

INT-0849

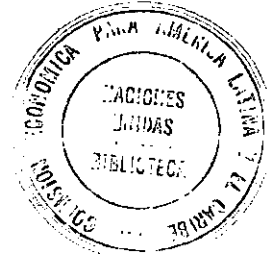


Instituto Latinoamericano y del Caribe
NACIONES UNIDAS-CEPAL-PNUD GOBIERNOS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Latin American and Caribbean Institute for Economic and Social Planning
UNITED NATIONS-ECLAC-UNDP LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN GOVERNMENTS

Institut Latino-Américain et des Caraïbes de Planification Economique et Sociale
NATIONS UNIES-CEPAL-PNUD GOUVERNEMENTS DE L AMERIQUE LATINE ET DES CARAIBES

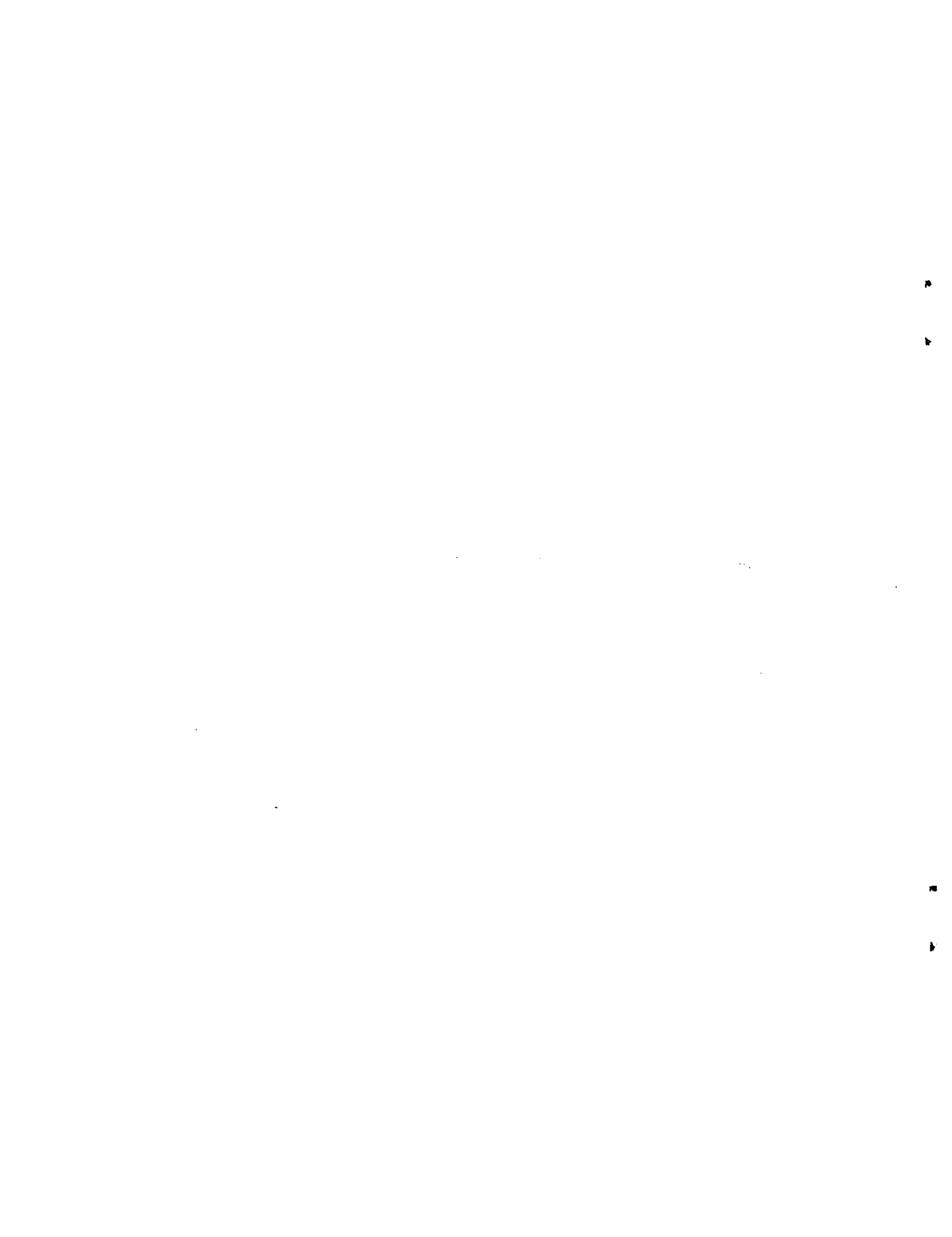
RLA/86/029



SOLUCION COMPUTACIONAL DE MODELOS MACROECONOMICOS

Felipe Jiménez

- Proyecto PNUD/ILPES:** "Elaboración y Difusión de Nuevas Técnicas en la Planificación y Programación de Políticas Públicas"
- Projet UNDP/ILPES:** "Elaboration and Dissemination of New Techniques in Public Policy Planning and Programming"
- Projet PNUD/ILPES:** "Elaboración et Diffusion de Nouvelles Techniques pour la Planification et Programmation des Politiques Publiques"



