

B. 008.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

MODELOS MATEMÁTICOS

APLICADOS

A LA ECONOMÍA

UNIDAD ACADÉMICA:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS

DIRECTORA: DRA. ELSA SUÁREZ KIMURA

INVESTIGADOR: PROF. CLAUDIO JOAQUÍN GIMENO

A-OBJETIVOS.

1-Analizar las variables macroeconómicas de los países integrantes del Mercosur y sus balanzas comerciales.

2-Evaluar los resultados de las variables analizadas para insertarlas en un modelo matemático y analizar su viabilidad.

3-Elaborar modelos económicos asociados a modelos matemáticos, cuyas variables sean lo suficientemente elásticas como para adaptarse al comportamiento dinámico de los mercados y para predecir, con un margen de error razonable, las fluctuaciones de los mismos.

B-TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 4 semestres

C-HIPÓTESIS PRINCIPALES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Debido al nuevo orden mundial y a la creación del Mercosur, debemos ser conscientes de la realidad económica que nos rodea y tenemos que enfrentar.

El conflicto Este-Oeste mantuvo en jaque al mundo durante varias décadas. Sin embargo, como fue predicho por varios analistas, el conflicto

ha girado noventa grados. En este nuevo orden, los países tienden a formar bloques para fortalecer las economías regionales. Las políticas económicas tendientes a combatir la inflación y a eliminar el déficit interno de estos países, lleva a los mismos a tomar feroces medidas proteccionistas y a ser cautelosos en cuanto a las economías que van más allá de su región. La creación del Mercado Común Europeo abrió caminos y marcó el rumbo hacia la integración de las economías regionales, más allá de los problemas de forma normales en situaciones de cambio profundo. El NAFTA es otro ejemplo para mencionar. Por último, el Hemisferio Sur crea el Mercosur, un mercado que intente activar las economías regionales de uno de los continentes más golpeados por las malas administraciones.

Las palabras de Max Scheller: "Ya en el siglo XXI, el conflicto no será Este-Oeste, sino Norte-Sur" nos demuestran una vez más que los países en desarrollo debemos buscar nuevos modelos económicos. Respaldados por una sólida base matemática, éstos podrán predecir, con un razonable margen de error, cómo se comportará el mercado para el mejor aprovechamiento integral de los recursos de la región.

Como se ha mencionado anteriormente, el trabajo a realizar consiste en elaborar modelos económicos capaces de predecir el comportamiento de los mercados. Estos modelos deben ser lo suficientemente flexibles como

para adaptarse a las fluctuaciones del mercado nacional, y a la vez, poder manejar las variables internacionales a nivel continental. Debe recordarse que la Argentina está sumergida en un nuevo mercado de más de 300 millones de habitantes. los modelos económicos debeb estar respaldados por una sólida base matemática cuyos métodos numéricos, estadísticos y probabilísticos harán posible estudiar, con mínimo margen de error, el comportamiento de los mercados en el futuro cercano y así se podrán predecir las variaciones que producirán las modificaciones de las variables.

ANÁLISIS PRELIMINARES (Período 1994-1996)

Es de público conocimiento que ya han aparecido los primeros roces en el Mercosur. La diferencia en favor de la Argentina de la balanza comercial ha provocado en nuestro gran socio (La República del Brasil) una reacción inesperada. Toda integración conlleva sus problemas, más aún cuando está en la voluntad de las partes apurar los trámites para concretarla; es entonces cuando empiezan a generarse obstáculos de orden legal y operacional.

Esta posición del Brasil ha provocado serios problemas en la elaboración de un modelo económico con las herramientas matemáticas actuales. Además se suma a este problema el hecho de que aún no se han implementado los medios como para evitar otra posible toma de decisiones en forma unilateral por parte de cualquiera de los socios.

Argentina ha firmado tratados con diversos grupos de acreedores para la regularización de la deuda externa. Los mismos fueron concedidos en condiciones favorables, debido a que la Argentina se ha convertido en un país confiable y predecible, lo que queda demostrado por las inversiones genuinas que provienen del exterior. El encadenamiento de los acontecimientos provoca un cierto estado de intranquilidad por parte de los

países y grupos acreedores de la Argentina, ya que nuestro país firmó los acuerdos en base a la expansión de nuestro mercado. Esto es natural, si tenemos en cuenta el modelo económico adoptado por Brasil, donde la expansión del crédito provoca un aumento del consumo, con el consecuente aumento de las exportaciones argentinas hacia el vecino país, terminando así con varias décadas de balanzas desfavorables, para pasar a una situación de superávit comercial.

La actitud de los gobiernos al enfrentar una coyuntura interna que surge de los acuerdos firmados, deja traslucir la verdadera voluntad política de los países-miembros de actuar en consecuencia para mantener lo pactado, que en un momento determinado de la historia, puede ser desfavorable.

Para ser más concretos, el conflicto con el Brasil por el cupo de vehículos automotores surgió por la presión interna de sectores políticos, ya que se podría haber producido un número de despidos muy significativo en su industria automotriz debido al stock acumulado. (Producción Junio 1995: 150.000 vehículos; Ventas: 110.000 unidades; Stock acumulado: 40.000. Fuente Diario Clarín).

La interpretación de parámetros y variables en cuanto al estudio de mercados y balanzas comerciales, se lleva a cabo de modo pragmático a través del análisis de gráficos, cuadros y tablas.

ANÁLISIS DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

El primer grupo de tablas (1 a IV) consta de información sobre las exportaciones argentinas durante los últimos quince años, incluyendo las exportaciones de tipo bien.

Referencias: MOA (Manufactura de origen agropecuario)

MOI (Manufactura de origen industrial)

Fuentes: I/II/III -Informe económico, N*12, año 1994.

IV-Diario Clarín, 06.07.1995.

PRINCIPALES DESTINOS DE LAS EXPORTACIONES

PAIS	1990		1991		1992		1993		1994	
	MILL. U.S.\$	Part. %								
Brasil	1.422,7	11,9	1.488,5	12,3	1.671,3	13,7	2.514,2	21,5	3.595,3	22,8
Estados Unidos	1.665,2	13,9	1.210,1	10,0	1.325,1	10,8	1.278,7	9,7	1.719,2	10,9
Países Bajos	1.374,5	11,5	1.328,3	11,0	1.212,0	9,9	1.270,1	9,7	1.176,0	7,5
Chile	462,3	3,9	487,7	4,0	500,9	4,7	591,9	4,5	985,7	6,3
Uruguay	262,6	2,2	310,8	2,6	383,6	3,1	512,0	3,9	649,6	4,1
Italia	523,2	4,4	573,9	4,7	524,7	4,3	505,0	3,8	646,7	4,1
Alemania	650,8	5,4	731,7	6,1	730,9	6,0	625,1	4,8	616,7	3,9
Subtotal	6.361,5	53,3	6.131,0	50,7	6.428,5	52,5	7.597,0	57,9	9.389,2	59,7
Resto	5.844,3	48,9	6.262,4	51,8	6.166,4	50,4	5.520,6	42,1	6.350,0	40,3
Total	11.943,2	100,0	12.002,6	100,0	12.234,9	100,0	13.117,6	100,0	15.739,2	100,0

TABLA I

Fuente: Informe económico, No 12, año 1994.

EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES POR TIPO DE BIEN
 En millones de US

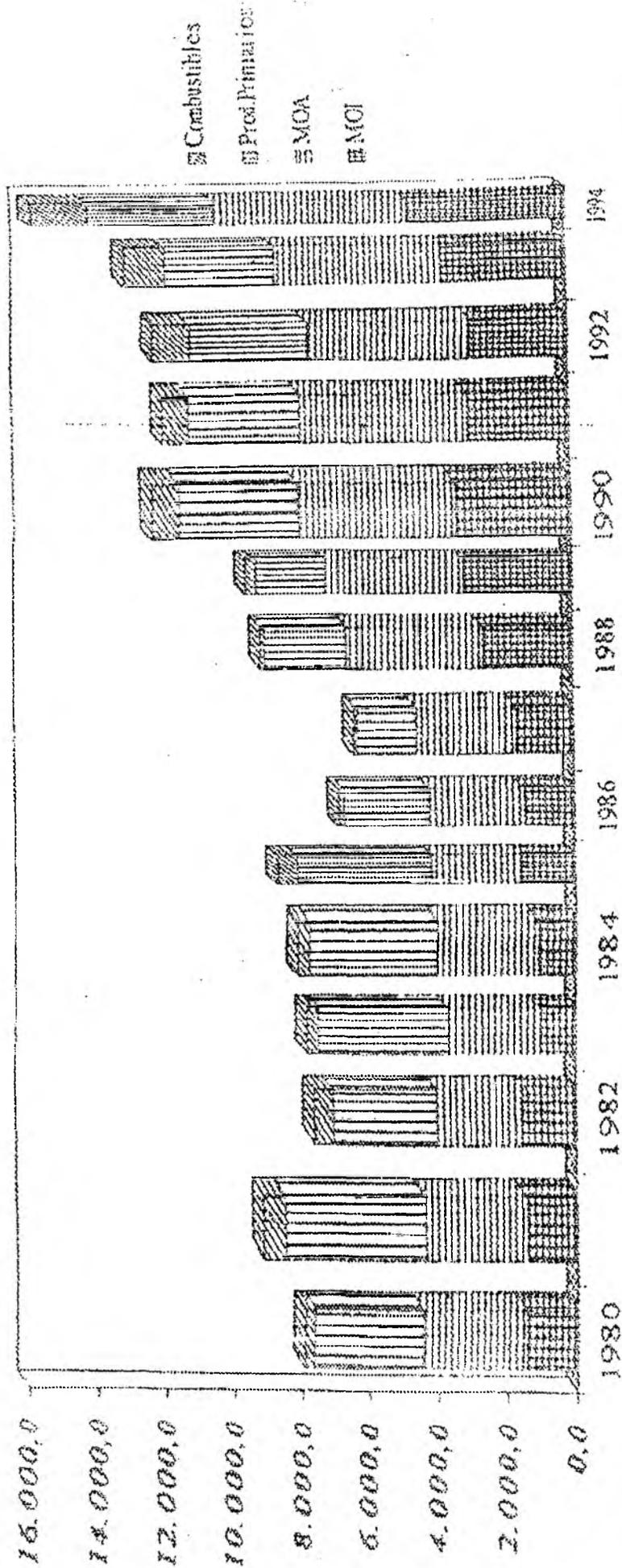


TABLA II

Fuente: Op. cit.

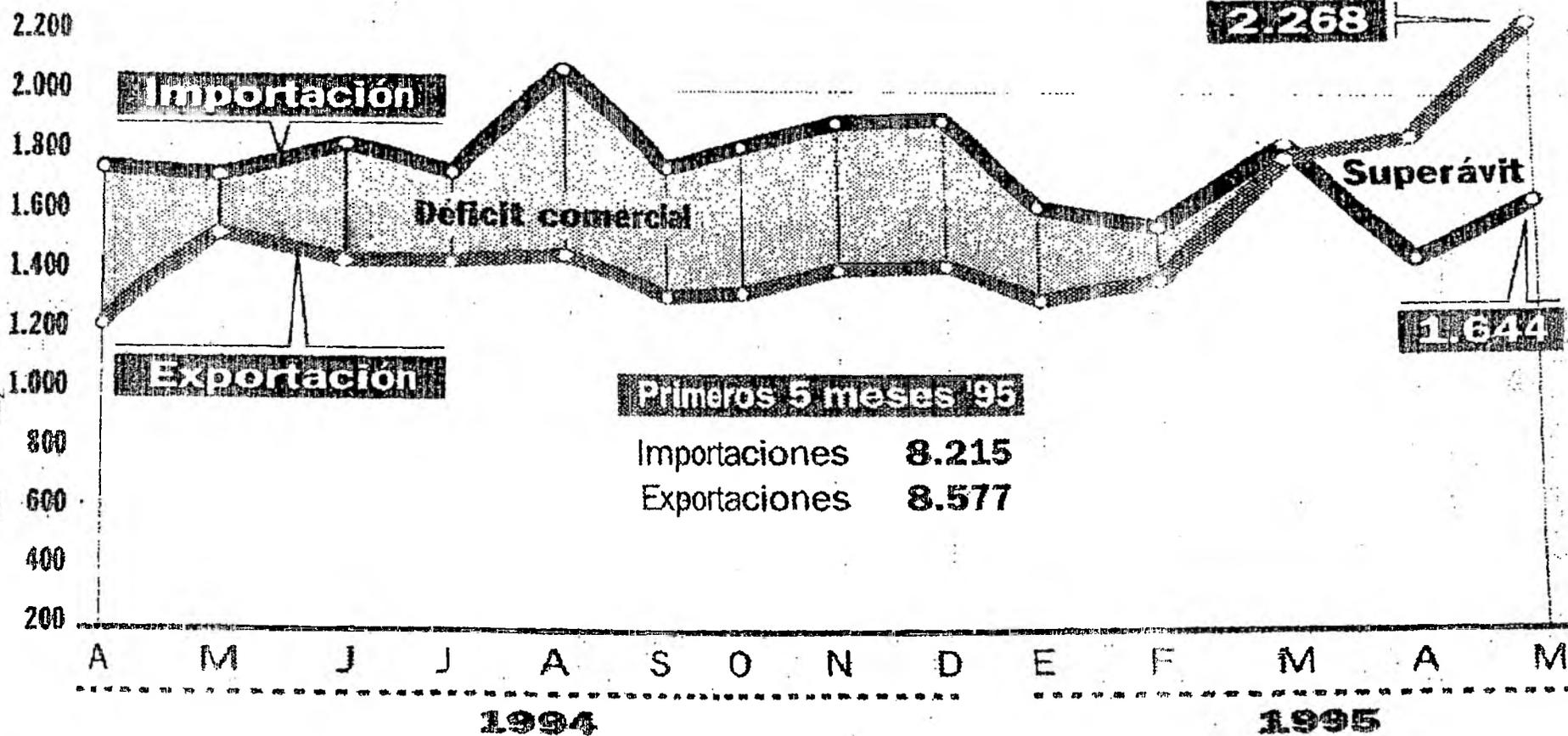
EXPORTACIONES POR TIPO DE BIEN
En millones de U\$S

Trimestre	Productos Primarios	MOA	MOI	Combustibles
I - 1993	822,5	1.087,4	679,1	298,9
I - 1994	660,2	1.199,4	908,1	302,0
Var. Porc.	-19,7	10,3	33,7	1,0
II - 1993	1.250,5	1.206,0	853,8	267,0
II - 1994	1.528,5	1.360,4	1.032,6	354,6
Var. Porc.	22,2	12,8	20,9	32,8
III - 1993	785,6	1.362,9	1.012,9	273,3
III - 1994	924,0	1.561,5	1.278,8	446,1
Var. Porc.	17,6	14,6	26,3	63,2
IV - 1993	420,2	1.268,4	1.133,1	396,5
IV - 1994	600,1	1.653,7	1.412,7	516,0
Var. Porc.	42,8	30,4	24,7	30,1

TABLA III

Fuente: Op. cit.

