

# COMUNICACIONES .

## UN MODELO DE CRECIMIENTO REGIONAL

ALEJANDRO ROFMAN Y GUILLERMO FLICHMAN \*

### *Nota Preliminar*

El presente trabajo está incluido en la "Metodología para el Planeamiento de la Provincia de Río Negro", preparada por el Centro de Estudios Urbanos y Regionales del Instituto Torcuato Di Tella para la Fundación Bariloche durante el segundo semestre de 1967. El equipo que confeccionó el informe estuvo integrado por el Dr. ALEJANDRO ROFMAN, director del equipo, el Dr. RAÚL BASALDÚA, la Lic. MARÍA M. CHIRICO, el Lic. GUILLERMO FLICHMAN y el Dr. OSCAR MORENO. El modelo que se presenta a continuación fue preparado por los autores de este artículo, con el asesoramiento en lo que respecta a aspectos de su formalización matemática del Lic. MARIO MALAJOVICH.

### *Objetivos del Modelo*

Se intentó formalizar un modelo de crecimiento para la Provincia, teniendo en cuenta las características presentes de la estructura económica regional y sus previsibles modificaciones a través del impacto de los grandes proyectos de inversión que se localizarán próximamente en el área (Chocón - Cerros Colorados, Sierra Grande, p. e.). La economía provincial presenta actualmente "bloques", que aquí se denominan sectores-regiones, de gran integración interna, pero sin contactos relevantes entre sí. Estos son: la región frutícola industrial del Valle del Río Negro, la región turística de los lagos y la región ganadera del Centro-Este. Podría también considerarse la zona petrolera de Catriel. Como sectores regiones potenciales, se puede contar la posible actividad minero-industrial centrada en Sierras Grandes y la industrialización lanera en Viedma. El objetivo es poder realizar proyecciones de la actividad económica provincial, con una metodología sencilla y adaptada en la mayor medida posible a las condiciones del área donde se aplicaría. Por otra parte, cabe mencionar que este modelo forma parte del modelo general de proyecciones de todos

Los autores pertenecen al C. E. U. R. (Centro de Estudios Urbanos y Regionales) del Instituto Torcuato Di Tella.

los sectores provinciales (demografía, social, infraestructura, centros urbanos, etc.), que se analiza en el informe citado.

### *Desarrollo del Modelo*

La región se subdivide en sub-regiones con alto grado de integración económica.

En lugar de realizar una clasificación sectorial se prefirió analizar la economía de la Provincia teniendo en cuenta el grado de integración de sus actividades predominantes y su localización.

De esta manera, se identificaron sectores-regiones con alto grado de integración (actual o potencial). Al mismo tiempo, se puede apreciar claramente que entre estos sectores-regiones existe poca o ninguna relación de intercambio, ni presente, ni (por lo que se puede preveer) futura. Las razones son que la producción se orienta fundamentalmente a la exportación, la que es realizada por cada uno de los sectores-regiones al resto del país o al extranjero en forma prácticamente independiente. De esta manera, el procedimiento que convendrá seguir para programar el desarrollo de la Provincia será proyectar la demanda final de los sectores exportadores claves de cada uno de los sectores-regiones, y sobre la base de los encadenamientos de esos sectores de producción final, determinar los requerimientos de producción, mano de obra, necesidades de capital e importaciones del resto de la economía del sector-región. En principio se pensó que lo más conveniente sería la realización de un modelo de insumo-producto para cada uno de los sectores-regiones y un modelo general de la Provincia que los englobara a todos. Luego se resolvió desechar esta alternativa por las siguientes razones:

1. No existe ni es previsible que lleguen a existir vinculaciones económicas dinámicas y relevantes entre los sectores-regiones.
2. Dentro de cada sector-región, las repercusiones de una variación en la demanda final dan solamente una "vuelta". Esto es, por ejemplo, una variación de la exportación de manzana, genera requerimientos de madera, fertilizantes, plaguicidas, etc., pero la repercusión es sólo directa, ya que prácticamente, no hay realimentación en términos significativos. Es decir, un incremento en la exportación de manzana requiere una mayor producción de madera, pero este mayor incremento de madera no requiere can-

tidades adicionales de manzana. De existir en algún caso realimentación, se la podría estimar sin muchas dificultades.

