulta arriesgado suponer que Paraná Medio estará integrado al desarrollo nacional en la última década del siglo.

Ante esta perspectiva y atento a que el actual grado de avance de nuestra sociedad impone un desarrollo armónico, donde todos los sectores jueguen su propio papel dentro del contexto de una participación global del Estado que a todos comprende y que de todos depende, se presenta como necesario complementar desde la Secretaría de Transporte y Obras Públicas todos aquellos aspectos del proyecto de Paraná Medio que inciden en la responsabilidad primaria del sector a nivel de planificación y ejecución del Sistema Nacional de Transporte, de la Obra Pública Nacional, del uso del recurso hídrico y del saneamiento ambiental.

Por un lado, existe la decisión ya tomada de realizar el emprendimiento de Paraná Medio con sus obras de aprovechamiento múltiple. Por otro lado, la Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas está empeñada en su específica decisión de llevar a cabo un Plan Nacional de Transporte y una racional política de inversiones.

Estos sectores dinámicos no son absolutamente independientes. Sus propias regiones de definición y acción tienen zonas comunes que requieren un tratamiento conjunto y adecuado.

Concretamente, existe una íntima relación entre el aprovechamiento integral del Paraná y el desarrollo del sector transporte. Esta relación es el motivo principal de esta confe-

nería, que permitan ser utilizadas complementariamente para obras necesarias y el impacto que éstas ejercerán sobre el medio ambiente.

Dicha relación va más allá del hecho de que Paraná Medio agregue a la infraestructura de la región obras de ingeniería, que permitan ser utilizadas complementariamente para la construcción sobre ellas de caminos y vías férreas y de que la Secretaría, a través de la Dirección Nacional de Vialidad y de la Empresa Ferrocarriles Argentinos, aproveche estas obras y proyecte sobre ellas complejos ferroviarios. Es que Paraná Medio no sólo ofrece esa infraestructura de soporte para obras ferroviarias transversales y laterales; también modifica las condiciones de navegabilidad del río Paraná, lo que permite agregar y ampliar grandemente en la región una nueva alternativa de modo de transporte, muy ventajosa para el tráfico nacional e internacional de cargas; además, a través de su importancia socio-económica cambia la actividad general de la región en un proceso fácilmente predecible de expansión, que redundará en un sensible crecimiento y relocalización de la demanda de transporte. Por añadidura, al contribuir al mejoramiento de la oferta de energía eléctrica en la región y proveer mejores condiciones económicas para su utilización, posibilitará la inserción de nuevos medios de transporte, inclusive de tecnologías sofisticadas, que se alimentan con dicha energía, la cual, es fácil suponer será abundante.

Como se desprende de estas palabras, la Secretaría entiende que Paraná Medio, obra típica de aprovechamiento hidroeléctrico, deberá ofrecer a la región, en el sector transporte, como producido marginal de su objetivo específico, posibilidades y alternativas para mejorar la oferta de servicios y atender un pronosticable aumento de los requerimientos generales, en cuanto a crecimiento y relocalización de demandas de viajes y cargas, intra y extra regionales.

Este crecimiento de la oferta y demanda de transporte que induce la realización de las obras de Paraná Medio debe

ser analizado minuciosamente y, en la medida de lo posible, de consumo con los otros organismos del Estado y empresas con intereses comunes en la región. Se impone que al esfuerzo de los sectores específicos responsables de la factibilidad, proyecto, financiación y construcción de las obras, se sume el del sector transporte para que Paraná Medio se integre cabalmente con la evolución que todos esperamos se produzca en nuestro país.

Debe entenderse, sin embargo, que lo que global y particularmente demande Paraná Medio del sector transporte, y por ende, la respuesta a tales requerimientos, no representan cuestiones de fácil planteo y solución. Indudablemente, a problemas técnico-económicos complicados corresponden en forma inevitable soluciones complejas.

Es necesario utilizar todos los elementos de análisis que se disponen para plantear las cuestiones y buscar las soluciones que requiere el país.

Al respecto, quiero destacar especialmente que la Secretaría ha encauzado el tratamiento de la planificación general del transporte en la República en el contexto del Plan Nacional de Transporte. Este es lo suficientemente amplio y general como para que todos los subsistemas regionales, de cualquier modo o categoría de transporte, puedan ser analizados según una misma metodología. Si bien aún es mucho lo que falta por resolver, en el breve tiempo de algo más de dos años de aplicación del Plan, se han determinado pautas metodológicas bien concretas que indican cómo deben plantearse los requerimientos que surgen de proyectos como el de Paraná Medio, pese a la natural complejidad de éste, por tratarse de un sistema con una muy vasta región de influencia, que incluso excede el territorio nacional y que, por otra parte, abarca los diversos modos y categorías de transporte y no puede ser aislado de las influencias superpuestas que en la misma región ejercen las otras grandes obras hidroeléctricas ya mencionadas.

Considero conveniente esbozar en forma muy sintética algunos aspectos de esa metodología para que se pueda interpretar cabalmente el tipo de respuesta que se ofrece a Paraná Medio.

El Plan Nacional de Transporte ha sido ideado para dejar definido con claridad el papel del Estado y la exacta extensión de las posibilidades, acciones y decisiones de las empresas nacionales y los órganos públicos del sector en la planificación del transporte en el país. Con una visión de *mediano y largo plazo*, precisados en cinco y los diez años subsiguientes, respectivamente, se propone encuadrar en un mismo marco de referencia la totalidad de la acción del Estado en cuanto a políticas, planes de acción, presupuestos y programas de inversión de las empresas y órganos vinculados al sector, tratando de compatibilizarlos en forma lógica y coherente. Para 1980 se tendrá el Plan de Mediano Plazo que abarcará desde 1981 a 1985; se tiene previsto que el plan de largo plazo comprenda el lapso 1986-1995.

El Plan ha requerido y requiere estudios teóricos y aplicados tendientes a lograr una *metodología de análisis* y la solución de los problemas del Sector, de manera tal que puedan determinarse, en los diferentes subsistemas que se definan en nuestro país, las magnitudes y características de la demanda esperable y las evoluciones que deben preverse de la oferta, para que no se distorsione la natural armonía que debe establecerse entre ambos factores.

En resumen, Paraná Medio —Obra típica de aprovechamiento hidroeléctrico— termina ofreciendo a la región, como producido marginal, modificaciones muy importantes en cuanto a la actividad del sector Transporte.

Estas modificaciones deberán ser analizadas dentro del marco de acción de la Secretaría, pues jurisdiccionalmente le competen.

Nuestro compromiso no sólo debe llegar al análisis coyuntural de aquellos requerimientos que nos plantea “*ya mismo*” Paraná Medio y que pueden y deben solucionarse dentro de nuestro conjunto de acciones de corto plazo. Debe alcanzar, también a plantear y solucionar aquellas demandas menos evidentes “*ahora*”, pero no por ello menos importantes, que surgirán inevitablemente a medida que el Proyecto de Paraná Medio vaya ejecutándose y que se afianzarán cuando ésta y las demás grandes obras similares de la región se hayan insertado definitivamente en ella.

3. *Planteo de un modelo matemático de simulación a treinta años, para estudiar la afectación que Paraná Medio ejercerá sobre el Sistema Nacional de Transporte. Explicación Conceptual.*

Como hemos expresado, el Plan Nacional de Transporte proporciona una Metodología General de planificación que puede aplicarse a cualquier subsistema que se defina en el país, referido al tratamiento individual o conjunto del transporte de pasajeros y cargas.

Tal Metodología se basa en el planteo de un Modelo matemático que simule el funcionamiento del subsistema en estudio en cuanto a generación de demandas de transporte para un determinado número de años.

Así el Modelo, mediante formulaciones matemáticas, pronosticará los viajes que transportando pasajeros y cargas se han de producir en la región en estudio.

La probabilidad de que los pronósticos sean ratificados por la realidad depende no sólo de que las fórmulas establecidas simulen adecuadamente la realidad del transporte en el área de influencia, sino también y como es de esperar de la consistencia de la información básica empleada y del suficiente conocimiento de dicha región.

En general, podemos resumir que el tratamiento de un determinado subsistema mediante estudios que comprendan el planteo y solución de un Modelo de Transporte, puede desagregarse en tres fases:

- a) de información, análisis y simulación actual;
- b) de pronosis o previsión;
- c) de evaluación y planificación de obras a realizar.

La primera permite cuantificar adecuadamente la demanda actual de transporte en la región de influencia y las relaciones que se verifican entre ella y los indicadores socio económicos que inciden en la producción de viajes. Estas relaciones se utilizan para la elaboración de las fórmulas matemáticas que por simulación, permitirán efectuar los pronósticos de viajes. Esta fase implica el planteo del Modelo.

La segunda determina el pronóstico utilizando el Modelo. Es decir, proporciona los datos del requerimiento global de transporte que se espera se produzca, en el subsistema.

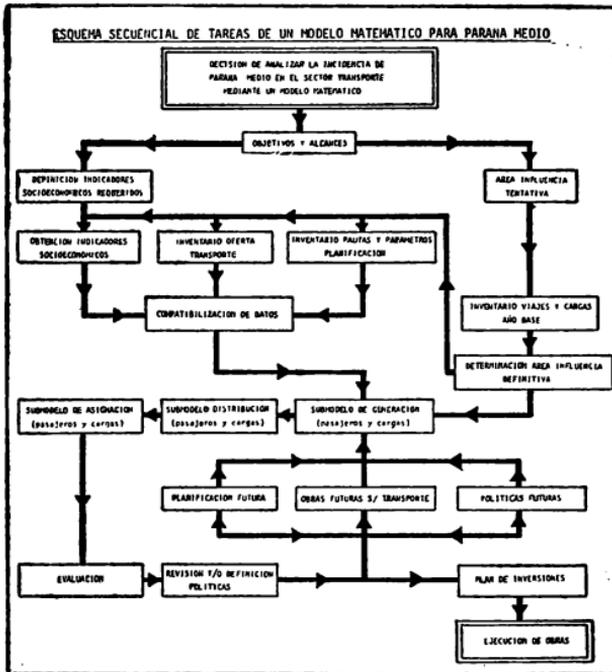
La tercera, posibilita planificar el diseño de las obras que el subsistema requiere para que la oferta regional absorba eficientemente el requerimiento de transporte que en él se establece durante los años de vigencia del Modelo. Para ello es necesario aplicar los resultados del Modelo a la oferta del subsistema y mediante la revisión y/o definición de políticas evaluar las acciones que necesita para que en él se verifique el funcionamiento esperado.