Solución computacional de modelos macroeconómicos

Indice

I. - Introducción	1
II. - La naturaleza del problema	2
III. - Introducción al empleo de métodos numéricos en la solución de modelos macroeconómicos	5
A. - Técnicas básicas de solución numérica	5
B. - La unicidad de los resultados y la estabilidad de los modelos	11
IV. - Implementación de modelos macroeconómicos en LOTUS 123	20
A. - El modelo	20
B. - Etapas del diseño de una rutina de solución.	22
1. - Planificación de los cuadros de resultado.	22
2. - Construcción de una rutina de solución del modelo	26
V. - Utilización de modelos macroeconómicos en LOTUS 123	55
A. - Los multiplicadores y la predicción	56
B. - Predicción y cálculo de multiplicadores usando LOTUS 123	70
1. - Calibración del modelo	70
2. - Cálculo de multiplicadores	80
C. - Comparación de escenarios	90
D. - Simulación de políticas	97

8

9

10

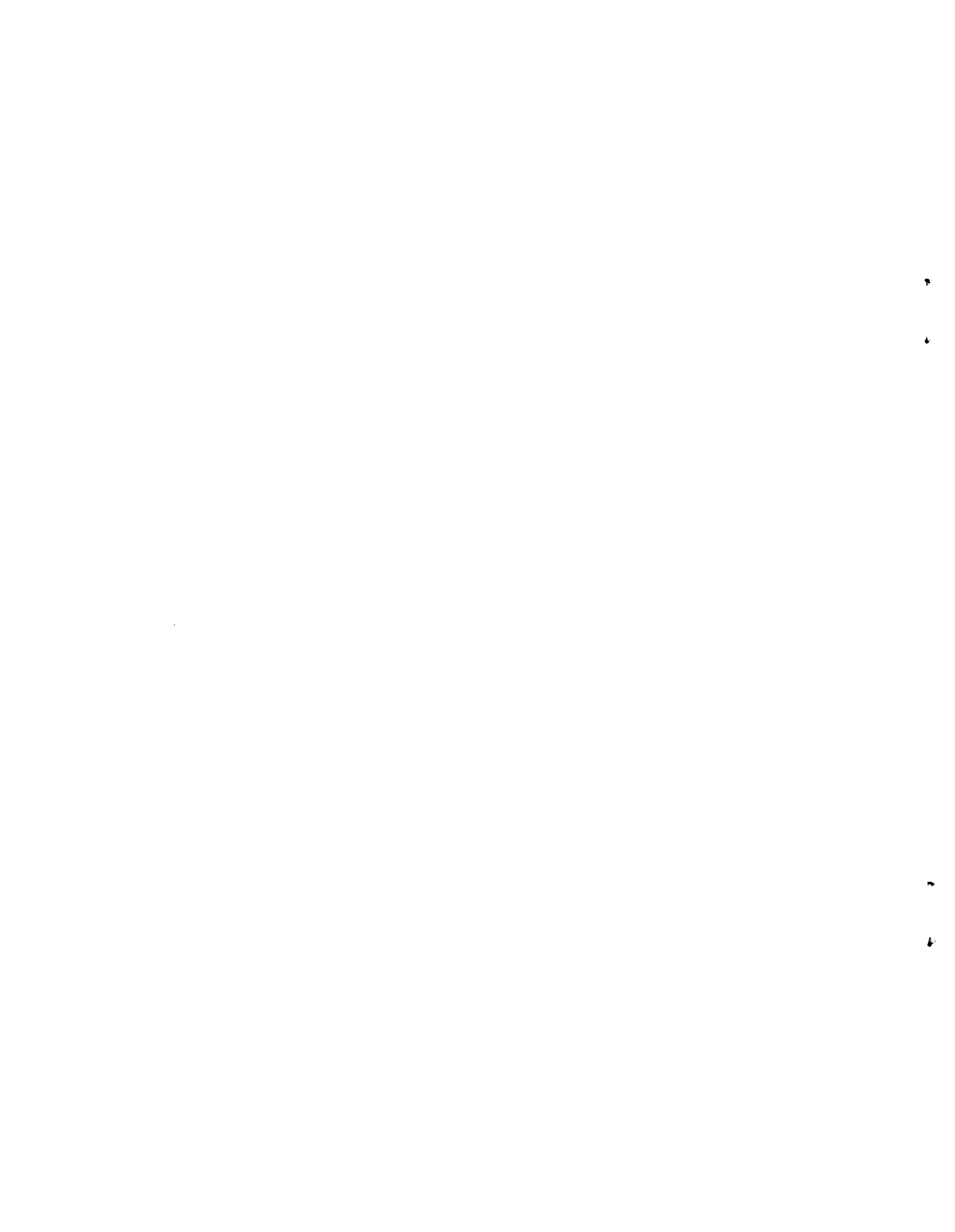
11

Solución computacional de modelos macroeconómicos.

I.- Introducción.

El objetivo de éste documento es la discusión aplicada del uso de microcomputadores en la elaboración de modelos macroeconómicos. El documento se divide en dos grandes partes. En las secciones II y III se realiza una discusión general del problema. Se discute aquí el problema enfrentado, las opciones de solución, sus ventajas y desventajas. A partir de la sección IV se procede a una discusión práctica. Utilizando un modelo macroeconómico específico, se detallan los pasos necesarios para transformar la formulación teórica del modelo en una herramienta práctica de simulación. Para ello empleamos el programa LOTUS 123, y aun cuando se supone que el usuario posee alguna experiencia en el uso de éste paquete, se entregan suficientes indicaciones de modo tal que el ejercicio también resulte útil para aquellos menos familiarizados con el programa. Al tiempo que se procede al montaje del modelo, se discuten aspectos prácticos que se relacionan con aquéllos mas generales discutidos en las secciones II y III, de modo tal que si ellos no resultaran esclarecidos en la discusión general, su visualización concreta permita despejar las dudas que persistan. En la sección V se discuten los usos posibles del modelo implementado. Nuevamente se abordan aquí un número de problemas teóricos relacionados con la simulación macroeconómica y se detallan ejemplos ilustrativos.

La construcción de modelos macroeconómicos puede orientarse a la discusión analítica de algunos aspectos de la realidad económica y/o a su utilización para fines prácticos (proyección, evaluación y simulación de políticas, ejercicios de compatibilización, etc.). En éste documento nos referiremos principalmente a los problemas comunes