En millones de dólares



Fuente: Diario Clarín, 06-07-1995.

TABLA IV

La tabla V analiza la balanza comercial argentina entre 1986 y 1994, siendo los valores de 1994 estimativos.

Sobre los datos recogidos, se han obtenido curvas de mejor ajuste que podrán predecir el comportamiento de los saldos de las futuras balanzas comerciales. Es evidente que el uso de la matemática convencional hace muy difíciles estas predicciones debido a lo errático de las curvas y a la dispersión de la nube de puntos. Por lo tanto, se hace necesaria la introducción de la *matemática borrosa*, que se adapte a las fluctuaciones del mercado y sea más flexible que los modelos matemáticos convencionales. (Ver "Análisis de las variables para el desarrollo del Modelo").

BALANZA COMERCIAL EVOLUCION ANUAL

AÑO	Millones US\$			Variación Porcentual Anual	
	Exportaciones	Importaciones	Saldo	Exportaciones	Importaciones
1986	6.852,0	4.724,0	2.128,0	-18,4	23,8
1987	6.360,2	5.818,8	541,4	-7,2	23,2
1988	9.133,0	5.322,0	3.811,0	43,6	-8,5
1989	9.579,3	4.203,2	5.376,1	4,9	-21,0
1990	12.352,5	4.076,7	8.275,8	28,9	-3,0
1991	11.977,8	8.275,3	3.702,5	-3,0	103,0
1992	12.234,9	14.871,8	-2.636,9	2,1	79,7
1993	13.117,6	16.783,5	-3.665,9	7,2	12,9
1994 (*)	15.739,2	21.544,0	-5.804,8	20,0	28,4

TABLA V

Fuente: Informe económico, Nº 12, año 1994.

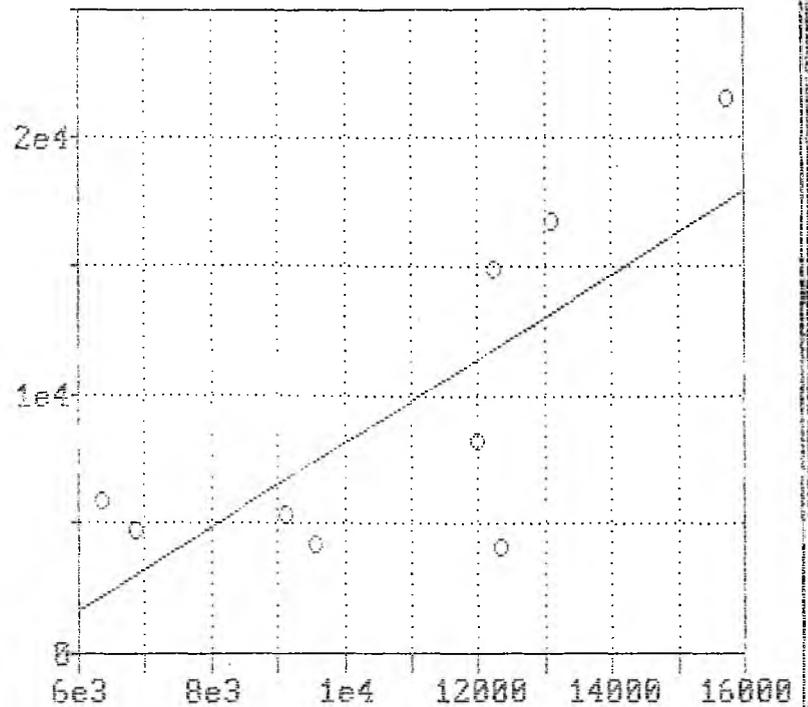
Lineare Regression :

$$y = 1.6338x - 8158.22$$

Bestimmtheitsmaß : .598725

Korrelationskoeff. : .768586

Standardabweichung : 19864298



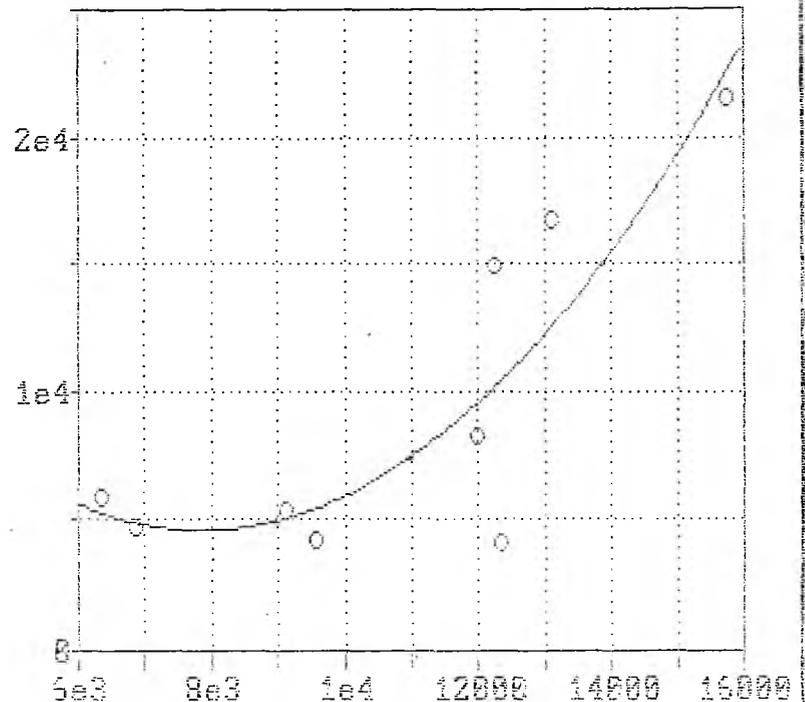
Polynom-Regression :

$$y = .0003x^2 - 4.5581x + 22537.7$$

Bestimmtheitsmaß : .750082

Korrelationskoeff. : .866826

Standardabweichung : 14156839



MATHE-ASS : Regression

F1 = Help

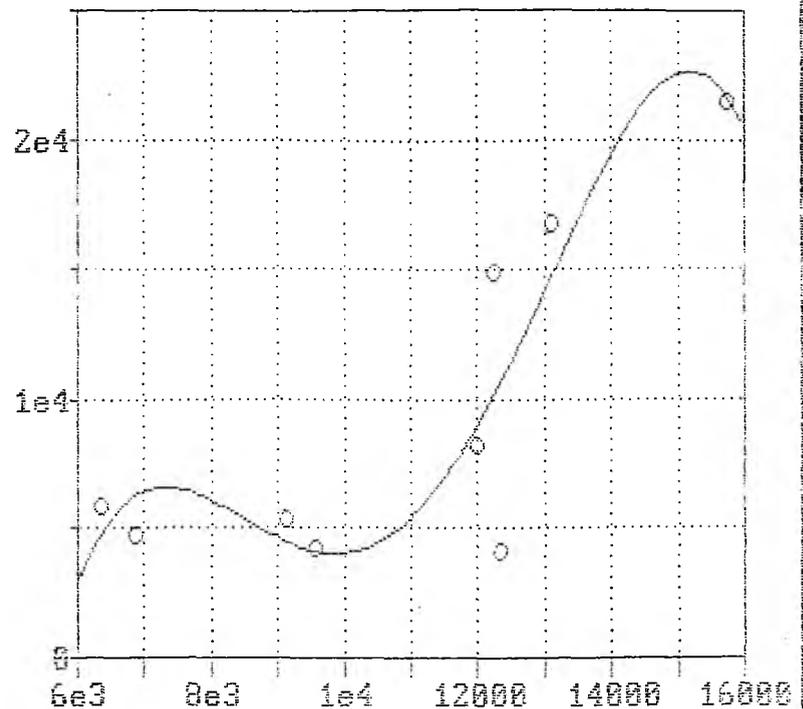
Polynom-Regression :