A título ilustrativo y a riesgo de no presentar todas las etapas necesarias, el esquema secuencial que se presenta en la próxima página, proporcionan una visión general de las actividades que deberán efectuarse para llevar adelante estudios como los mencionados.

Restringiéndonos al planteo que Paraná Medio demanda, describiremos conceptualmente el funcionamiento de las principales etapas establecidas.

### EXPLICACION CONCEPTUAL

La primera actividad es precisar los objetivos, alcance y años de "vigencia" que se pretenden de la simulación que se ha de establecer mediante el Modelo matemático.



Los *objetivos* son el análisis de la incidencia total que Paraná Medio provocará en el Sistema Nacional de Transporte para lograr precisar, con fundamentos ciertos, pautas para dirigir las políticas de inversiones del Estado en cuanto a planeamiento de transporte, obra pública, recursos hídricos y saneamiento ambiental.

El *alcance* es el estudio de toda la producción de viajes que signifiquen transporte de pasajeros y cargas, por todos los modos y medios posibles, sean éstos públicos o privados.

El *horizonte* o el número de *años de vigencia* se precisa en treinta años, lapso razonablemente amplio como para suponer que en la región NEA., estarán ya en funcionamiento las restantes grandes obras de aprovechamiento hidroenergético, que han de incidir por acción refleja sobre la región de influencia propia de Paraná Medio.

#### *Determinación del área de influencia*

Uno de los problemas más complejos que se presentan es determinar esta área, donde debe verificarse la analogía entre la evolución que adquirirá en treinta años el sistema de transporte de la región que afecta Paraná Medio y la simulación matemática que establezca el modelo.

Esta área se determina en función de los conceptos que se han definido en los objetivos y alcances. Estos conceptos precisan un verdadero "objeto físico" del modelo, que puede ser, según los casos, un tramo vial o ferroviario, una red vial, una región física determinada, etc. Este objeto físico condiciona el análisis de transporte en su región de influencia, de manera tal que siempre se refiera a las posibilidades que él mismo determina.

Si por ejemplo el objeto físico de un modelo fuese el Túnel Subfluvial Hernandarias, la determinación de su región

de influencia se limitaría a la agrupación de aquellas zonas que son origen o destino de todos los viajes que emplean dicho túnel y cumplen con los objetivos y alcance precisados para el modelo.

Resulta obvio imaginar que tal región deberá ser muy vasta, ya que siempre es posible suponer viajes a través del túnel con orígenes y destinos muy distanciados de él.

Para nuestro caso es natural suponer un área tentativa muy vasta, dadas las posibilidades que comprende el objeto físico, que son las alternativas de transporte que ofrece Paraná Medio. No resulta aventurado suponer que pueda abarcar la totalidad del territorio nacional y también incluir regiones importantes de países limítrofes.

A los efectos de lograr un área de influencia más representativa, donde sólo figuren aquellas regiones que contribuyen fundamentalmente al total de viajes producidos, es usual desafectar del área tentativa aquellas zonas cuya proporción de viajes está por debajo de un umbral de tolerancia que puede fijarse a priori. Se logra así un área de influencia mas reducida, donde se originan y terminan la gran mayoría de viajes a través de ese objeto físico.

Daremos a continuación, una explicación muy general de uno de los métodos posibles para delimitar el área de influencia definitiva y luego presentaremos un ejemplo virtual.

- Es posible mediante recopilación y/o generación de información, por ejemplo encuestas, determinar las regiones que son orígenes y destinos de los viajes que se efectúan empleando el objeto físico que ha dado lugar al Modelo.
- El área de influencia tentativa queda integrada por todas las regiones detectadas que cumplen esa condición.

- El área de influencia tentativa se desagrega en unidades de superficie menores, por ejemplo, departamentos o municipios, a los que genéricamente denominamos “zonas”.
- Las zonas geográficas “continuas” se representan en un mapa del área de influencia tentativa, concretadas en un sitio puntual que normalmente coincide con la ubicación de la población más importante de la zona, o con una posición virtual, verdadero “centro de gravedad” de las poblaciones de la zona.

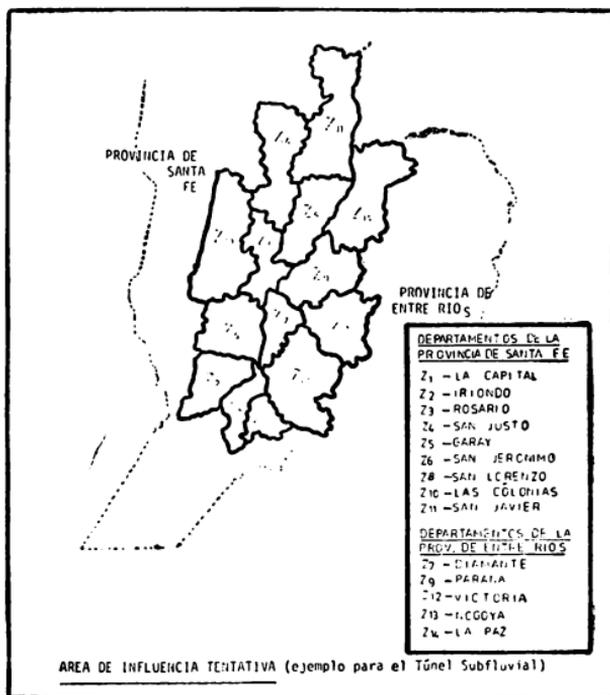
Así se definen sitios puntuales llamados “centroides” a los que se asignan todas las características socio-económicas y de intercambio de viajes de sus respectivas zonas.

- Con la información disponible se confecciona una tabla de doble entrada o “matriz”, donde figuran todos los datos de viajes que se han detectado entre las zonas (centroides).
- Procesando adecuadamente los valores de esa matriz podrá determinarse la incidencia porcentual de cada zona respecto del total de viajes determinados.
- Cuantificadas las importancias relativas de las zonas, en cuanto a la producción total de viajes en la región tentativa, se podrán desafectar aquellas zonas con menores valores porcentuales, obteniéndose un área más reducida y significativa a la que denominamos “*área de influencia definitiva*”.

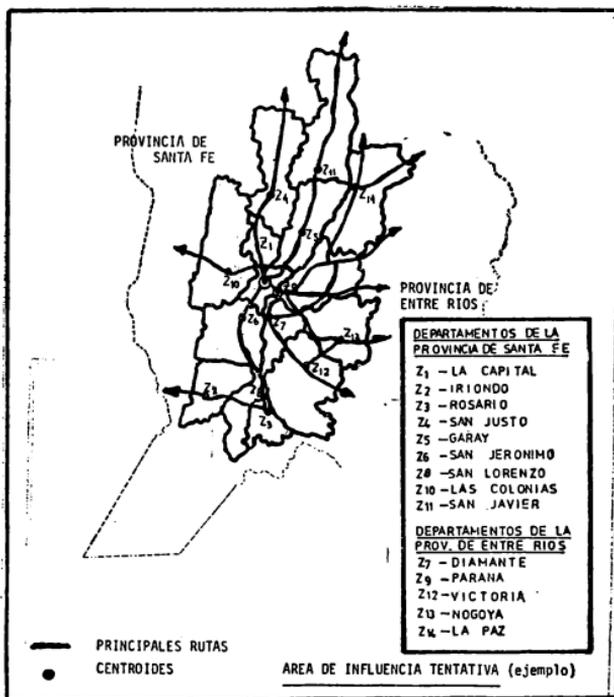
El siguiente ejemplo sirve para aclarar lo dicho:

Supongamos que el área de influencia tentativa para el autotransporte público y privado de pasajeros y cargas que

utiliza el Túnel Subfluvial Hernandarias, está integrada por 14 zonas que son departamentos de la Provincia de Santa Fe y Entre Ríos. El mapa siguiente identifica dicha área tentativa.



Si en cada uno de los departamentos definimos por comodidad su "centroide" como la localidad cabecera, el área de influencia tentativa quedará así representada:



Con una determinada generación de información deberemos construir una matriz que cuantifique la totalidad de los viajes que en un lapso de referencia se producen entre esos catorce centroides.