que se presentan al momento de intentar una utilización práctica del modelo construido.

No se discuten aquí los aspectos de teoría económica relacionados con la construcción de un modelo macroeconómico con excepción de algunos temas relacionados directamente con el problema de la simulación modelística. Tampoco indagaremos acerca de los métodos estadísticos apropiados para la estimación de las ecuaciones del modelo ni la forma más apropiada para especificar las diferentes relaciones. Supondremos que tal trabajo ya ha sido realizado y que disponemos de un modelo concreto que debe ser implementado. Sin embargo, de los resultados obtenidos de la implementación del modelo pueden desprenderse conclusiones respecto de la dirección en la cual modificar el modelo original, por lo cual la fase de instrumentación computacional debe ser entendida como una etapa necesaria de la construcción de estos modelos.

Con el fin de establecer un lenguaje común precisaremos algunos conceptos. Un modelo consiste en un conjunto de ecuaciones que representan simplificada y simplemente una realidad. Las ecuaciones se dividen en dos tipos: identidades y ecuaciones de comportamiento. Las primeras son definiciones y se cumplen siempre. Las identidades del sistema de cuentas nacionales figuran prominentemente en este grupo. Las ecuaciones de comportamiento, por su parte, establecen relaciones de causalidad entre las variables, de acuerdo a alguna hipótesis derivada de la teoría económica que explica el fenómeno representado por la ecuación.

Las ecuaciones se componen a su vez de parámetros y variables. Los parámetros son los coeficientes que afectan a las variables del lado derecho de una expresión y su obtención es el objetivo prioritario de la econometría. Las variables de una ecuación poseen dos dimensiones, una temporal y la segunda se refiere a su naturaleza. Llamaremos variables exógenas a todas aquellas que no son explicadas por nuestro modelo; y llamaremos endógenas a aquellas

que sí lo son. Dentro del conjunto de variables exógenas distinguiremos aquéllas que son objeto de decisiones de política de las que son impuestas por el entorno macroeconómico. Finalmente, llamaremos variables contemporáneas a aquéllas (endógenas o exógenas) que corresponden al mismo periodo de tiempo y variables predeterminadas a aquéllas heredadas de periodos anteriores.

II.- La naturaleza del problema.