$$y = - .0237x^2 + 156.202x - 365947.$$

Bestimmtheitsmap : .788863

Korrelationskoeff. : .893212

Standardabweichung: 18688761



MATHE-ASS : Regression

F1 = Help

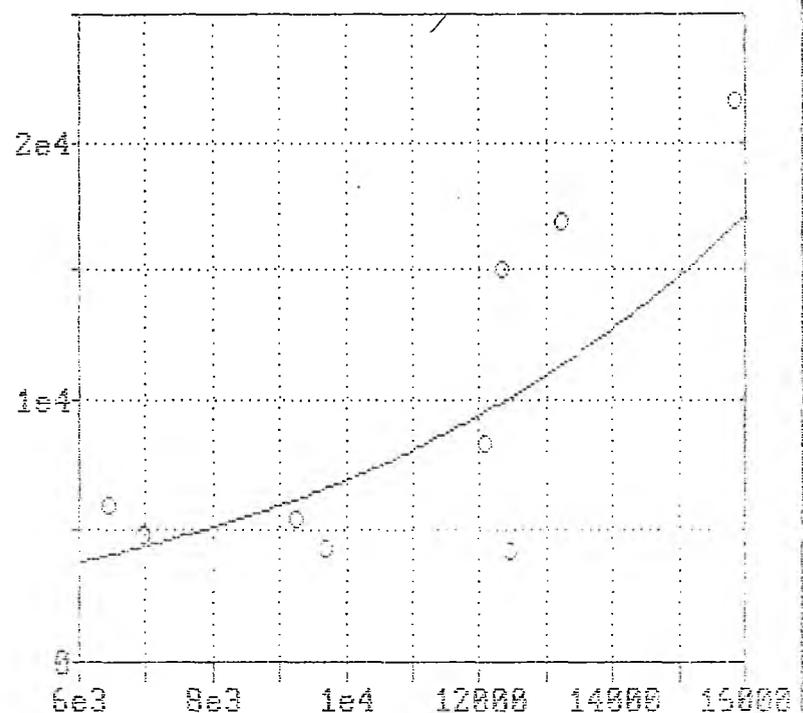
Exponentielle Regression :

$$y = 1534.9 \cdot 1.0082^x$$

Bestimmtheitsmap : .525865

Korrelationskoeff. : .725165

Standardabweichung: .219992



La tabla VI compara datos sobre el comercio internacional de Argentina con Brasil y el Mercosur entre 1985 y 1994. Nuevamente se han obtenido las curvas de mejor ajuste que optimizan la función para que se puedan predecir los valores aproximados de las futuras transacciones. Se han utilizado aquí dos variables: el primer gráfico toma como base de análisis los montos nominales; el segundo analiza los incrementos porcentuales, dando como resultado el crecimiento de ambas curvas, lo que corresponde a una función logarítmica.

La tabla VII es similar a la anterior, pero teniendo como base de datos el movimiento del comercio internacional de la República del Brasil con el Mercosur y la Argentina, arrojando su análisis el mismo resultado, es decir el crecimiento de ambas curvas de ajuste, lo que determina una función logarítmica.

Fuentes: V/VI/VII- Informe económico, N°12, 1994.

COMERCIO INTERNACIONAL DE ARGENTINA

Año	Total Millones U\$S	Con MERCOSUR		Con Brasil	
		Millones U\$S	Part. %	Millones U\$S	Part. %
1985	12.210,3	1.365,1	11,2	1.107,3	9,1
1986	11.576,2	1.726,5	14,9	1.389,4	12,0
1987	12.179,0	1.771,9	14,5	1.358,5	11,2
1988	14.455,0	2.045,2	14,1	1.579,3	10,9
1989	13.782,5	2.297,0	16,7	1.845,3	13,4
1990	16.429,2	2.708,3	14,3	2.140,6	11,3
1991	20.253,1	3.781,8	18,7	3.015,1	14,9
1992	26.911,9	6.081,5	22,6	5.010,1	18,6
1993	29.901,3	7.897,4	26,4	6.384,3	21,4
1994	37.284,0	9.869,0	26,5	7.123,4	19,1

TABLA VI

Fuente: Op. cit.