La siguiente matriz, construida con datos cualesquiera a los efectos de completar el ejemplo, cumple con esa condición:

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Z_{10}$	$Z_{11}$	$Z_{12}$	$Z_{13}$	$Z_{14}$	
$Z_1$	5	14	645	17	400	224	3	115	835	5	23	0	12	12	2305
$Z_2$	10	8	5	8	22	216	3	16	158	4	14	25	16	0	505
$Z_3$	647	0	15	7	38	17	21	210	355	4	24	34	15	4	1391
$Z_4$	26	7	13	0	1	0	26	3	7	0	50	3	0	2	138
$Z_5$	400	10	40	0	0	0	198	12	18	0	51	2	0	8	739
$Z_6$	217	22	13	2	0	0	250	18	0	7	0	44	75	0	862
$Z_7$	9	0	12	20	200	250	3	31	43	19	15	0	8	24	642
$Z_8$	97	24	200	2	10	14	39	10	36	17	44	54	7	1	552
$Z_9$	648	170	295	5	12	0	31	42	0	240	0	53	0	2	1690
$Z_{10}$	2	8	6	0	0	15	17	20	200	0	2	13	0	7	285
$Z_{11}$	31	16	18	17	70	0	22	46	5	0	1	0	25	0	251
$Z_{12}$	0	16	26	1	0	35	2	48	68	17	0	15	55	27	310
$Z_{13}$	24	25	14	0	4	85	12	12	0	0	17	65	0	41	299
$Z_{14}$	22	0	6	3	10	0	29	3	4	0	12	31	53	5	186
	2335	522	1300	77	767	164	864	506	1729	321	253	339	270	128	10163

TABLA DE DOBLE ENTRADA ( "matriz" ) QUE REGISTRA LOS VIAJES DE  
 "IDA" Y "VUELTA" QUE SE PRODUCEN ENTRE LAS 14 ZONAS DEL AREA DE  
 INFLUENCIA TENTATIVA. N°TOTAL DE VIAJES PRODUCIDOS = 10163

Los conceptos que comprende este tipo de matriz son de fácil interpretación.

Un valor cualquiera (224), indicado en el rectángulo grisado de la primera fila, representa los viajes que se han efec-

tuado en el lapso de análisis desde la zona  $Z_1$  a la zona  $Z_6$ . El número de viajes de regreso de  $Z_6$  a  $Z_1$  (217), está indicado en el otro casillero grisado situado en la primera columna.

La suma de los valores de viajes de una fila, dá el total de viajes *generados* desde la zona que corresponda a esa fila. Análogamente la suma de los valores de viajes de una columna dá el total de viajes *atraídos* por la zona correspondiente a esa columna.

Si tomamos el total de la sexta fila (862) y le agregamos el total de la sexta columna (864) y dividimos esta suma por dos tendremos una estimación del promedio de viajes generados y atraídos por la zona  $Z_6$ :

Promedio de viajes generados y atraídos por  $Z_6$ :

$$r_{Z_6} = \frac{862 + 864}{2} = 863$$

Dividiendo este valor 863 por el total de los viajes detectados para esa zonificación (10163) y multiplicando el cociente así obtenido por 100 se tendrá el porcentaje de incidencia del Departamento  $Z_6$  en la producción total de viajes de la región a través del Túnel Subfluvial.

$$v_{Z_6} = \frac{863 \times 100}{10163} = 8,49 \%$$

Utilizando el mismo procedimiento, podemos obtener los porcentajes de incidencia de las demás zonas. Ordenando dichos porcentajes en forma decreciente se obtiene la siguiente tabla donde la cuarta columna los acumula:

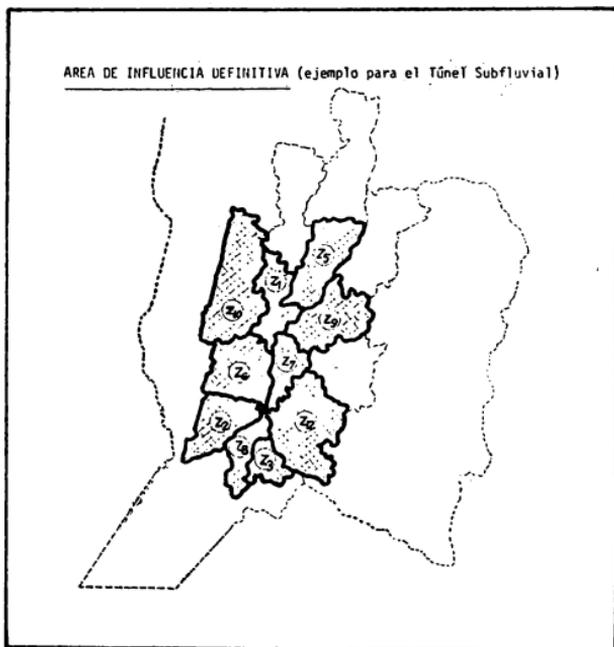
Si queremos que tomen parte del área de influencia definitiva sólo aquellas regiones que contribuyen con el 92 % del total de viajes producidos, deberemos considerar las primeras diez zonas enumeradas en la segunda columna.

	<i>Orden de Importancia</i>	<i>Zonas (Z<sub>i</sub>)</i>	<i>Porcentaje de Zonas (V<sub>z<sub>i</sub></sub>)</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
<i>zonas que integran el área de influencia definitiva</i>	1º	Z <sub>1</sub>	22,83	22,83
	2º	Z <sub>9</sub>	16,87	39,70
	3º	Z <sub>3</sub>	13,27	52,97
	4º	Z <sub>6</sub>	8,49	61,46
	5º	Z <sub>5</sub>	7,42	68,88
	6º	Z <sub>7</sub>	6,43	75,31
	7º	Z <sub>8</sub>	5,59	80,90
	8º	Z <sub>2</sub>	5,06	85,95
	9º	Z <sub>12</sub>	3,19	89,15
	10º	Z <sub>10</sub>	2,99	92,14
<i>zonas desafectadas</i>	11º	Z <sub>13</sub>	2,79	94,93
	12º	Z <sub>11</sub>	2,47	97,40
	13º	Z <sub>14</sub>	1,54	98,88
	14º	Z <sub>4</sub>	1,06	100,00

TABLA QUE CONTIENE LAS IMPORTANCIAS RELATIVAS DE CADA UNA DE LAS ZONAS DEL EJEMPLO, EXPRESADAS COMO PORCENTAJES DE LOS VIAJES DE CADA ZONA RESPECTO DEL TOTAL PRODUCIDO EN LA REGION DE INFLUENCIA (10163).

Tales áreas cumplen con ese requisito lo que se evidencia en la cuarta columna donde figuran los porcentajes acumulados.

Las restantes áreas  $Z_4$ ,  $Z_{11}$ ,  $Z_{13}$  y  $Z_{14}$  se desafectan quedando como área de influencia definitiva de nuestro ejemplo, la siguiente:



Si se verificara que una o más zonas que deban desafectarse queden "rodeadas" por zonas que integran el área definitiva, es conveniente no hacerlo, ya que si bien no resultan zonas productoras importantes de viajes, están situadas dentro de un área que sí lo es y desempeñan un rol de zonas de tránsito.

En nuestro ejemplo si el cálculo arrojara que las zonas a desafectar fueran la  $Z_5$  y  $Z_7$ , no se las excluiría por este criterio que establece que un área de influencia definitiva debe ser continua.

Considero conveniente agregar dos aclaraciones:

a) Para aplicar el anterior procedimiento a Paraná Medio es necesario efectuar el análisis conjunto de viajes entre zonas transportando pasajeros y cargas. De acuerdo con la importancia relativa de cada departamento respecto del total de viajes de pasajeros y cargas, producidos en el área tentativa, se determinará un listado de zonas, pudiéndose desagregar del área tentativa aquellas que menor proporción de viajes presenten.

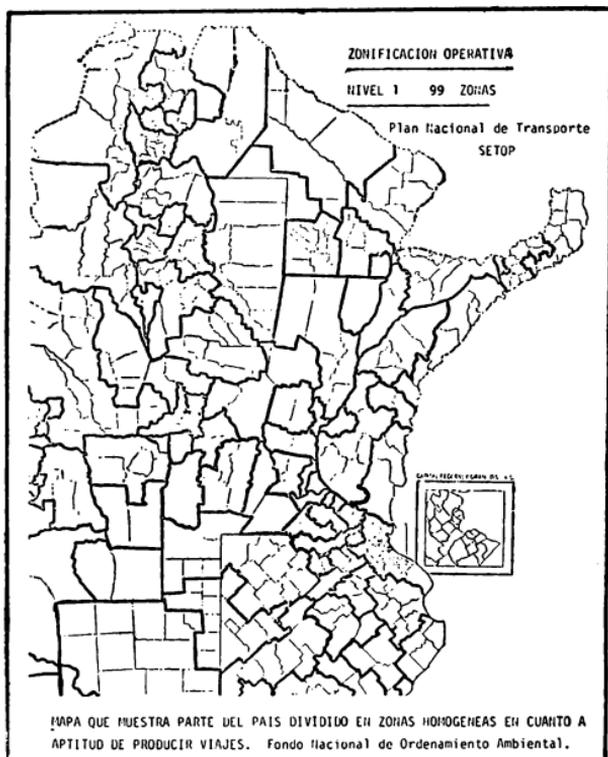
b) Los valores que figuren en las matrices de viajes entre las zonas que integren el área definitiva deben tener en cuenta que en la infraestructura de transporte estén incluidas las alternativas de transporte que definen el modelo.