Una ventaja importante que proporciona la elección de un modelo de este tipo es la mayor simplicidad para su tratamiento, tanto en lo que respecta al relevamiento estadístico necesario, como a las operaciones de computación.

Dadas las características económicas de la Región en estudio, es lógico suponer que lo que se ganará en simplicidad, con su secuela de economías en dinero, mano de obra y tiempo, compensará ampliamente las pérdidas que en exactitud puedan surgir, por no utilizar el instrumental disponible de mayor grado de sofisticación (pérdidas éstas que muy posiblemente sean despreciables). Además, al programarse el crecimiento de cada sector-región en forma aislada se posibilita la realización de estudios parciales.

#### A. DENOMINACION DE LAS VARIABLES

$D_t$  = demanda total de exportaciones.

$D_1 + D_2 + \dots + D_n = D_t$ ;  $D_i$  = demanda para el producto de exportación  $X_i$ .

$D_i = F(Y, P_i, E)$ ; siendo

$Y$  = ingreso del resto del mundo donde se exporte

$P_i$  = precio del producto  $X_i$  en el lugar de consumo

$E$  = otras variables exógenas (p. e. la demanda de las industrias que insuman  $X_i$ , de ser  $X_i$  un bien intermedio en el lugar donde se lo importa).

$X_i$  = productos de exportación;  $\left\{ \begin{array}{l} i = 1 \dots n \end{array} \right\}$   $X_i \neq X_j$

$X_j$  = insumos de los  $X_i$ ;  $\left\{ \begin{array}{l} j = n + 1 \dots m \end{array} \right\}$   $X_i \neq X_s$

$X_s$  = insumos de los  $X_j$ ;  $\left\{ \begin{array}{l} x = m + 1 \dots z \end{array} \right\}$   $X_j \neq X_s$

$x_{ji}$  = coeficientes tecnológicos de los  $X_j$ ;  
tales que  $\sum X_j = \sum x_{ji} X_i$

- $x_{sj}$  = coeficientes tecnológicos de los  $X_s$ ;  
 tales que  $\Sigma X_s = \Sigma x_{sj} X_j$
- $LX_i$  = insumos directos de trabajo requeridos por los productos  $X_i$
- $LX_j$  = insumos directos de trabajo requeridos por los productos  $X_j$
- $LX_s$  = insumos directos de trabajo requeridos por los productos  $X_s$
- $KX_i$  = insumos directos de capital (amortizaciones) requeridos por los productos  $X_i$
- $KX_j$  = insumos directos de capital (amortizaciones) requeridos por los productos  $X_j$
- $KX_s$  = insumos directos de capital (amortizaciones) requeridos por los productos  $X_s$
- $MX_i$  = importaciones directas requeridas por los productos  $X_i$
- $MX_j$  = importaciones directas requeridas por los productos  $X_j$
- $MX_s$  = importaciones directas requeridas por los productos  $X_s$
- $I_r$  = coeficiente tecnológico de trabajo;  $\{ r = 1 \dots z$
- $k_r$  = coeficiente tecnológico de capital;  $\{ r = 1 \dots z$
- $m_r$  = coeficiente tecnológico de importaciones;  $r = 1 \dots z$
- $X_b$  = producto básico, insumo común de todos los  $X_i$ , cuya disponibilidad está restringida por la inversión exógena.
   