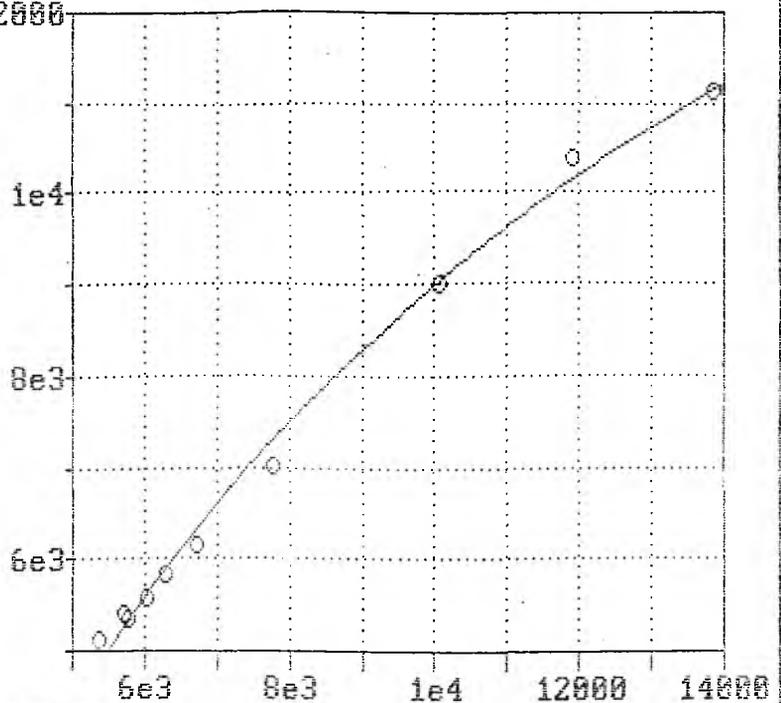
Logarithmische Regression : 12000

$$y = -52176.7 + 6639.89 \cdot \ln(x)$$

Bestimmtheitsmaß : .993852

Korrelationskoeff.: .996921

Standardabweichung: 34862.1



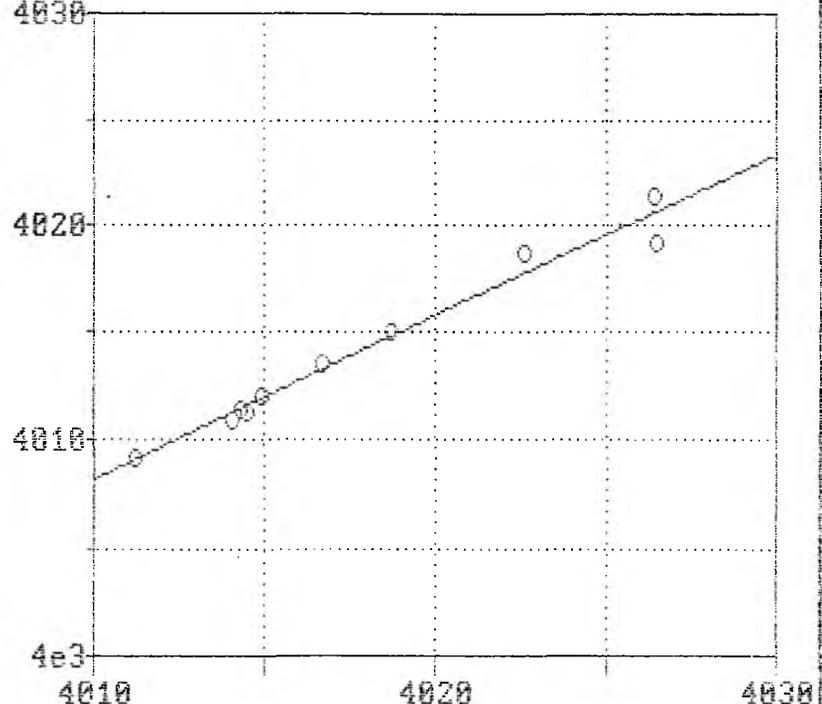
Logarithmische Regression : 4030

$$y = -21274.5 + 3847.37 \cdot \ln(x)$$

Bestimmtheitsmaß : .97275

Korrelationskoeff.: .986281

Standardabweichung: .529633



COMERCIO INTERNACIONAL DE BRASIL

Año	Total	Con MERCOSUR		Con Argentina	
	Millones U\$S	Millones U\$S	Part. %	Millones U\$S	Part. %
1985	38.792,0	1.674,1	4,3	1.017,1	2,6
1986	36.393,0	2.358,4	6,5	1.415,3	3,9
1987	41.276,0	2.275,6	5,5	1.406,5	3,4
1988	48.394,0	2.781,3	5,7	1.686,5	3,5
1989	52.646,0	3.573,6	6,8	1.961,1	3,7
1990	52.075,0	3.639,8	7,0	2.044,8	3,9
1991	52.661,0	4.577,7	8,7	3.090,9	5,9
1992	56.592,0	6.342,6	11,2	4.756,8	8,4
1993	64.410,0	8.750,0	13,5	6.286,0	9,7
1994	76.729,0	10.577,0	13,8	7.748,0	10,1

TABLA VII

Fuente: Op. cit.

MATHE-ASS : Regression

F1 = Help

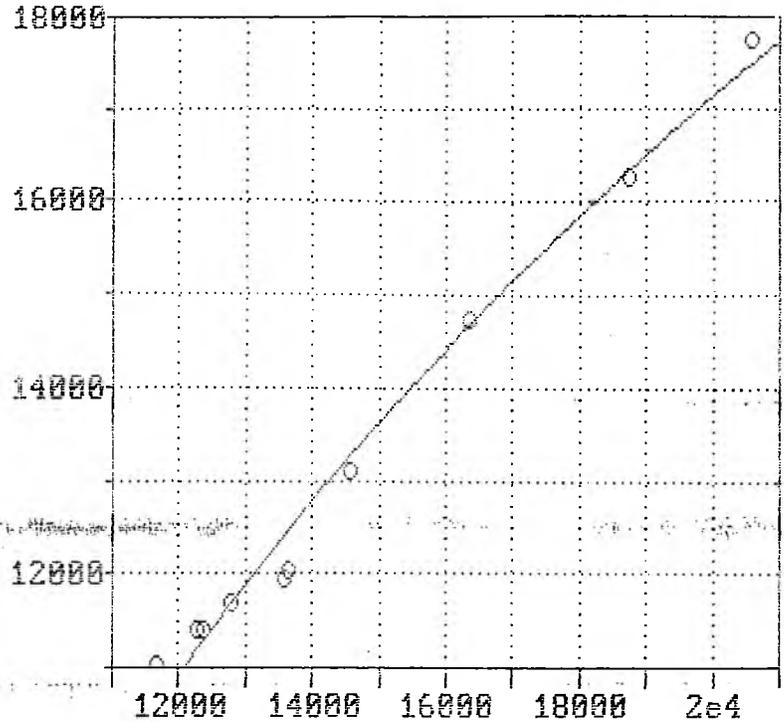
Logarithmische Regression : 18000

$$y = -103111. + 12140.6 \cdot \ln(x)$$

Bestimmtheitsmaß : .984317

Korrelationskoeff. : .992128

Standardabweichung: 95930.5



MATHE-ASS : Regression

F1 = Help

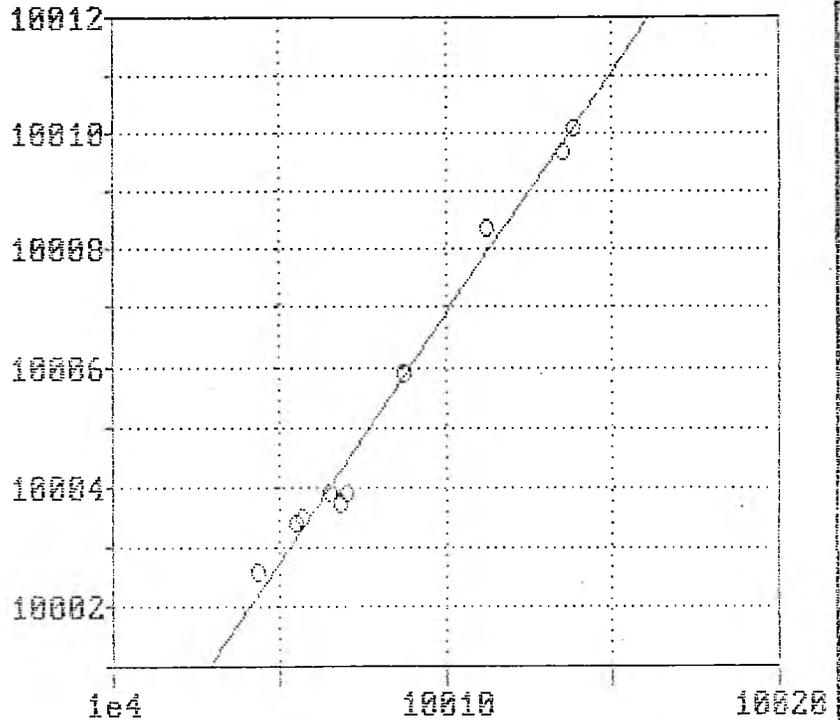
Logarithmische Regression : 10012

$$y = -66544.2 + 8310.53 \cdot \ln(x)$$

Bestimmtheitsmaß : .984782

Korrelationskoeff. : .992362

Standardabweichung: .13801



ANÁLISIS DE LAS VARIABLES PARA EL DESARROLLO DEL MODELO

En esta etapa del proyecto, como se anunciara con anterioridad, se hará uso de la matemática borrosa. Con más exactitud, se utilizarán matrices de incidencia borrosa. Su utilidad radica en el hecho de que, al armar una matriz intersectorial ponderando la importancia de los sectores relacionados entre sí, nos permite hallar efectos no tenidos en cuenta: los denominados **efectos olvidados**. Éstos son aquellos mecanismos de causa-efecto que no es posible determinar por medio de la intuición o experiencia.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- a- Se consideran los sectores más importantes de la producción y los factores que puedan afectarlos.
- b- Se arma una matriz cuadrada intersectorial asignando a cada sector una incidencia sobre otro. Esta incidencia queda reflejada por una asignación numérica. La misma va de 0.0 (que representa una incidencia nula) hasta 1 (que representa una incidencia máxima). A cada sector se le asigna una incidencia consigo mismo.

A partir de las matrices de incidencia borrosa, trataremos de descubrir algunos de los efectos no tenidos en cuenta cuando se produce una toma de decisiones.