#### *Zonificación a utilizar en el área de influencia*

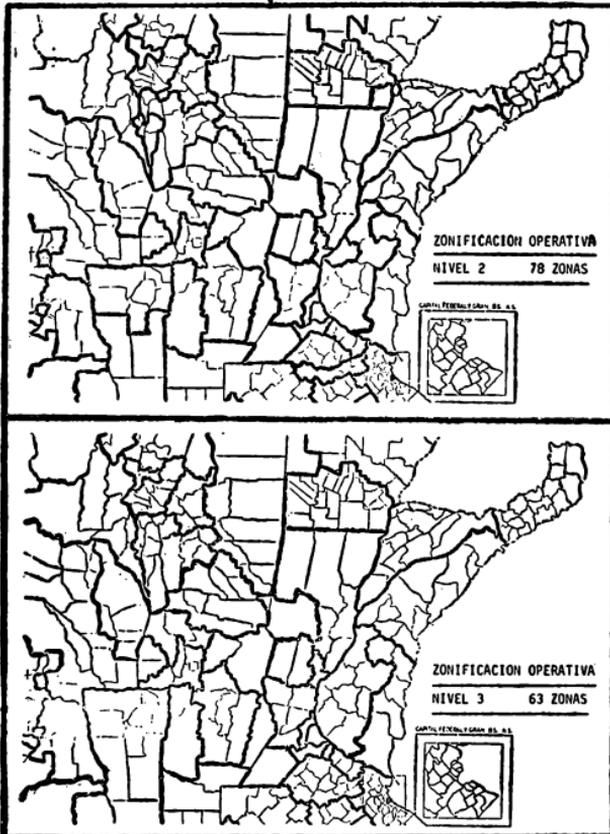
Los modelos de transporte presentan gran sensibilidad respecto de la división espacial con que se trabaja al definir el área de influencia. Ante esta realidad, se ha contemplado en el Plan Nacional de Transporte, a través del Fondo Nacional de Ordenamiento Ambiental, realizar un estudio tendiente a lograr tras un tratamiento profundo del tema, una zonificación del país específica al transporte, para obtener divisiones espaciales necesarias para alimentar el Modelo del Plan. Estos estudios iniciados hace 25 meses han permitido ya determinar áreas homogéneas, verdaderos módulos o unidades espaciales, delimitadas en base a dos tipos de restricciones:

- que las áreas definidas sean *continuas* y estén conectadas mediante alguna red de transporte (vial, férrea, fluvial).

— que presenten un mismo *nivel de capacidad* en la generación y atracción de *flujos de transporte* en cada área.



Con criterios básicos que definen la homogeneidad de las zonas en cuanto a aptitud de producir viajes se ha podido encontrar, mediante desarrollos matemático-estadísticos complejos que toman en cuenta la incidencia que en dicha pro-



ducción de viajes presentan 46 indicadores socio-económicos, tres niveles diferentes de zonificación que alcanzan a dividir al país en 91, 78 y 63 zonas respectivamente. Si bien los estudios en este sentido aun continúan, los resultados ya disponibles podrían ser usados en la aplicación del modelo.

Se presentan a continuación los tres niveles de zonificación ya determinados por el Plan Nacional de Transportes. Algunas de estas zonas se componen de varios departamentos contiguos, siendo los casos límites aquellos donde una zona coincide con una sola unidad departamental. Cuando las zonas se componen de más de un departamento con poblaciones significativas, se ubica el centroide correspondiente como centro de gravedad de esas poblaciones.

Con estas unidades o las que puedan obtenerse mejorándolas, se deberá trabajar para construir la matriz de viajes de pasajeros y cargas correspondientes al área tentativa para pasar luego por el procedimiento ya ejemplificado a definir el área de influencia definitiva.

#### *Determinación de información básica para alimentar al Modelo.*

Al Modelo debe alimentárselo con información lo mas fiable posible, pues de su amplitud, precisión y grado de adecuación dependen sus resultados.

Voy a referirme a los tres tipos fundamentales de información básica requerida por el Modelo.

##### *a) Indicadores socio-económicos*

Las variables socio-económicas de cada zona del área de influencia son los elementos básicos de los que depende la producción de actividades de transporte en ella.

En consecuencia, deberá seleccionarse un conjunto de indicadores socio-económicos tal que permita explicar significativamente los viajes de pasajeros y cargas generados y atraídos por cada zona. Dicho conjunto incluirá indicadores demográficos, agropecuarios, industriales y de servicios, de urbanización y de infraestructura, etc.

Dentro de los conocimientos que proporciona la bibliografía internacional, puede suponerse que ante la definición de objetivos y alcances del Modelo se está en condiciones de

definir cuáles serán los indicadores socio-económicos que insu-  
mirá el mismo. Por ejemplo, si se quieren determinar viajes de  
pasajeros entre dos zonas, son indicadores importantes sus  
poblaciones, estimadores de mano de obra ocupada, volúmenes  
de servicios, estimadores de niveles de estudio, turismo, etc.  
Si el objetivo es determinar toneladas de cargas transportadas  
entre dos zonas, deberán tenerse en cuenta fundamentalmente  
indicadores de producción y consumo de productos agrícolas,  
extractivos, industriales, etc.

Para los indicadores seleccionados deberán obtenerse se-  
ries de datos para cada zona del área de influencia. El nú-  
mero de años de las series de cada indicador variará de  
acuerdo a las disponibilidades de información de base, usual-  
mente los censos y encuestas de los que surge información  
socio-económica a nivel departamental.

Resulta conveniente manejar la información de base de los  
indicadores socio-económicos relevada, mediante un sistema  
de computación. Esto constituirá un banco de datos mediante  
el cual se podrán efectuar adecuadamente las agregaciones a  
nivel zonal y la estructuración de los resultados para una apli-  
cación a los Modelos de transporte.

Antes de ilustrar como estos indicadores desempeñan su  
función de variables independientes en el proceso matemático  
de predicción de viajes, voy a efectuar algunas consideraciones  
generales sobre el tipo de variación que puede esperarse de  
ellos en el futuro, por los efectos de la inserción de las gran-  
des obras en la región.

Evidentemente una región como la del NEA, ante las  
posibilidades que ofrecen los proyectos hidroenergéticos ya  
mencionados, sentirá los embates de una transformación gene-  
ral que, naturalmente, será expansiva en casi todos los aspek-  
tos. Puede hablarse de una reactivación general de la región  
por los impactos de estas obras.

Supóngase que pueda definirse en la región un *índice de  
reactivación socio-económico* genérico y que se conozca, den-



pactos reflejos o directos de las tres obras. Supongamos que a los tres años comienza la primera obra, que agrega a la región una reactivación de tasa mayor a la del crecimiento normal. Cuando la obra alcanza su máxima actividad o está en su momento de "pico", la reactivación es máxima, para decaer luego ligeramente hasta que se termina, ya que dejan de actuar y vuelven a sus lugares de origen —a veces fuera de la región— las actividades específicas y los recursos humanos movilizados para la construcción de la obra. La reactivación residual que deja a esa región la primera obra puede medirse por el valor  $(\theta_{(q)} - \theta_{(3)}) = \Delta \theta_{11}$

Tres años después de terminarse la primera obra se inicia la segunda. Durante esos tres años puede suponerse con fundamentos que la reactivación crecerá con una tasa ligeramente superior a la que se verificaba antes de iniciarse la primera obra. Este mayor aumento de la tasa debe justificarse en función del valor agregado que ha impuesto a la región la primera obra ya en funcionamiento. El resto del gráfico es de fácil entendimiento, reproduciéndose comportamientos similares por los impactos de construcción de las otras dos obras.

He introducido este gráfico para ilustrar sobre la forma de variación que podemos esperar de la gran mayoría de los indicadores socio-económicos que influyen en la producción de viajes. En realidad, en la práctica resulta difícil precisar este gráfico cualquiera que sea el indicador o conjunto ponderado de indicadores socio-económicos empleados para representar un concepto abstracto como el de "reactivación". No obstante esta reserva, podemos confiar en que la forma de variación de ellos será "creciente" con etapas de máximas pendientes durante los períodos ejecución de las obras. Es decir, podemos confiar en "formas de comportamiento" del tipo de la expuesta en el gráfico.

Esta variación creciente de los indicadores que inciden en la producción de viajes, implica un aumento del requeri-

miento regional de transporte. Esta afirmación surge de que en general, en las fórmulas matemáticas de los Modelos de transporte, los viajes producidos son directamente proporcionales al producto de los indicadores que favorecen la generación y atracción de viajes e inversamente proporcionales a variables que caracterizan las restricciones o impedimentos para que entre zonas se realicen determinados tipos o modos de viajes.

Como en todos los casos de tráficos importantes entre zonas se verifica que es más “fuerte” una relación de proporcionalidad directa que la inversa, un crecimiento en el tiempo de los indicadores debe redundar en un crecimiento de viajes, o sea en el aumento del requerimiento de transporte en la región donde se asientan las grandes obras hidroenergéticas.

#### b) *Inventarios de oferta de transporte*

Dentro del área de influencia definitiva debe relevarse la infraestructura de transporte que alcance a los siguientes modos:

- Transporte fluvial
- Transporte terrestre  $\left\{ \begin{array}{l} \text{vial} \\ \text{ferroviario} \end{array} \right.$
- Transporte aéreo

Esta infraestructura para nuestro caso podemos clasificarla en:

- Actual
- En proyecto de ejecución
- Potencial, por inserción de las obras de Paraná Medio en la región.

La infraestructura actual es perfectamente determinable en cuanto a los tres modos de transporte.

La infraestructura en proyecto de ejecución agrega a la *actual* todas aquellas obras que en la región se realizarán dentro de esos 30 años y que ya tienen proyectos definitivos y tiempos de ejecución.

La infraestructura Potencial que agrega Paraná Medio a la región es la suma de las que derivarán de las siguientes posibilidades y alternativas:

- dos cruces transversales al río
- una posibilidad de transporte lateral, sobre la costa santafesina en la ribera que demarcarán las obras de control lateral del río.
- navegación de porte fluvial y marítimo a lo largo del río Paraná como medio de tránsito regional
- Tipos de transporte que pueda ser necesario organizar debido a:
  - a) reactivación expansiva esperable de la región
  - b) Disponibilidad de remanentes de energía eléctrica en la región.

Aquí conviene dejar sentado que en el planteo del Modelo debe considerarse la infraestructura actual y en proyecto de ejecución como arterias de tránsito que Paraná Medio ofrece. Esto requiere, considerar a priori algunas obras de Paraná Medio como definitivas del transporte regional, por ejemplo, las cruces transversales al río Paraná y agregarlas a las actuales y en proyecto de ejecución, para alimentar así el Modelo.

c) *Pautas y parámetros de planificación*

Por último se hace necesario un inventario de todas las pautas, parámetros y tendencias para el desarrollo en el área

de influencia. Estos lineamientos favorecerán los análisis y definirán las oportunidades en que puedan preverse cambios respecto de la evolución histórica de los indicadores y demás aspectos que inciden en la producción de viaje.