El problema que enfrentamos consiste en cómo traducir las diferentes relaciones que componen un modelo en una aplicación práctica, es decir, que entregue resultados cuantitativos. Para ello es necesario construir un procedimiento que evalúe todas las ecuaciones que constituyen el modelo y que entregue resultados consistentes. Es decir, el conjunto de resultados debe ser mutuamente coherente, las restricciones contables que el sistema de cuentas nacionales especifica deben ser satisfechas y la expresión numérica de los resultados debe ser no ambigua. Para cada constelación de parámetros y valores de las variables exógenas debe existir una solución única de las variables dependientes.

El problema no es trivial debido a que éstos modelos generalmente presentan una alta complejidad y su solución es casi siempre simultánea. A modo de ejemplo imaginemos una economía simplificada representada por las siguientes relaciones:

$$(1) Y(t) = C(t) + I(t)$$

$$(2) C(t) = a + b*Y(t)$$

La identidad (1) define el ingreso como la suma del consumo mas la inversión, en tanto que la ecuación (2) establece que el consumo depende del ingreso. Supondremos que la inversión es exógena. Los subíndices t señalan el período al cual pertenecen las variables.

Observamos que, al depender el consumo del ingreso y definirse este último como la suma del consumo y la inversión, debe obtenerse una solución para ambas variables simultáneamente. La sencillez del modelo permite una solución fácil y directa. Reemplazando (2) en (1) y resolviendo para Y se obtiene:

$$(3) Y_e(t) = (a + I(t))/(1-b)$$

el subíndice e denota que se trata de una solución de equilibrio. Luego, empleando (3) obtenemos el valor de equilibrio para el consumo como:

$$(4) C_e(t) = a + b*Y_e(t)$$

Si comparamos la ecuación (1) con el resultado (3) observamos una diferencia importante. En (1) el ingreso está expresado en función del consumo, que es una variable endógena, y la inversión, que es exógena. En contraste, la expresión (3) formula el ingreso sólo en función de parámetros y variables exógenas, es decir no existen variables endógenas en el lado derecho de (3). Cuando una variable endógena es expresada solamente en función de sus determinantes exógenos y parámetros asociados, diremos que hemos obtenido la forma reducida para ésta variable. La obtención de la forma reducida de un modelo corresponde al ejercicio de obtener la solución analítica (en términos algebraicos) de equilibrio para las variables endógenas.

La utilidad analítica de las formas reducidas consiste en que a través de ellas se expresa sintéticamente el efecto final derivado de un cambio en una variable exógena. Así, si la inversión se incrementa en un monto dx (denotando por dx el cambio en la variable x), obtenemos el cambio en el nivel de ingreso directamente de la solución (3).

$$(5) dY = dI * (1/(1-b))$$

La razón dY/dI es conocida como el multiplicador de la inversión y es igual en éste caso a $1/(1-b)$.

En resumen, la solución analítica de un modelo nos permite obtener las formas reducidas (soluciones de equilibrio), las que a su vez nos permiten evaluar los multiplicadores. Estos, a su vez, pueden ser empleados para cuantificar el impacto sobre las variables dependientes derivado de un cambio en las variables exógenas, como veremos en la sección V.

Ahora bien, en el caso del modelo constituido por las relaciones (1) y (2) la obtención de la solución de equilibrio fue relativamente simple. Tal no es el caso, sin embargo, cuando el modelo crece en complejidad y cuando las formas funcionales de las ecuaciones incluyen expresiones no lineales (logarítmicas, exponenciales, racionales) como suele ser el caso de los modelos macroeconomicos mas modestos inclusive. Aun mas, cuando los modelos son de naturaleza dinámica, fenómeno que caracteriza la mayoría de las relaciones económicas, el problema crece en complejidad.

Aun cuando existen procedimientos computacionales que permiten el procesamiento analítico de expresiones matemáticas, su desarrollo aún es insuficiente comparado con la necesidad de obtener resultados cuantitativos para nuestros modelos. La alternativa es el uso de métodos numéricos para la evaluación de éstos.

Por métodos numéricos entenderemos procedimientos a través de los cuales obtendremos expresiones cuantitativas para todas nuestras expresiones matemáticas. En la próxima sección introduciremos algunos métodos numéricos básicos, pero que son lo suficientemente poderosos para permitirnos solucionar la mayoría de nuestros problemas de evaluación de modelos.

III.- Introducción al empleo de métodos numéricos en la solución de modelos macroeconómicos.

A.- Técnicas básicas de solución numérica.