 $n + 1 \leq b \leq z$
- $C_0$  = producción máxima del producto básico  $X_b$
- $L_0$  = disponibilidad máxima de trabajo
- $K_0$  = disponibilidad máxima de capital
- $M_0$  = disponibilidad máxima de importaciones

## B. NIVELES DE LAS RESTRICCIONES

Las restricciones para la producción de los  $X_i$  están dadas por las siguientes inecuaciones:

$$L = \sum_{r=1}^z l_r X_r \leq L_0 \quad R_1$$

$$K = \sum_{r=1}^z k_r X_r \leq K_0 \quad R_2$$

$$M = \sum_{r=1}^z m_r X_r \leq M_0 \quad R_3$$

$$X_i \leq D_i ; \forall X_i, D_i \quad R_4$$

$$c = \sum_{n+1}^z x_{br} X_r \leq C_0 \quad R_5$$

## C. SOLUCION DEL MODELO

Estando fijadas las restricciones, se determinarán los  $X_i$  mediante programación lineal, de manera de maximizar la presente función objetivo:

$$\sum_{i=1}^n a_i X_i.$$

Los coeficientes  $a_i$  permiten introducir en la función objetivo determinadas metas de la comunidad que puedan hacer más valiosos unos productos que otros.

Este modelo puede utilizarse para distintos plazos. En el caso del sector-región frutícola podrá utilizarse incluso en plazos muy cortos. En cambio tratándose del caso del sector minero industrial de Sierra Grande, el plazo deberá contemplar la realización previa de las inversiones básicas.

Como apéndice se presenta un ejemplo que puede resultar ilustrativo. Los valores utilizados son totalmente arbitrarios y la estructura productiva puede considerarse una simplificación de la estructura de la economía de la Región Frutícola.

*Apéndice*

## EJEMPLO SIMPLIFICADO DE APLICACION DEL MODELO

Se incluye este ejemplo con el objetivo de ilustrar la aplicación del modelo en un caso muy simplificado, pero con una estructura de funcionamiento parecida a la real. Se suponen dos productos de exportación:  $X_1$  y  $X_2$ , que insumen  $X_3$ ,  $X_4$  y  $X_5$  (productos regionales intermedios) y además  $L$  (trabajo),  $K$  (capital) y  $M$  (importación). Los  $X_3$ ,  $X_4$  y  $X_5$  insumen a su vez  $X_6$ ,  $X_7$ ,  $X_8$  y  $X_9$  (productos regionales intermedios) y también  $L$ ,  $K$ , y  $M$ . Para apreciar la estructura de esta economía, es útil observar el diagrama de flujos que se presenta al final de este apéndice.  $X_4$  es en este ejemplo el insumo básico de los dos productos de exportación que determina la primera de las restricciones del ejemplo.

Suponiendo una matriz de transacciones intersectoriales como la que se muestra a continuación, para el período base, se calculan los coeficientes técnicos de producción. En esta matriz, aparece el capital a través de las amortizaciones, no considerándose los intereses y las rentas.

Conociendo las relaciones entre los  $X_i$  y los requerimientos de  $L$ ,  $K$  y  $M$  por parte de los  $X_i$ , se calcularon los requerimientos de  $L$ ,  $K$  y  $M$  en función de  $X_1$  y  $X_2$ . Las ecuaciones resultaron ser

$$L = 0,332 X_1 + 0,284 X_2$$

$$K = 0,395 X_1 + 0,427 X_2$$

$$M = 0,240 X_1 + 0,265 X_2$$

Suponiendo para el período de proyección las siguientes restricciones:

$$R_1; 0,14 X_1 + 0,15 X_2 \leq C_0 = 66$$

$$R_2; 0,33 X_1 + 0,28 X_2 \leq L_0 = 120$$

$$R_3; 0,39 X_1 + 0,42 X_2 \leq K_0 = 160$$

$$R_4; 0,24 X_1 + 0,27 X_2 \leq M_0 = 110$$

La función objetivo es maximizar  $X_1 + X_2$ .