Necesariamente la validez del pronóstico que arroje el Modelo dependerá del conocimiento que se tenga de los planes de ejecución de las grandes obras en la región de influencia y, fundamentalmente, del cumplimiento de los cronogramas de ejecución de las mismas en los tiempos previstos y utilizados en el Modelo.

Por ejemplo, en el área de influencia definitiva del Modelo, la producción de viajes funcionará de acuerdo a lo que indique la proyección de la evolución histórica del sistema hasta tanto la primera gran obra que se ejecute aporte sus modificaciones a la oferta actual de transporte. Cuando se inserte efectivamente a la región una nueva alternativa de transporte, por ejemplo el complejo ferroviario de Chapetón, deben estudiarse las modificaciones que esa obra produce necesariamente. Allí, la tendencia histórica en cuanto a distribución y localización de viajes variará sensiblemente. Será necesario un conocimiento muy profundo de la región y de su desarrollo, para determinar un pronóstico de como esta nueva componente de la red de infraestructura de transporte modifica la producción de viajes.

Es obvio que el mejor conocimiento de las oportunidades en que se irán agregando a la región las grandes obras, beneficiará el planteo y funcionamiento del Modelo y por ende su pronóstico.

#### *Compatibilización general de datos*

Naturalmente, antes del planteo concreto del Modelo y antes de su definición matemática, es necesario una compati-

bilización general de datos para que la alimentación del mismo asegure resultados fiables.

### *Funcionamiento del Modelo*

Después de haber definido objeto, alcance y horizonte, delimitado definitivamente el área geográfica de influencia del Modelo y efectuados los relevamientos de datos básicos por él requeridos, estamos en condiciones de plantear y aplicar la simulación matemática que define al Modelo propiamente dicho.

Para ello, conviene desagregar el Modelo en tres Submodelos planteados de acuerdo a la siguiente secuencia:

- a) de generación de viajes
- b) de distribución de viajes, y
- c) de asignación de viajes a los modos de transporte.

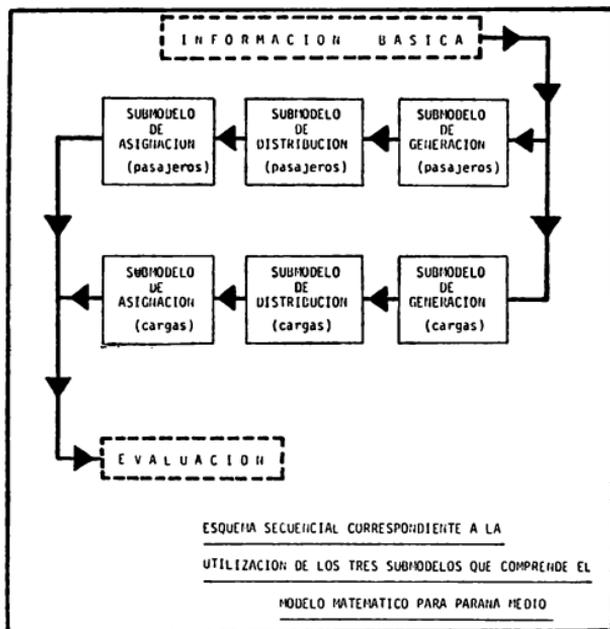
Dado que el alcance de este estudio aplicado al Paraná Medio contempla el análisis de los viajes que transportan pasajeros y cargas, en realidad cada uno de estos submodelos es susceptible de ser dividido en otros dos, uno para pasajeros y otro para cargas.

El diagrama de la página siguiente así lo indica.

Antes de explicar los conceptos que implican cada uno de estos Submodelos, ilustraré sobre las fórmulas matemáticas que pueden ser empleadas para simular la determinación de viajes de pasajeros entre dos zonas cualesquiera de la región de influencia. Para cargas habría que utilizar otras fórmulas con distintas variables explicativas.

Spongamos que se desee pronosticar la cantidad de viajes que en el área de influencia se producen desde la zona  $Z_1$  a la  $Z_j$ .

Dicha cantidad dependerá fundamentalmente de las siguientes variables:



- capacidad de la zona  $Z_1$  de “atraer” viajes. Al igual que de generación puede determinarse conociendo la dinámica socio-económica y su relación con el transporte; la representamos con la variable  $G_1$  (generación de viajes de la zona  $Z_1$ ).
- capacidad de la zona  $Z_1$  de “atraer” viajes. Al igual que la anterior, esta aptitud puede determinarse conociendo el comportamiento de la zona respecto de la función de

transporte; la representamos con la variable  $A_j$  (atracción de viajes de la zona  $Z_j$ ).

- inconvenientes o "restricciones" promedio que se verifican entre ambas zonas para que se produzcan viajes de pasajeros desde  $Z_i$  a  $Z_j$ . Esta variable es usualmente denominada "impedancia" y resulta ser un valor medio o mínimo de los inconvenientes que se verifican a la vinculación entre las dos zonas para la producción de viajes desde  $Z_i$  a  $Z_j$ , la representamos con  $T_{i-j}$ .

La relación de dependencia de los viajes producidos y las dos primeras variables será naturalmente de "proporcionalidad directa" mientras que con la tercera la dependencia será de "proporcionalidad inversa".

Estas relaciones no son totalmente libres, ya que no todos los viajes generados en  $Z_i$  deben terminar en  $Z_j$  y todos los atraídos por esta última zona deben generarse en aquella.

El "grado" de relación sólo puede cuantificarse empíricamente para lo que es conveniente analizar los valores reales de viajes producidos entre esas zonas en el sentido correspondiente, para un "año base".

A priori hasta tanto se determinen esos grados de relación, matemáticamente es conveniente contemplar esta situación mediante un coeficiente general "a" de proporcionalidad y exponentes "b" y "c" para las variables.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la fórmula correspondiente que relaciona los viajes producidos desde  $Z_i$  a  $Z_j$  con las variables  $G_i$ ,  $A_j$  y  $T_{i-j}$  y con las constantes a, b y c es la siguiente:

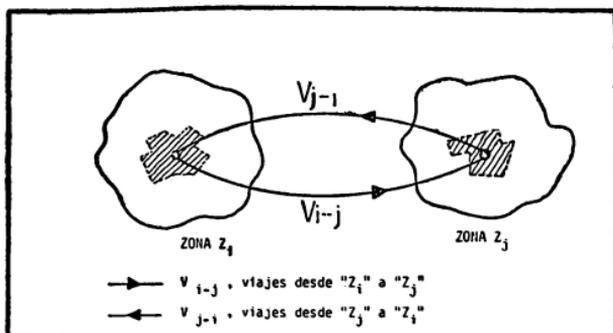
$$V_{i-j} = a \cdot \frac{(G_i \cdot A_j)^b}{(T_{i-j})^c} \quad (1)$$

Las variables  $G_i$  y  $A_j$  dependen de los indicadores socio-económicos de acuerdo a relaciones de este tipo:

$$C_i = \frac{|\sum d_u \cdot x_u|}{u} \quad (2)$$

$$A_j = \frac{|\sum e_u \cdot x_u|}{u} \quad (3)$$

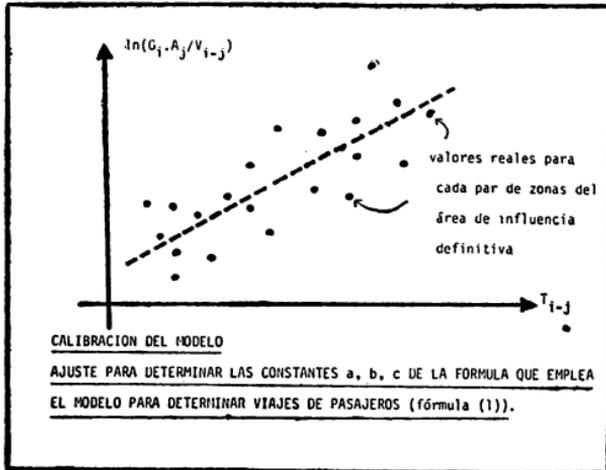
donde  $x_u$  son los indicadores socio-económicos que más fuertemente inciden en la producción de viajes y  $d_u$  y  $e_u$  son coeficientes de ponderación.



Las constantes que aparecen en las tres fórmulas mencionadas con las letras a, b, c, d y e toman valores diferentes para cada sistema en estudio. Se las determina mediante un procedimiento que se reconoce como de "calibración del Modelo".

Muy genéricamente puede establecerse que estas constantes particulares se encuentran analizando datos reales, de un año base por ejemplo, y planteando con ellos las fórmulas que hemos indicado. Así puede encontrarse el máximo ajuste posible entre los datos reales que definen una tendencia determinada entre los viajes, los indicadores socio-económicos y las

fórmulas del Modelo. De este ajuste salen los valores particulares de las constantes que deberán usarse en el Modelo.



Vamos a expresar a continuación la secuencia de aplicación de los tres Submodelos mencionados:

a) *Submodelo de generación de viajes*

Este Submodelo permite determinar la variación que tendrán en el lapso de proyección considerado, las variables "generación" ( $G_i$ ) y "atracción" ( $A_j$ ) para todas las zonas en que finalmente se subdivide el área de influencia definitiva.

También permite estimar la variación, en el mismo lapso, de los valores de las "impedancias" ( $T_{i-j}$ ) entre todos los pares de zonas vinculadas por recorridos por los que es factible exista tráfico de pasajeros y cargas.