El problema que enfrentamos consiste en diseñar un procedimiento que permita la evaluación cuantitativa de nuestros modelos. Para ello contamos con la ayuda de los avances computacionales y algunas técnicas simples.

Antes de enfrentarnos al problema de la simultaneidad de la solución matemática, retrocedamos un momento para introducir algunas nociones básicas.

Modifiquemos nuestro modelo simplificado de modo tal que las nuevas relaciones son las siguientes:

$$(6) Y(t) = C(t) + I(t)$$

$$(7) C(t) = a + b*Y(t-1)$$

Respecto del modelo conformado por (1) y (2) sólo hemos modificado la ecuación del consumo, que especifica que este depende del ingreso del período anterior $Y(t-1)$ y no del ingreso contemporáneo $Y(t)$. El modelo es por tanto de naturaleza dinámica, puesto que la causalidad entre las variables es a través de varios períodos.

Nótese que el modelo (6) y (7) no es simultáneo. Una variación en $I(t)$ o en el consumo autónomo a afectará al ingreso del período (t) , pero ello no retroalimentará al consumo del período (t) , por cuanto en (7) no aparece $Y(t)$ en el lado derecho. El modelo (6) y (7) es puramente recursivo por cuanto es posible establecer un orden de causalidad temporal claro. El punto reviste importancia dado que nos permite establecer un orden de evaluación de las ecuaciones. Si

ordenamos el modelo del siguiente modo:

$$(7) C(t) = a + b*Y(t-1)$$

$$(6) Y(t) = C(t) + I(t)$$

es evidente que, conociendo todos los valores de los parámetros, el valor de $Y(t-1)$ y de $I(t)$, podemos evaluar en primer lugar la ecuación (7) y luego utilizar dicho resultado para evaluar (6), completando así la solución numérica del modelo. En éste caso, para resolver el modelo establecemos un orden de causalidad o de precedencia de las ecuaciones y luego procedemos a evaluar una ecuación tras otra.

El siguiente modelo abstracto también se presta para una solución recursiva:

$$(8) x = z + y$$

$$(9) z = w + r$$

$$(10) w = k + m$$

Apreciamos que si evaluamos las ecuaciones en el orden inverso, es decir (10), (9) y (8), obtenemos una solución para nuestro problema de obtener x .

Sobre éste principio metodológico de establecer un orden de evaluación de las ecuaciones de modo tal de evitar los problemas de simultaneidad en las soluciones se basa el algoritmo de Gauss. Este algoritmo permite identificar un orden de precedencia de evaluación de las ecuaciones, de modo tal que la evaluación sucesiva de éstas entrega la solución numérica final para cada variable dependiente.

Nótese que el procedimiento de obtener un orden de precedencia para

la evaluación de las ecuaciones no nos permite resolver nuestro problema cuando el modelo es verdaderamente simultáneo. Volviendo a nuestro modelo conformado por (1) y (2) introduzcamos una ecuación para el comportamiento de la inversión.

$$(11) Y(t) = C(t) + I(t)$$

$$(12) C(t) = a + b*Y(t)$$

$$(13) I(t) = c + d[Y(t) - Y(t-1)]$$

Como se apreciará, la ecuación (13) postula que la inversión posee un componente autónomo c e incorpora la hipótesis del acelerador, la que postula que ésta depende del cambio del ingreso $[Y(t) - Y(t-1)]$

Este modelo simplificado presenta dos características comunes de la mayoría de modelos macroeconómicos. Por una parte, al depender la inversión de la evolución de una variable (el ingreso) en el tiempo, se trata de un modelo dinámico. En segundo lugar, puesto que tanto el consumo y la inversión tienen una relación de dependencia con respecto al ingreso contemporáneo y formar ambos parte de éste, es un modelo simultáneo.

Si intentamos establecer un orden de prioridad para la evaluación de las ecuaciones nos enfrentaremos al siguiente dilema. Para dar una expresión cuantitativa a (11) debemos evaluar sus componentes, pero dado que ambos dependen de la primera relación no podemos hacerlo. Aun más, tampoco es claro si debemos evaluar primero la ecuación del consumo o aquélla de la inversión. Se podría sugerir que el problema se resuelve fácilmente expresando el modelo en forma matricial y proceder a su resolución por métodos de álgebra lineal. Ello es factible, pero poco práctico cuando modelo crece en magnitud y muy difícil, si no imposible, cuando se incluyen relaciones no lineales.