MATRIZ INTERSECTORIAL

	agricult.	ganad.	pesca	automot	sider.	energía	transp.	clima
agricultura	1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
ganadería	0.3	1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pesca	0.1	0.1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
automotriz	0.2	0.0	0.0	1	0.0	0.0	0.7	0.1
siderurgia	0.1	0.2	0.4	0.9	1	0.1	0.6	0.1
energía	0.3	0.3	0.2	0.9	0.9	1	0.1	0.1
transporte	0.0	0.6	0.6	0.0	0.9	0.1	1	0.2
clima	0.9	0.8	0.7	0.1	0.1	0.5	0.5	1

ANÁLISIS DE LA MATRIZ

	agricult.	ganad.	pesca	automot	sider.	energía	transp.	clima
agricultura	1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
ganadería	0.3	1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pesca	0.1	0.1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
automotriz	0.2	0.0	0.0	1	0.0	0.0	0.7	0.1
siderurgia	0.1	0.2	0.4	0.9	1	0.1	0.6	0.1
energía	0.3	0.3	0.2	0.9	0.9	1	0.1	0.1
transporte	0.0	0.6	0.6	0.0	0.9	0.1	1	0.2
clima	0.9	0.8	0.7	0.1	0.1	0.5	0.5	1

MATRIZ DE EFECTOS DE SEGUNDA GENERACIÓN

	agricult.	ganad.	pesca	automot	sider.	energía	transp.	clima
agricultura	0	0	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0
ganadería	0	0	0	0	0	0	0	0.3
pesca	0	0	0	0	0	0	0	0.1
automotriz	0	0.6	0.6	0	0.7	0.1	0	0.1
siderurgia	0.1	0.4	0.4	0	0	0	0.1	0.1
energía	0	0	0.2	0	0	0	0.6	0.2
transporte	0.3	0	0	0.9	0	0.1	0	0
clima	0	0	0	0.4	0.4	0	0	0

El trabajo consiste ahora en buscar los efectos olvidados. Como se ve en la matriz de segunda generación, aparecen cinco coeficientes mayores que 0.5; por lo tanto, su incidencia es considerable.

El índice más alto (0.9) aparece en el sector automotriz-transporte. Si nos remitimos a la matriz intersectorial, resulta que no tiene incidencia, es decir, que el sector automotriz no depende para nada del transporte.

Tenemos aquí un efecto importante no tenido en cuenta. También vemos

que el sector de siderurgia depende del sector automotriz (coeficiente 0.7). Si analizamos la matriz intersectorial, se ve que su ponderación es nula.

Existen tres coeficientes de valor 0.6, a saber: pesca depende de automotriz, ganadería de automotriz y transporte de energía.

Ahora buscaremos incidencias intermedias. En primer lugar, se analizará el coeficiente más alto (0.9) que corresponde al sector automotriz-siderurgia.

ANÁLISIS

FILA 7		COLUMNA 4
0.0	1	0.0
0.6	2	0.0
0.6	3	0.0
0.0	4	1
0.9	5	0.9
0.1	SIDERURGIA 6	0.9
1	7	0.0
0.2	8	0.1

La interpretación económica de estos resultados es muy clara: se muestra una interrelación de los tres sectores. Por ejemplo, la mejor calidad de los aceros redundará en beneficio de la calidad de los vehículos, obteniéndose así medios de transporte más duraderos, confortables y económicos. Este resultado podría implicar la posible creación de un polo industrial fronterizo entre Argentina y Brasil de tipo metalúrgico-automotriz, con los beneficios del caso.

Elegimos ahora el coeficiente más próximo a 0.9 para continuar, siendo éste el 0.7 y se vinculan nuevamente la siderurgia con el sector automotriz.

ANÁLISIS

FILA 4		COLUMNA 5
0.2	1	0.0
0.0	2	0.0
0.0	3	0.0
1	4	0.0
0.0	5	1
0.0	6	0.9
0.7	7	0.9
	TRANSPORTE	
0.1	8	0.1

Este resultado verifica la validez del método, ya que se vinculan nuevamente los mismos sectores de la producción. Se trabaja ahora con los coeficientes de menor incidencia (0.6).

Aquí la importancia de los mismos no es tan relevante como en los casos anteriores, pero también es preciso tenerlos en cuenta. Tomemos el caso donde se vinculan transporte y energía y busquemos efectos intermedios.

ANÁLISIS

<u>ENERGÍA</u>		<u>TRANSPORTE</u>
0.3	1	0.0
0.3	2	0.0
0.2	3	0.0
0.9	4	0.0
0.9	5	0.7
	<u>SIDERURGIA</u>	
1	6	0.6
0.1	7	0.1
0.1	8	0.5

Como efecto directo, se ve que la energía depende del transporte de la misma. Como incidencia intermedia, el transporte de energía depende de la siderurgia.

ANÁLISIS

AUTOMOTRIZ

0.2

1

0.0

2

0.0

3

1

4

0.0

5

0.0

6

0.7

7

TRANSPORTE

0.1

8

PESCA

0.1

0.1

1

0.0

0.4

0.2

0.6

0.7

AUTOMOTRIZ

0.2

1

0.0

2

0.0

3

1

4

0.0

5

0.0

6

0.7

7

TRANSPORTE

0.1

8

GANADERÍA

0.4

1

0.1

0.0

0.2

0.3

0.6

0.8

Como se observa, los efectos de segunda generación se vinculan por medio del transporte.

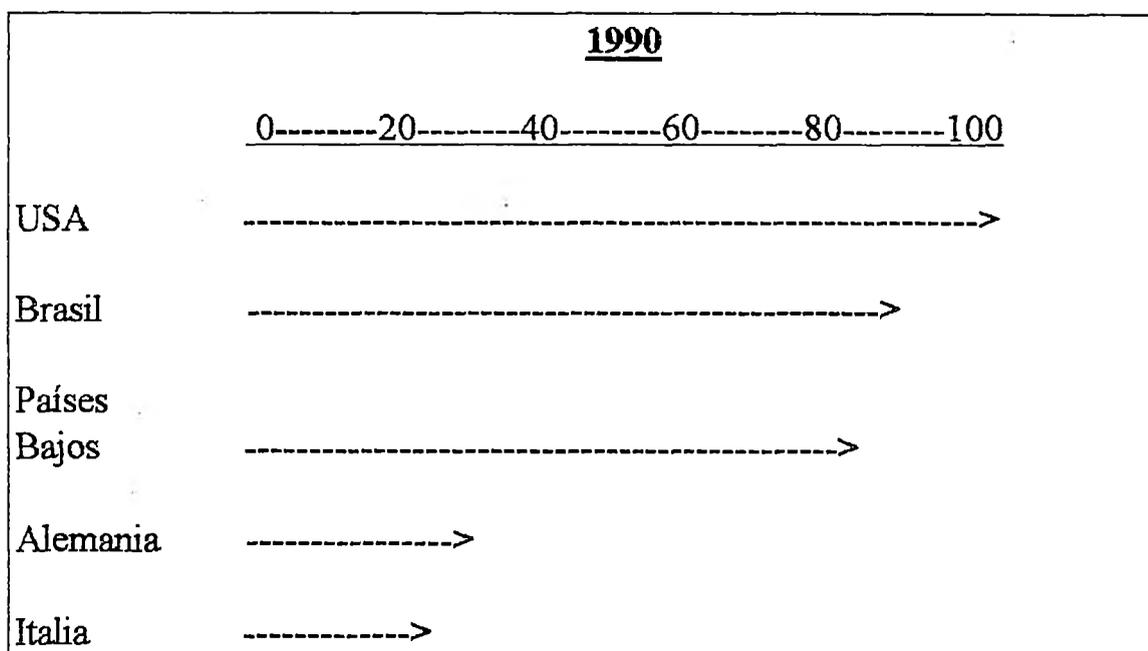
A modo de conclusión, podemos identificar un indicador que es muy claro: para la integración deben existir buenos medios de traslado y comunicación, ya que este sector se vincula prácticamente con el resto de los sectores de la producción.