A riesgo de no ser enteramente riguroso, pero para ilustrar de una manera sencilla sobre los resultados que este Sub-

modelo proporciona, presentamos la siguiente matriz que contiene los valores de G y A para todas las zonas proyectadas a treinta años y desagregadas año por año.

		Z O N A S									
		Z <sub>1</sub>		Z <sub>2</sub>		.....		Z <sub>9</sub>		Z <sub>10</sub>	
		G	A	G	A			G	A	G	A
A Ñ O S	1980					.....					
	1981					.....					
	1982					.....					
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			⋮	⋮	⋮	⋮
	2007					.....					
	2008					.....					
	2009					.....					

Los valores de las impedancias que resulten de la aplicación de este Submodelo permitirán completar una matriz como la siguiente, donde los casilleros correspondientes a las impedancias de los recorridos de cada zona con sí misma tendrán naturalmente valores nulos.

		I M P E D A N C I A S									
		T <sub>1-2</sub>	T <sub>1-3</sub>	T <sub>1-4</sub>	T <sub>1-5</sub>	.....		T <sub>10-5</sub>	T <sub>10-6</sub>	T <sub>10-7</sub>	T <sub>10-8</sub>
A Ñ O S	1980					.....					
	1981					.....					
	1982					.....					
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			⋮	⋮	⋮	⋮
	2007					.....					
	2008					.....					
	2009					.....					

### b) Submodelo de distribución de viajes

Este submodelo permite determinar los viajes de pasajeros y las cantidades de cargas transportadas entre todas las zonas del área de influencia definitiva, durante los treinta años de vigencia del Modelo.

La fórmula (1) nos permite obtener los valores de viajes de pasajeros. Para la determinación de las cargas transportadas entre zonas deberán utilizarse fórmulas adecuadas a la simulación del comportamiento que, respecto de este tipo de transporte presente la región, las que no presentamos dadas las características de esta exposición.

Respecto de los viajes de pasajeros es fácil observar que con las proyecciones de las variables explicativas que nos provee el Submodelo de generación y los valores de las constantes determinadas por la calibración del Modelo con los datos reales del año base, la fórmula (1) nos proporcionará sus valores año por año. Con ello se completarían treinta matrices del tipo de la expuesta en la página 57 para la zonificación definitiva del área de influencia.

Con las fórmulas del Submodelo de distribución de cargas —que como ya hemos dicho omitimos en esta exposición— se obtendrían valores de cargas transportadas entre las zonas del área de influencia definitiva. Estos valores se volcarían en matrices de estructura similar a las que cuantifican viajes de pasajeros.

Si retomamos el ejemplo del Túnel Subfluvial donde el área de influencia definitiva terminó comprendiendo diez departamentos, podemos mostrar la matriz de la página siguiente, donde se reúnen conjuntamente los valores de viajes de pasajeros y de cargas transportadas. Cada uno de los grupos de cantidades correspondientes a las dos categorías medidas deberán ser naturalmente expresados en sus unidades, por ejemplo “pasajeros transportados” y “toneladas” respectivamente. Para diferenciarlos, hemos representado a las categorías en dos renglones diferentes.

c) *Submodelo de asignación de viajes*

Este Submodelo realiza la "asignación" de los viajes totales detectados (y las cargas), a las diferentes alternativas de modos de transporte que se presentan entre cada par de zonas del área de influencia.

	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>	Z <sub>7</sub>	Z <sub>8</sub>	Z <sub>9</sub>	Z <sub>10</sub>	Z <sub>12</sub>	Σ
Z <sub>1</sub>					$\frac{370}{1000}$						
Z <sub>2</sub>					$\frac{145}{13450}$						
Z <sub>3</sub>					$\frac{231}{1000}$						
Z <sub>5</sub>					$\frac{1040}{12000}$						
Z <sub>6</sub>	$\frac{320}{7000}$	$\frac{100}{5000}$	$\frac{210}{4000}$	$\frac{83}{10000}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{137}{3000}$	$\frac{718}{7000}$	$\frac{1000}{8500}$	$\frac{320}{3200}$	$\frac{1655}{2100}$	$\frac{4543}{59800}$
Z <sub>7</sub>					$\frac{280}{7000}$						
Z <sub>8</sub>					$\frac{120}{1000}$						
Z <sub>9</sub>					$\frac{115}{3000}$						
Z <sub>10</sub>					$\frac{42}{7000}$						
Z <sub>12</sub>					$\frac{120}{1000}$						
Σ					$\frac{2483}{45450}$						

Nos resulta complejo explicar el tipo de resultado que nos arroja este Submodelo, utilizando el ejemplo que hasta ahora hemos empleado, ya que el mismo al utilizar el Túnel Subfluvial limita las alternativas solamente a transporte carretero o ferroviario.

En lo que sigue nos referiremos a un ejemplo diferente y más amplio, para que podamos apreciar mejor las asignaciones

de viajes y cargas obtenidas por el Submodelo de distribución.  
Supongamos:

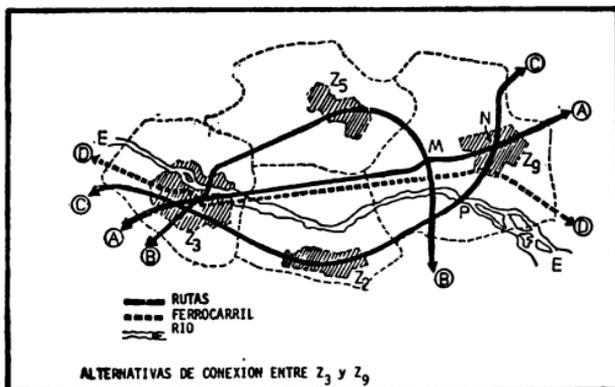
- Que el área de influencia definitiva del nuevo ejemplo comprenda un cierto número "n" de zonas.
- Que los Submodelos de generación y distribución nos ha permitido determinar los valores de viajes de pasajeros y cargas durante treinta años.
- Que estos valores para dos zonas cualesquiera, por ejemplo para  $Z_3$  y  $Z_6$ , durante los treinta años de la prognosis, son los siguientes:

V I A J E S		
A Ñ O S	<i>Pasajeros transportados</i>	<i>Cargas transportadas</i>
1980	4.720	20.000
1981	4.760	20.130
1982	5.008	20.330
1983	5.200	20.500
1984	5.534	22.000
⋮	⋮	⋮
2005	9.300	30.000
2006	9.380	31.000
2007	9.460	32.000
2008	9.540	33.000
2009	9.620	34.000

- Que entre estas dos zonas, existen cinco alternativas diferentes de transporte para las dos categorías "pasajeros" y "carga" de acuerdo al siguiente cuadro de alternativas.

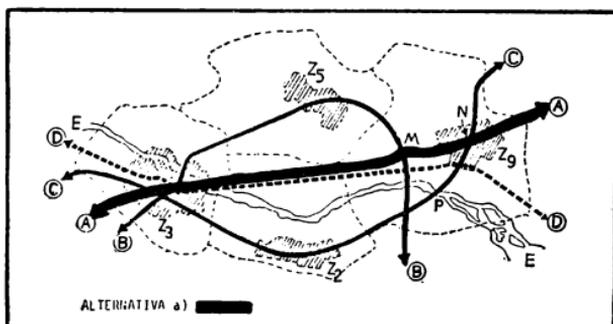
<i>Alternativas</i>		<i>Pasajeros</i>	<i>Cargas</i>
VIAJES	{	1º	X
		2º	X
		3º	X
FERROVIARIA		4º	X
FLUVIAL		5º	-

- Que las alternativas de la tabla anterior se establecen en la siguiente red, donde se muestran las conexiones posibles entre  $Z_3$  y  $Z_9$ .

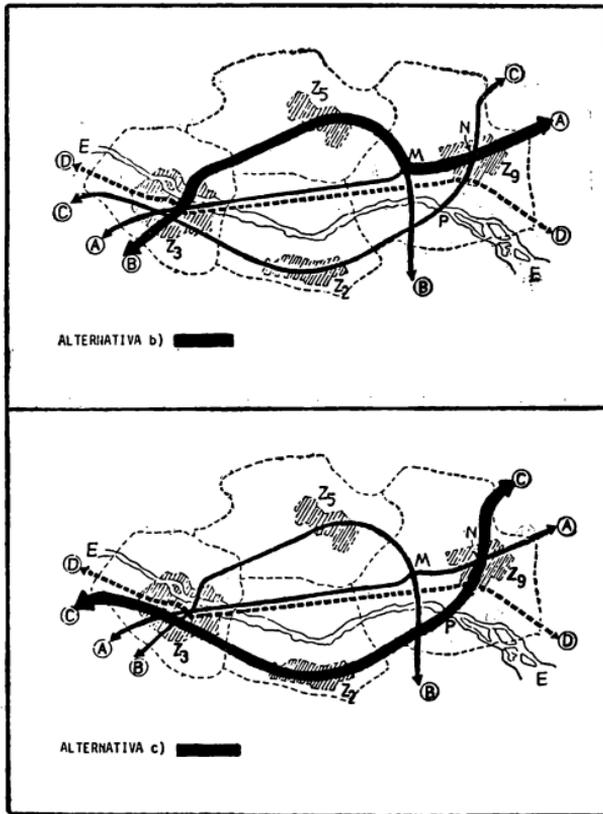


Las alternativas son las siguientes:

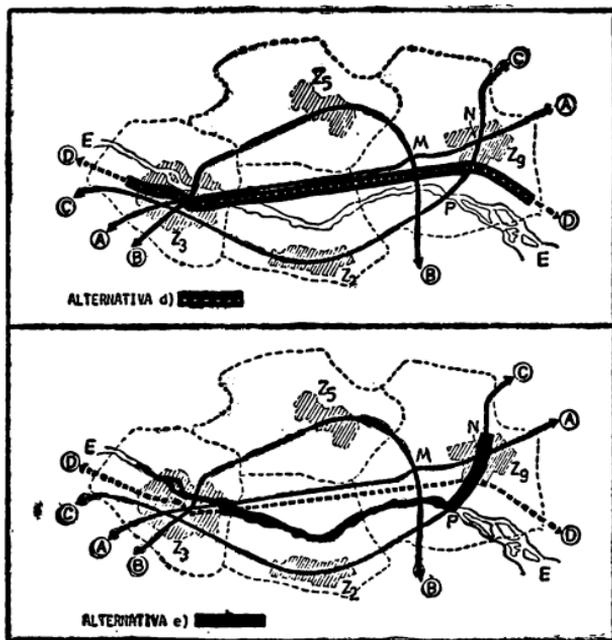
- a) transporte carretero que une directamente a las cabezas por uso del camino A.