En éstos casos el método empleado se conoce como el algoritmo de Gauss-Seidel. A grandes rasgos el método consiste en los siguientes pasos:

1.- Establecer un orden de precedencia para la evaluación de las ecuaciones, lo que corresponde a la aplicación del algoritmo de Gauss. Nótese que en casos de simultaneidad el ordenamiento será necesariamente arbitrario por cuanto no es claro cual ecuación debe ser evaluada en primer lugar. Para propósitos ilustrativos supongamos que hemos determinado que nuestro modelo ha sido ordenado del siguiente modo:

$$(13) I(t) = c + d[Y(t) - Y(t-1)]$$

$$(12) C(t) = a + b*Y(t)$$

$$(11) Y(t) = C(t) + I(t)$$

2.- Inicialización de las variables endógenas contemporáneas presentes en el lado derecho de una ecuación. Por ejemplo, para evaluar (13) se precisa un valor para la variable $Y(t)$, en el supuesto de que ya conocemos $Y(t-1)$ puesto que es predeterminada y es por tanto una cifra conocida. Supondremos que el valor de $Y(t)$ es igual a 100 o cualquier otro valor. Utilizando estos supuesto procedemos a calcular un valor para $I(t)$. Luego procedemos a evaluar el consumo empleando el mismo valor para la variable $Y(t)$ empleado en la ecuación anterior. Tendremos en consecuencia suficientes argumentos numéricos para proceder a evaluar (11).

Denotando los valores transitorios por un subíndice que señala el número de veces que hemos evaluado cada ecuación (un subíndice 0 indica que se trata de un valor supuesto) , numéricamente el modelo asume la siguiente expresión transitoria:

$$(13.1) I(t)_1 = c + d[Y(t)_0 - Y(t-1)]$$

$$(12.1) C(t)_1 = a + b*Y(t)_0$$

$$(11.1) Y(t)_1 = C(t)_1 + I(t)_1$$

Dado que el el valor para $Y(t)_0$ fue un supuesto para dar un valor inicial a esta variable, no tiene porqué coincidir con el valor que se obtendrá de (11') en esta primera ronda. Procedemos entonces al paso siguiente.

3.- Nueva evaluación de las ecuaciones empleando los valores para las variables endógenas obtenidas en la ronda anterior. En este paso retroalimentamos el modelo con los valores numéricos recientemente obtenidos. Así, empleando el valor de $Y(t)_1$ evaluamos las ecuaciones nuevamente, y obtenemos:

$$(13.2) I(t)_2 = c + d[Y(t)_1 - Y(t-1)]$$

$$(12.2) C(t)_2 = a + b*Y(t)_1$$

$$(11.2) Y(t)_2 = C(t)_2 + I(t)_2$$

4.- Exámen de los valores obtenidos para dos evaluaciones sucesivas. Puesto que ya poseemos dos evaluaciones que emplean los valores generados internamente por el modelo para las variables endógenas (es decir ya no estamos empleando el valor inicialmente asignado a la variable Ingreso sino que estamos empleando el entregado por la ecuación correspondiente), podemos compararlas.

Es muy probable que comparando $Y(t)_1$ con $Y(t)_2$, $C(t)_1$ con $C(t)_2$, y así para todas las variables endógenas, apreciemos que son diferentes. Ello nos está señalando que el modelo aun no entrega una solución definitiva. Es necesario proceder a una nueva evaluación. Es decir, repetimos el paso 3.

Si por el contrario, comparando los valores entregados por dos evaluaciones sucesivas (o iteraciones) del modelo se observa que éstos son idénticos o difieren por un margen suficientemente pequeño, ello significa que se ha llegado a determinar un conjunto de valores mutuamente consistentes. Es decir, una nueva evaluación del modelo entregará idénticos resultados. Puesto que determinar la solución de un sistema de ecuaciones equivale a determinar un conjunto de valores para las variables tal que todas las ecuaciones sean satisfechas, habremos en éste caso obtenido la solución numérica para el equilibrio de nuestro modelo, sin necesidad de obtener la solución analítica.

En resumen, si ocurre que $Y(t)_j = Y(t)_{j+1}$, y $C(t)_j = C(t)_{j+1}$, y así para todas las variables endógenas, donde el subíndice señala el número de la iteración, entonces habremos resuelto nuestro problema de obtener una expresión cuantitativa coherente de nuestro modelo.

La aplicación práctica del método de Gauss-Seidel se ha visto grandemente facilitada por la existencia de paquetes computacionales que ya lo traen incorporado (LOTUS 123 emplea un método similar para determinar el orden de solución de las ecuaciones), al tiempo que los avances tecnológicos han conducido a que la importancia de establecer un orden de precedencia de evaluación de las ecuaciones ya no sea tan relevante. Ello es así por cuanto, gracias a la velocidad de procesamiento de los computadores actuales, no se obtienen ahorros considerables de tiempo ordenando las ecuaciones según el algoritmo Gauss o según algún otro criterio arbitrario.