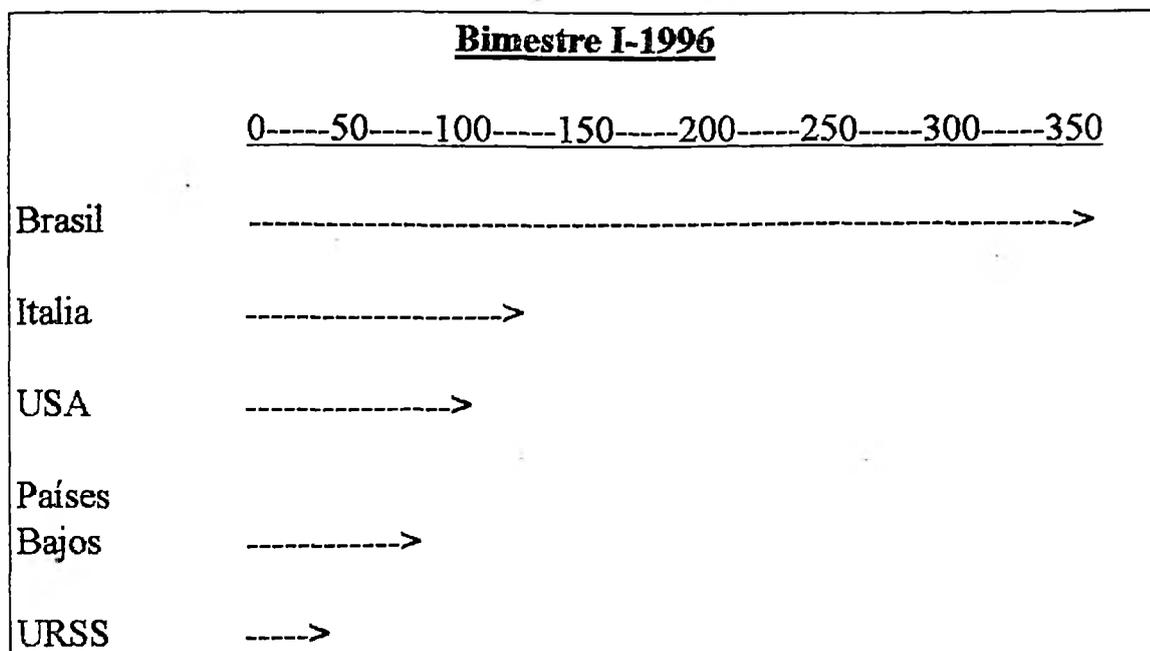
CONCLUSIONES EN BASE AL ANÁLISIS

En base a los datos estadísticos, se elaboró un modelo matricial, al cual se le aplicó el cálculo borroso, con los resultados ya vistos. Estos resultados coinciden con la realidad económica en cuanto a los problemas detectados.

El principal obstáculo emergente es el del transporte; el mismo deriva en dos problemáticas, las que se diferencian por las características propias de los materiales a transportar.

La primera derivación-y la más importante- trata de la desviación de las exportaciones debido a un cambio de la política económico-regional. La creación del Mercosur ha cambiado el sentido de nuestras exportaciones y su caudal, tal como lo indica el siguiente cuadro:





Fuente: Embajada Argentina en Brasil, en base a INDEC.

Esta evidencia es muy clara, e indica que el problema más grave que afectará a las futuras transacciones entre los miembros del Mercosur es el de transporte de mercaderías por la red carretera o ferroviaria. En nuestro país, el problema es aún más serio, debido a un cambio geográfico-estratégico de los corredores viales y ferroviarios. Según estudios realizados, el nuevo centro de gravedad estaría en la provincia de Santa Fe, como epicentro de las rutas comerciales dentro del Mercosur.

El puente Zárate-Brazo Largo, por donde cruzan más de 12000 vehículos (el 52% de las cargas entre Argentina y Brasil) ha sido clausurado por cuestiones que no incumben a este estudio. Pero sí debe considerarse la

fragilidad del quinto mercado del mundo (en cuanto a volumen de dinero en movimiento) con respecto al transporte de sus productos. Este mercado no puede depender de un "puente" solamente. Afortunadamente, existen varios emprendimientos para solucionar este tema, entre ellos la construcción del puente que unirá Buenos Aires con Uruguay.

La segunda derivación del problema del transporte es la energía. La región es muy extensa y ello trae acarreados costos muy altos al considerar el cableado de redes de energía eléctrica. Esta última derivación, junto con la primera se combinan cuando al transporte de combustibles se refiere. Téngase en cuenta que la Argentina se convirtió en el primer proveedor de petróleo crudo de Brasil y que el corredor fluvial del Paraná no puede soportar embarcaciones de gran calado. Por lo tanto, aquí se manifiesta una combinación de ambos problemas ya que el transporte debe realizarse por medios ferroviarios.

Un modelo económico serio debe estar basado en estos estudios teniendo en cuenta los proyectos gubernamentales, acotando con exactitud las variables a considerar.

Las variables analizadas podrán ser ponderadas según la valoración de diferentes investigadores, pero la realidad, sin embargo, pone de manifiesto

la contundencia de los resultados obtenidos más allá de cualquier tipo de interpretación o especulación.

MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS A MODELOS
ECONÓMICOS-ANÁLISIS Y CONCLUSIONES.

En esta sección se considerarán los resultados obtenidos luego de aplicar dos modelos matemáticos a situaciones económicas reales .

Como se mencionó anteriormente, estos resultados no son simplemente números que pueden ser bien o mal interpretados por un economista . Los mismos son contundentes y no dejan lugar a la doble o errónea interpretación de los mismos.

Se podrían haber tomado otros modelos, los cuales se reseñarán y se justificará la razón por la que no fueron analizados en este proyecto.

En primer lugar , mencionaremos el modelo clásico de Leontief que está basado en el análisis de la **insumo-producción** .

La demanda de productos de una industria puede provenir de dos fuentes :

a) demandas de industrias diferentes, y b) demandas de otras fuentes que no sean industrias. Para ejemplificar, se analiza aquí lo que ocurre en el sector de producción de energía. Las compañías de electricidad generan energía para operar sus propias plantas como así también para satisfacer la demanda de otras empresas y consumidores en general. Este último representa un caso de *demanda no industrial*, mientras que los dos anteriores son ejemplos de *demanda interindustrial*. El análisis de

insumos-producción consiste en la determinación de cuánto producirá una industria para que ambos tipos de demanda queden satisfechos. Esto es, cuánto deberá producirse para alcanzar el equilibrio entre oferta y demanda.

La demanda interindustrial puede sintetizarse en una **matriz tecnológica o de insumos-producción**. Se ejemplifica con una matriz **A** (3x3) y se mide la producción de una industria en dólares. Si a_{ij} es el elemento general en la matriz de insumos-producción, a_{ij} representará la cantidad de producción requerida de la industria i para generar un dólar en la producción de la industria j .

		usuario			
		1	2	3	
proveedor	1	0.3	0.3	0.2	= A
	2	0.1	0.2	0.3	
	3	0.2	0.1	0.4	

La matriz mencionada representa la situación de tres industrias. El elemento a_{11} (=0.3) indica que por cada dólar de producción en la industria 1, 30% de ese valor proviene de la industria 1. El elemento a_{12} indica que por cada dólar de producción en la industria 2, 30% es aportado por la industria 1. El elemento a_{13} indica que cada dólar de producción en la industria 3 requiere 20 centavos de producción en la industria 1.

El elemento $a_{21} = 0.1$ indica que por cada dólar proveniente de la industria 1, 10% es proporcionado por la industria 2. El elemento $a_{31} = 0.2$ indica que por cada dólar de producción en la industria 1, 20% procede de la industria 3.