Se supone no operan restricciones por el lado de la demanda. La solución (obtenida gráficamente) nos da una producción de

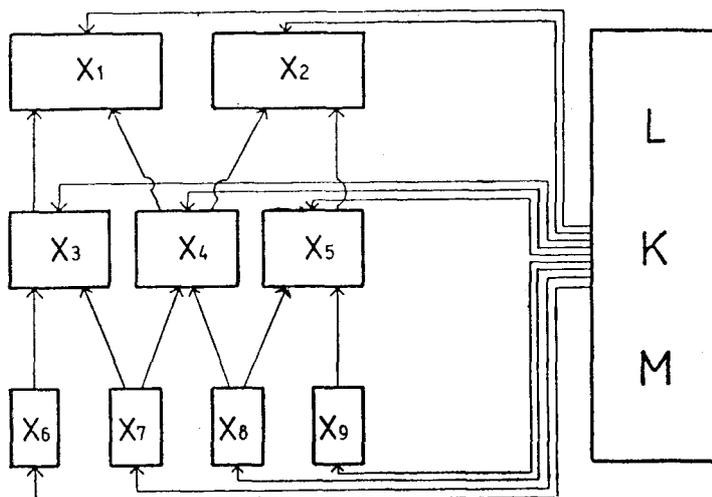
$$\begin{array}{r} X_1 = 190 \\ X_2 = 205 \\ \hline X_1 + X_2 = 395 \end{array}$$

Las restricciones que resultan son  $R_2$  y  $R_3$  (al trabajo y al capital), y la matriz resultante para la proyección se puede observar más adelante.

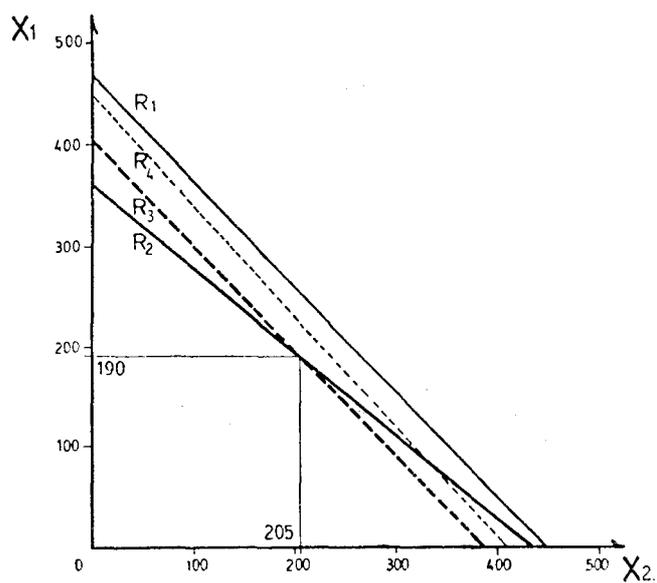
*Matriz de transacciones. Período Base*

	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	L	K	M	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Total
X <sub>6</sub>					11								11
X <sub>7</sub>					5	10							15
X <sub>8</sub>						8	7						15
X <sub>9</sub>							19						19
X <sub>3</sub>											31		31
X <sub>4</sub>											12	21	33
X <sub>5</sub>												59	59
L	5	3	4	6	5	2	10				15	20	80
K	4	7	5	10	4	6	15				20	28	100
M	2	5	6	3	6	7	8				6	16	50
X <sub>1</sub>													
X <sub>2</sub>													
Total	11	15	15	19	31	33	59				84	144	

## DIAGRAMA DE FLUJOS



## SOLUCION GRAFICA DEL EJEMPLO



*Matriz de transacciones. Proyección*

	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	L	K	M	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Total
X <sub>6</sub>					25								25
X <sub>7</sub>					11	18							29
X <sub>8</sub>						14	11						25
X <sub>9</sub>							27						27
X <sub>3</sub>											70		70
X <sub>4</sub>											27	31	58
X <sub>5</sub>												84	84
L	11	6	6	9	11	4	14				34	28	120
K	9	13	9	14	9	10	21				46	39	160
M	5	10	10	4	14	12	11				13	23	102
X <sub>1</sub>													190
X <sub>2</sub>													205
Total	25	29	25	27	70	58	84				190	205	