Para efectos de completitud, señalaremos que el método de Gauss-Seidel no es el único que permite la solución numérica de modelos simultáneos. Existe una amplia literatura al respecto, siendo los algoritmos de Gauss-Newton y Newton-Raphson los más conocidos para la evaluación de modelos no lineales. Su ventaja con respecto al algoritmo recién expuesto radica en que por lo general requieren

menos tiempo para determinar la solución del modelo. La desventaja es que son considerablemente más difíciles de implementar y su uso no se encuentra tan difundido. Nuevamente, los beneficios de los avances tecnológicos nos permiten continuar trabajando con nuestros algoritmos básicos y obtener, en tiempo adecuado, una solución numérica correcta para nuestros problemas modelísticos.

B.- La unicidad de los resultados y la estabilidad de los modelos.

Es necesario hacer mención aquí a dos problemas presentes en la elaboración de modelos en general y que frecuentemente son tratados muy áridamente en la literatura especializada. Por una parte está el problema de la unicidad de la solución de un modelo, y por otra está el problema de la estabilidad del modelo.

Para afirmar con propiedad respecto de una solución o expresión cuantitativa de las variables de un modelo, debemos estar seguros que, ya sea por razones de teoría económica o por la estructura matemática del modelo, éste es capaz de entregar una solución única. Es decir, cuando alimentamos el modelo con un conjunto de valores para las variables exógenas y endógenas predeterminadas, el resultado debe ser siempre único. De otro modo la solución podría depender del ordenamiento de las ecuaciones, de los valores con los cuales inicializamos las variables endógenas contemporáneas para las cuales no disponíamos de valores, del algoritmo utilizado, etc, con lo cual nuestros resultados serían arbitrarios.

Una forma práctica de detectar el problema en cuestión es, para un mismo conjunto de variables exógenas y endógenas predeterminadas, inicializar el modelo con diferentes valores para las variables endógenas contemporáneas, tal como el caso de la variable $Y(t)$ más arriba. Si la solución obtenida es la misma para diferentes valores de inicialización, podremos estar confiados en la unicidad de la solución de nuestro modelo.

El problema de la unicidad de las soluciones se relaciona más con la teoría económica que sustenta el modelo que con sus particularidades matemáticas. Es ésta la que debe asegurar la unicidad. Dada la relevancia de la igualdad ahorro-inversión en los modelos macroeconómicos, podemos sintetizar nuestro razonamiento respecto de éste problema diciendo que, dado un conjunto de factores que afectan al ahorro y la Inversión, el modelo debe permitir identificar un valor único del ingreso tal que ambas variables endógenas sean iguales.

Como nota de pie, señalemos que puesto que en la mayoría de los modelos macroeconómicos las variables endógenas son funciones monotónicas de sus argumentos (es decir son funciones siempre crecientes o decrecientes de las variables explicativas), el problema de la unicidad (mas bien la falta de ella) no es muy frecuente.

El segundo problema de interés, y que se presenta con mayor frecuencia, se refiere a la estabilidad de los modelos. Un fenómeno es estable cuando, perturbado el equilibrio inicial por alguna influencia externa, la variable dependiente tiende a volver a un estado de reposo. Un fenómeno es inestable cuando la perturbación del equilibrio inicial aleja permanentemente a la variable dependiente de su estado de reposo. Examinemos un ejemplo abstracto. Si soltamos una esfera pequeña en un recipiente perfectamente cóncavo, ésta rodará hasta finalmente descansar en el punto más bajo. Si aplicamos una fuerza temporal sobre la esfera, se alejará transitoriamente del equilibrio, pero tenderá a volver al punto de equilibrio original. En éste caso el equilibrio es estable pues tiende a recuperarse un estado de reposo. Ahora bien si tenemos un objeto perfectamente convexo, tal como el recipiente anterior pero invertido, podemos posicionar nuestra esfera en el punto central más alto en perfecto equilibrio, pero será un equilibrio inestable. Cualquier fuerza que desplace la esfera de su punto inicial la hará rodar sin que recupere jamás el estado de reposo. Este es un equilibrio inestable, pues sólo se mantiene si el estado original era de

equilibrio y nada lo perturba.

La inestabilidad de un modelo se traduce en que no es posible obtener una expresión numérica para las variables endógenas por cuanto éste no converge a una solución. El problema se relaciona con las magnitudes adoptadas por los parámetros de nuestro modelo. Ilustremos la discusión con un ejemplo de un modelo macroeconómico simple.