Si x_j representa la producción de la industria j en dólares y d_j representa la demanda no industrial en dólares de la producción de la industria j , podemos formular un conjunto de ecuaciones que, resueltas, determinarán los niveles de producción de x_j en los cuales la oferta y la demanda totales estarán en equilibrio. Las ecuaciones de este sistema tomarán la forma general:

$$\text{Producción de la industria} = \text{demanda interindustrial} + \text{demanda no industrial}$$

Si X es un vector columna que contiene los elementos x_1, x_2, x_3 y D que incluye los elementos d_1, d_2, d_3 la ecuación tiene la forma :

$$X = A \cdot X + D$$

Esta ecuación da los niveles de equilibrio de la producción.

El desarrollo de este modelo fue desestimado, pues a criterio del grupo de investigación, no está acorde con la celeridad que rige hoy en día los cambios y evoluciones de los sectores de la producción. Además, su poder de predicción está basado en una premisa que en la actualidad es difícil

(por no decir imposible) de predecir, la cual indica la suposición de que todo cuanto se produce se consumirá.

Otro modelo que fue evaluado es el de los procesos de Markov.

Como señala F. Budnick en "Matemáticas aplicadas para Administración, Economía y Ciencias Sociales", el comportamiento de cambio de marca de los consumidores ha sido modelado por Markov hace ya muchos años, para ayudar a las estrategias de mercadotecnia. Para ejemplificarlo, se presenta la siguiente tabla:

<u>NÚMERO DE CONSUMIDORES QUE CAMBIAN LA MARCA i EN LA SEMANA 6 POR LA MARCA j EN LA SEMANA 7</u>				
<i>Marca en la semana 6</i>	<i>Marca en la semana 7</i>			<i>Total</i>
	1	2	3	
1	72	4	4	80
2	12	102	6	120
3	2	6	42	50
<i>Total</i>	86	112	52	250

El primer renglón indica que, de 80 personas que compraron la marca 1, en la semana 6, 72 volvieron a adquirirla en la semana 7, 4 prefirieron la marca 2 y 4 la marca 3. Sin embargo, nótese que 12 personas cambiaron la marca 2 por la marca 1, y 2 de marca 3 por la marca 1. Así, para la marca 1, la pérdida de 8 clientes se compensó con creces por la

conquista de 14 clientes, lo cual produce una ganancia neta de 6 nuevos clientes. Entre la sexta y séptima semanas, la marca 1 aumentó su participación en el mercado de 32% (80/250) a 34.4% (86/250).

Además de los cambios netos y la participación en el mercado, las *tablas de contingencia* muestran las causas del cambio. Por ejemplo, la marca 1 logró una ganancia neta de 8 clientes (12-4) a costa de la marca 2 y sufrió una pérdida neta de 2 clientes (2-4) ante la marca 3. También puede construirse la matriz correspondiente de probabilidades de transición **P**:

$$P = \begin{bmatrix} 0.90 & 0.05 & 0.05 \\ 0.10 & 0.85 & 0.05 \\ 0.04 & 0.12 & 0.84 \end{bmatrix}$$

Esta matriz representa una estimación tipo de la matriz de transición subyacente o verdadera, ya que se basa en observaciones sobre el comportamiento de compra de 250 consumidores durante un período de dos semanas.

Los elementos p_{11} , p_{22} y p_{33} son medidas del poder de retención de las tres marcas; los restantes elementos p_{ij} reflejan el poder de atracción de la marca j , suponiendo que la compra anterior haya sido en favor de la marca i .

Para ser más exactos, los elementos de cada renglón reflejan la probabilidad de que una marca retenga a sus clientes o los pierda frente a otras marcas. Los elementos de cada columna resumen la probabilidad de que una marca retenga a sus clientes o conquiste a otros a costa de cada marca de la competencia.

El proceso de Markov fue descartado de este proyecto, pues trata de una serie de experimentos en que cada uno tiene z posibles resultados A_1, A_2, \dots, A_m y la probabilidad de cada resultado depende exclusivamente del que se haya obtenido en los experimentos previos, y dada la rápida variación de la tendencia de los mercados (publicidad por medios masivos de contacto con el público - televisión, radio, diarios, etc.) ésta puede fluctuar inesperadamente, por lo tanto el resultado obtenido no sólo depende de los resultados anteriores.

CONSIDERACIONES FINALES

1-En primer lugar, se utilizó el modelo de regresión a partir de datos extraídos del mercado. Las funciones obtenidas (curvas de mejor ajuste) no fueron lo suficientemente precisas como para poder predecir con exactitud el posible comportamiento de las variables económicas. Este modelo fue ampliamente testado en la primera etapa del proyecto. Sin embargo, no se obtuvieron resultados satisfactorios.

2-En la segunda etapa, se analizó el modelo de matrices de incidencia borrosa para poder determinar los efectos olvidados de las interacciones sectoriales, obteniéndose resultados precisos que coincidieron con la realidad. Enmarcado el proyecto dentro de la región correspondiente al Mercosur, las matrices borrosas de primera y segunda generación han detectado problemas existentes, prediciendo la fragilidad de la red de comunicaciones terrestres, lo que pudo comprobarse al quedar fuera de servicio el puente ferro-vial de Zárate-Brazo Largo.

La conclusión es clara: sólo uno de los modelos analizados - el de matrices de incidencia borrosa- permite una comunión de variables tal que no descarta ninguna opción y además, logra detectar los efectos olvidados (matrices borrosas de segunda generación) que no pueden determinarse por medios estadísticos o probabilísticos.

BIBLIOGRAFÍA

- *Ayres, Frank, ÁLGEBRA MODERNA, Mc Graw-Hill, 1988.
- *Bronson, Richard, ECUACIONES DIFERENCIALES, Mc Graw-Hill, 1973.
- *Budnick, Frank, MATEMATICAS APLICADAS PARA LA ADMINISTRACIÓN. ECONOMÍA Y CIENCIAS SOCIALES, Mc Graw-Hill, 1993.
- *Casparri, Foncuberta, Trucco, ANÁLISIS MATEMÁTICO II CON ORIENTACIÓN Cs. ECONÓMICAS, El Coloquio, 1986.
- *Ferguson y Gould, TEORÍA MICROECONÓMICA, Fondo de Cultura Económica, 1992.
- *Fernández Pol, Jorge, -CONCEPTOS MATEMÁTICOS ÚTILES EN ECONOMÍA, El Coloquio, 1989.
-DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES, Rancagua, 1991.
- *Hostetler, Larson, Edwards, CÁLCULO, Volúmenes I-II, McGraw-Hill, 1990.
- *Koutsoyannis, A., MICROECONOMÍA MODERNA, Amorrortu Editores, 1992.
- *Naylor y Vernon, ECONOMÍA DE LA EMPRESA, Amorrortu Editores
- *Rafubetti, Hebe, -INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS MATEMÁTICO, El Ateneo, 1991.
- CÁLCULO I-II, El Ateneo, 1991.
- *Rey Pastor, Pi Calleja, Trejo, ANÁLISIS MATEMÁTICO I-II, Kapelusz, 1952.
- *Rojo, Armando, -ANÁLISIS MATEMÁTICO I CON APLICACIONES, Tesis, 1960.
-ÁLGEBRA II, El Ateneo, 1985.

*Spiegel, Murray, -ÁLGEBRA SUPERIOR, McGraw-Hill, 1992.
-PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA, McGraw-Hill,
1975.
-CÁLCULO SUPERIOR, McGraw-Hill, 1993.

*Spinadel-Roxin, ECUACIONES DIFERENCIALES, EUDEBA , 1976.