- b) transporte carretero que une  $Z_3$  con  $Z_9$ , por uso del camino B (que pasa por la zona  $Z_5$ ), hasta el nodo M en donde empalma con la ruta A.
- c) transporte carretero que une las cabeceras por uso del camino C (que pasa por la zona  $Z_2$ ).



- d) transporte ferroviario que une directamente a  $Z_3$  con  $Z_0$  por uso de la vía férrea D.
- e) transporte mixto que une a las dos cabeceras por uso de transporte fluvial a través del río E, con trasbordo en el nodo P, desde donde se realiza transporte carretero por la ruta C hasta  $Z_0$ .



Planteadas, las suposiciones a tener en cuenta para este nuevo ejemplo podemos concluir que el Submodelo de asigna-

ción separa los valores de tráfico sobre cada una de las alternativas, bajo hipótesis de “capacidades” que cada alternativa tiene respecto a “captar viajes de pasajeros y cargos”.

Se pueden usar dos criterios para asignar los viajes que surgen de las alternativas que se le presentan al usuario con distintos costos y tiempos.

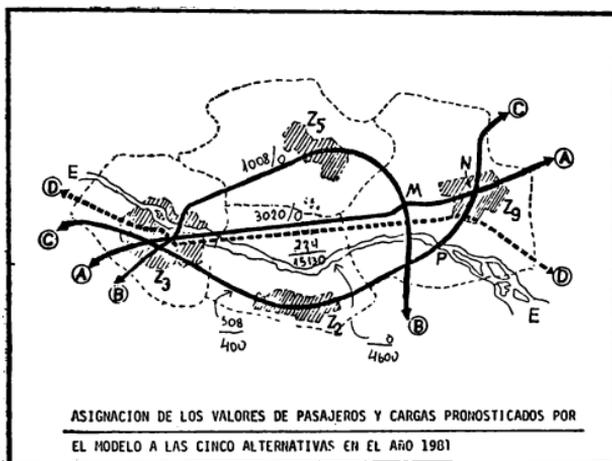
El primero asigna todos los viajes a la alternativa de menor costo total que lleva a determinar asignaciones del tipo “todo o nada”. En este caso si del análisis de asignación resulta que la primera alternativa vial (a) es la mejor, se asignará todo el tránsito a esta alternativa. Para nuestro ejemplo, se tendrá que todos los pasajeros de 1980 (4.720) viajarán utilizando el camino A que une directamente  $Z_3$  con  $Z_9$ . Si hubiese sido mejor la alternativa ferroviaria, se deberían de asignar todos los pasajeros a ese modo.

El segundo criterio, más complejo, simula mejor las posibilidades reales de los usuarios ya que, mediante formulaciones matemáticas, divide los totales entre todas las alternativas que se presentan, en función de sus probabilidades particulares o “capacidades de captación de viajes”.

En este caso habría que distribuir los 4.720 pasajeros entre todos los modos, si es que las asignaciones así lo permiten. Para ilustrar podemos suponer que el cálculo desagrega el total de esos pasajeros en 3.000 que viajan por la alternativa a), 1.000 por la b), 500 por la c) y el resto 220 por la alternativa ferroviaria.

La siguiente tabla no permite visualizar la asignación de los tráficos de pasajeros y carga entre las  $Z_3$  y  $Z_9$ , según las cinco alternativas mencionadas, año por año durante los treinta años de vigencia del Modelo. Estos valores están referidos a la Tabla presentada en la página 79.

		AÑOS	1980	1981	1982	1983	1984		2005	2006	2007	2008	2009
ALTERNATIVAS	1	pasaj.	3000	3020	3232	3500	3560	..	4250	1295	1340	1305	1430
		car.											
	2	pasaj.	1000	1000	1020	1050	1000	..	1200	1210	1220	1230	1240
		car.											
	3	pasaj.	500	500	410	530	550	..	2000	2010	2020	2030	2040
		car.	500	400	400	410	450	..	1450	1650	1850	2050	2250
	4	pasaj.	220	224	230	320	344	..	1850	1365	1880	1895	1910
		car.	15000	15130	15280	16000	17000	...	23000	23500	24000	24500	24500
	5	pasaj.											
		car.	4500	4600	4650	4090	4550		5550	5150	6150	6450	6700
	total	pasaj.	4720	4760	5000	5200	5534	..	9300	9300	9460	9440	9620
		car.	20000	20130	20330	20500	22000	...	30000	31000	32000	33000	34000



La asignación de los totales de viajes detectados a los modos alternativos de transporte, deberá efectuarse para cada uno de los recorridos posibles entre zonas del área de influencia. Es decir, se elaborarán por aplicación sistemática del Submodelo de asignación, tantas tablas del tipo de la anterior como conexiones entre zonas existan. Este Submodelo no se

aplicará entre dos zonas si no hay alternativas de transporte entre ellas, es decir si la sirve un sólo modo: en estos casos el total de viajes detectados debe ser transportado por el único modo disponible y la aplicación del Submodelo es redundante.

Para nuestro ejemplo, si queremos estudiar el tránsito total de pasajeros y cargas de un cierto tramo, por ejemplo el MN, se hará necesario considerar todas las conexiones posibles entre zonas que lo tengan como tramo de itinerario común. Si por ejemplo, ellas fueran doce, tendríamos que el tránsito total de pasajeros y cargas en el tramo, es la suma de los valores de tránsito que sobre el tramo se producen en cada una de las doce conexiones.

Si la tabla que detalla los valores de tránsito mencionados es la de la página siguiente, puede establecerse que la "carga" total en el tramo MN es la suma de 7170 unidades de pasajeros y 64200 unidades de cargas transportadas.

Resumiendo, la aplicación del Submodelo de asignación determinará las "cargas" totales en la red de transporte, tramo

<i>Conexiones</i>	<i>Pasajeros transportados</i>	<i>Cargas transportadas</i>
1	380	10.000
2	1.200	300
3	301	200
4	290	100
5	2.000	10.000
6	3.000	2.000
7	28	100
8	700	500
9	421	300
10	1.500	12.000
11	7.000	28.000
12	350	700
<b>TOTALES</b>	<b>17.170</b>	<b>64.200</b>

por tramo y durante treinta años. Conociendo las características de la infraestructura de transporte, su capacidad para absorber tránsito de pasajeros y cargas y las hipótesis sobre la destrucción y mantenimiento de los caminos y vías férreas y las características de permanencia de la infraestructura de los otros dos modos de transporte, se podrá evaluar el grado de respuesta que cada modo, tramo por tramo, ofrecerá a los tránsitos que se han detectados, actuarán sobre él.

Para cada tramo de la red, se establecerá alguna de estas posibilidades. Que el tramo en sus condiciones actuales sea apto o insuficiente frente a las demandas esperadas al modo de transporte que sirve. Esta posibilidad debe analizarse en el lapso en el cual se utiliza el Modelo.

Según sea el caso se tendrán las pautas suficientes para tomar decisiones respecto de él. Si es suficiente, sólo deberá atenderse a su mantenimiento; si no lo fuera habría que planificar mejoras e incluso nuevas posibilidades de oferta de transporte para poder satisfacer sin riesgos el requerimiento de transporte detectado.

Como se ve, un análisis de aplicación de las demandas totales que el sistema genera en su infraestructura de transporte, bajo las normas y comportamientos que surjan de las políticas en vigencia para el Sector, determinarán la necesidad de efectuar las modificaciones correspondientes. Como estas acciones se plantean en función de futuro, cuando se tenga suficiente certeza que las recomendaciones que surgen de la aplicación del Modelo de transporte son confiables, se pueden programar las obras que sean necesarias para que el requerimiento de transporte sea óptimamente satisfecho.

Concretando más aún, el Modelo matemático, a través de sus tres Submodelos, nos permite determinar las cargas que tendrá su infraestructura de transporte, tramo por tramo, lapso por lapso y modo por modo en cuanto a pasajeros y toneladas de cargas transportadas.

### *Sistema de Evaluación*

Los expertos, con los resultados obtenidos tendrán a su disposición los datos que les permitirán planificar las obras requeridas, con un orden de prioridad bien fundamentado. También tendrán datos para determinar políticas que garanticen un funcionamiento optimizado del sistema y podrán finalmente planificar la evolución del mismo.

Cualquiera de estos resultados, precisados tras una evaluación minuciosa, normalmente expresada mediante un planteo y selección de alternativas, efectuado mediante el criterio del mayor beneficio social, deben ser, como ya se ha dicho comprobados o verificados, no sólo en cuanto a las políticas en vigencia para el Sector, sino en cuanto a su ajuste o asimilabilidad al sistema, lo que debe hacerse introduciendo los resultados obtenidos nuevamente en el Modelo para verificar que la solución establecida realmente solucionó el problema que le dió origen. Así por un proceso de reciclaje y ajuste de funcionamiento del sistema se estará en presencia de soluciones óptimas.

Cuando estas verificaciones se hayan concluido, se tendrán los elementos necesarios para planificar en tiempo y forma las obras que requiera la región, asegurando con esta planificación la asignación oportuna de los destinos y el redituable empleo del dinero público. Esta planificación culminará con la ejecución de las obras programadas o sea con su inserción física y definitiva en la región.

Esta es suscintamente descripta, la explicación conceptual de una metodología de análisis a emplear en una región, basada en un Modelo matemático que simule en la misma la producción de viajes que transporten pasajeros y cargas.

Se ha establecido en este caso, adaptándola a las necesidades que un Estudio de esta naturaleza presentaría para el requerimiento de transporte en la región NEA por influencia directa de las obras de Paraná Medio y las reflejas de las otras grandes obras hidroenergéticas de la región.

4. *Los requerimientos concretos que el Proyecto de Paraná Medio demanda en cuanto a Obras Ferroviarias.*

No se nos escapa que un estudio como el enunciado puede parecer algo sofisticado y generar cierto escepticismo. Es que aun existen reservas naturales frente a todos los proyectos de planificación a largo plazo. Para los que nos corresponde parte de las responsabilidades de decisión en la conducción de los negocios públicos, no pueden existir dudas ni escepticismos. Debemos agotar los medios a nuestro alcance para proveernos del mayor número posible de pautas e informaciones para guiar nuestra acción en la búsqueda de decisiones necesarias para que el país pueda cumplir su destino de grandeza.

Paraná Medio como ya hemos dicho, es un reto. Impacta globalmente en la región por su importancia intrínseca, que se amplía aun más en su función complementaria de las demás realizaciones hidroenergéticas de la región Noreste.

Sabemos que las decisiones, cuando además de factibles son oportunas, resultan definitivamente beneficiosas para el país. Al respecto, tenemos conciencia que, no obstante involucrar en los estudios del Plan Nacional de Transporte el proyecto de Paraná Medio, existen decisiones a tomar ya, que no deben esperar a que dicho plan nos proporcione resultados para ser introducidos en el Modelo en uno de los recitales anunciados.

Dichas decisiones las podemos diferenciar en aquellas que se refieren a los aspectos viales y las que se refieren a los aspectos ferroviarios.

La influencia que producirá el cambio de cota que originará el lago sobre el escurrimiento de los ríos y arroyos de la zona de influencia del proyecto, fundamentalmente sobre la costa santafesina, afectan indistintamente a obras de infraestructura que corresponden a jurisdicción nacional y provincial.

La Dirección Nacional de Vialidad ya está tomando en cuenta esta situación y lo seguirá haciendo a medida que se produzcan definiciones por el avance del proyecto, para que no se resienta la actual infraestructura y la misma quede adecuadamente dimensionada a las nuevas condiciones.

El dique frontal Chapetón presenta una infraestructura soporte para el desarrollo de una autopista cuyas características técnicas surgirán cuando se tengan los resultados que arroje el Modelo Matemático.

Analizados los grandes itinerarios de la red fundamental de transporte del cono sur, la infraestructura soporte de Chapetón surge como inevitable interconexión de los mismos, lo que nos da referencia de su verdadera importancia geopolítica y la clara posibilidad de darle a la misma en su momento, el carácter de ruta nacional.

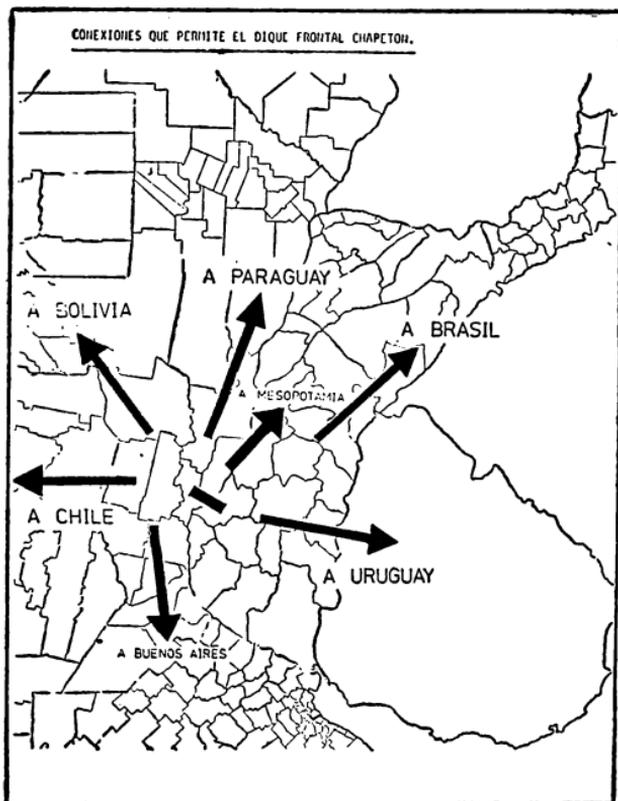
El gráfico de la página siguiente ilustra sobre la multiplicidad de conexiones que dicho cierre nos permite.

La función de esta autopista obliga a prever obras de servicios complementarios como ser: zonas de control de cargas, balanzas, ubicación de estaciones de peaje, etc., que se precisarán paralelamente con el avance del proyecto de Paraná Medio.

Los accesos, intercambiadores y derivadores que originará el proyecto de la autopista frente a las rutas existentes de distintas jurisdicciones, situadas en ambos márgenes del río, serán diseñadas para garantizar su máxima vida útil.

Para ello se tomarán en cuenta los crecientes requerimientos de demanda de transporte y los adelantos técnicos que muchas veces nos superan y que pueden generar a pocos años vista, modificaciones sustanciales en la oferta de servicios.

Todo este compromiso exige un amplio y exhaustivo análisis de las características físicas, técnicas y de prospección de la infraestructura vial, que permitirá contar oportunamente



con la información necesaria para confeccionar los cronogramas financieros que conlleva la ejecución de las obras. Ello obliga, reiterándonos, a conjugar oportuna y convenientemente, capacidad técnica y decisión política.

El planteo vial del cierre Norte, similar al del cierre Sur, presentará con respecto a éste, una serie de ventajas dado que se contará ya con el Modelo Matemático específico produciendo información, con el Plan Nacional de Transporte en su etapa de implementación de medidas y con la gran experiencia adquirida con la realización de otras obras hidroenergéticas similares, principalmente la de Chapetón.

Lo que sí es evidente que este cierre sería la alternativa indicada de conexión, que requeriría del región NEA en su expansivo crecimiento futuro de demanda de transporte.

Refiriéndonos a los aspectos ferroviarios, la presa Sur nos ofrece en su coronamiento la posibilidad de conectar las diferentes líneas que funcionan a uno y otro lado del río Paraná, constituyéndose en elemento integrador y modelador de transporte.

Lo antes enunciado nos brindará la posibilidad de acceder sin transbordos a la ciudad de Paraná, con trenes de pasajeros provenientes de Buenos Aires, vía Rosario y Santa Fe. Para ello existen dos variantes técnicas. La primera, que el cruce de la presa se efectúe estableciendo una vinculación de trocha ancha entre Santa Fe y Paraná; una segunda posibilidad, es que el cruce se establezca en trocha media, y se utilicen para tales servicios coches que presenten las características técnicas de aceptar la transferencia de bogies de trocha variable, del tipo que es usada en Europa para ciertas vinculaciones internacionales.

Otro aspecto a tener en cuenta es la provisión de materiales para la construcción de la presa. Se ha analizado la ejecución de un tramo de 18 kms. desde la estación El Palenque hasta el acceso desde el lado Entrerriano, ya que se ha previsto que el material petreo, especialmente, se extraerá de la zona Mesopotámica, estimándose un flujo de carga de unos 30 vagones diarios durante, por lo menos, un año.

Un análisis de las posibilidades ferroviarias del cierre Norte resulta aun prematuro, pero lo que si podemos asegurar, es que sobre la base de los resultados de la modelación, tomaremos las previsiones para que en caso de ser necesario se defina un subsistema ferrovial sobre su coronamiento.

### 5. Conclusiones

La exposición que ustedes han tenido la amabilidad de escuchar tiene el propósito de informar a este auditorio:

*Primero:* del conocimiento y del interés con que la Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas sigue el desarrollo del proyecto de Paraná Medio, a efectos de tomar conocimiento adecuado y oportuno del impacto que dicho emprendimiento originará en el sector.

*Segundo:* conocer oportuna y apropiadamente y con la anticipación debida, los requerimientos y demandas a que se deberá dar satisfacción, acompañando los desarrollos cuya responsabilidad compite llevar a cabo por parte de la dirección general de esta obra, de objetivos multisectoriales.

*Tercero:* mostrar las herramientas de que dispone la Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas para estudiar y proponer las soluciones alternativas que resulten de un análisis racional y técnico de las demandas.

*Cuarto:* describir la mecánica de los procedimientos a través de los cuales puede efectuarse la prognosis del crecimiento de las demandas en tiempos de futuro razonable, que permitan acompañar el desarrollo socio-económico derivado de la transformación de la región de influencia del proyecto.

*Quinto:* cómo establecer prioridades y cronogramas propios para el sector, que permitan planificar las inversiones a nivel nacional, para atender a las demandas originadas y anti-

ciparse, con los proyectos y las obras, a la aparición de los requerimientos, poniéndose a la cabeza y no a la cola del desarrollo.

Y finalmente, mostrar a este auditorio la necesidad de una labor coordinada entre los distintos sectores con responsabilidad en el proyecto, actuantes en la región, para propender al crecimiento armónico y encauzar y regular el impacto de las obras en direcciones y tiempos apropiados.