Retornemos a nuestro modelo original conformado por (1) y (2) con los siguientes supuestos numéricos para los parámetros:

$$(14) I(t) = 60$$

$$(15) C(t) = 50 + 0.75*Y(t)$$

$$(16) Y(t) = C(t) + I(t)$$

La primera ecuación establece el valor exógeno de la inversión, por lo cual no precisa ser evaluada, en cambio las dos restantes forman un bloque simultáneo. En razón de ello aplicaremos el método de Gauss-Seidel. En primer lugar escogemos un valor arbitrario para inicializar la variable endógena contemporánea ingreso puesto que de otro modo no podríamos evaluar la ecuación (15). Supongamos un valor inicial para $Y(t)_0$ igual a 400. La expresión numérica del modelo queda como sigue:

$$(15.1) C(t)_1 = 50 + 0.75*400 = 350$$

$$(16.1) Y(t)_1 = 350 + 60 = 410$$

Observamos que el nuevo valor entregado para el ingreso (410) no es igual al valor inicialmente supuesto para éste (350), lo cual es normal puesto que era sólo un supuesto inicial. Procedemos entonces a repetir la evaluación, pero ésta vez empleamos el valor que hemos

obtenido endógenamente para la variable ingreso. Obtenemos:

$$(15.2) C(t)_2 = 50 + 0.75 \cdot 410 = 357.5$$

$$(16.2) Y(t)_2 = 357.5 + 60 = 417.5$$

Nuevamente apreciamos que los valores para el ingreso y el consumo difieren entre ambas evaluaciones. Procedemos a repetir la evaluación empleando el valor recientemente generado por el modelo para la variable Ingreso.

$$(15.3) C(t)_3 = 50 + 0.75 \cdot 417.5 = 363.125$$

$$(16.3) Y(t)_3 = 363.125 + 60 = 423.125$$

Puesto que las variables siguen experimentando modificaciones en sus valores, repetimos la operación.

$$(15.4) C(t)_4 = 50 + 0.75 \cdot 423.125 = 367.3438$$

$$(16.4) Y(t)_4 = 367.3438 + 60 = 427.3438$$

Las variables endógenas siguen exhibiendo cambios entre las iteraciones, es decir el modelo aun no ha convergido a una solución. Obsérvese, sin embargo, que el cambio absoluto de las variables es decreciente, lo cual nos indica que en algún momento las variables se estabilizarán en un valor que será la solución de equilibrio para nuestro modelo. En efecto, tras sucesivas evaluaciones llegaremos a la siguiente expresión numérica:

$$(15.n) C(t)_n = 50 + 0.75 \cdot 440 = 380$$

$$(16.n) Y(t)_n = 380 + 60 = 440$$

Si, como es posible para nuestro modelo simplificado, obtenemos la forma reducida para el ingreso y le aplicamos los valores aquí supuestos, observaremos que obtenemos la misma expresión numérica para las variables. El lector puede hacerlo por sí mismo empleando la fórmula (3) que representa la forma reducida de este modelo.

La estabilidad de un modelo se manifiesta en la convergencia paulatina de las variables endógenas hacia los niveles de equilibrio. Dependiendo de la naturaleza del modelo, esta convergencia puede ser monótona u oscilatoria. En nuestro ejemplo los valores observados siempre estuvieron por debajo del valor final de equilibrio y se aproximan a éste en forma gradual. Es posible observar en otros casos que en el proceso de convergencia las variables exhiban un movimiento que alterna valores por sobre y por debajo del nivel final. Lo característico de los modelos estables es que las desviaciones absolutas con respecto a los niveles finales son decrecientes y tendientes a cero y la convergencia puede ser tanto monótona como oscilatoria. Nuestro modelo, conformado por las ecuaciones y los valores numéricos para los parámetros, es por tanto estable.

Por el contrario, lo característico de los modelos inestables es que, aún cuando pueda existir una solución de equilibrio, las variables endógenas del modelo exhiben un proceso de divergencia creciente, monótona u oscilatoria, con respecto a los niveles de equilibrio teórico. En otras palabras el modelo se torna explosivo, reflejado en que las variables las variables caen o crecen sin límite.

Deseamos hacer notar aquí que el concepto de estabilidad o inestabilidad expuesto hasta éste punto se refiere a la capacidad del modelo, o de un determinado fenómeno, de obtener una solución de equilibrio para período determinado. Es decir nos hemos concentrado en la posibilidad de que las variables endógenas del modelo alcancen contemporáneamente una situación de reposo tal que sus valores sean coherentes entre sí. En resumen, nos hemos preocupado de la estabilidad estática, en un punto del tiempo y no a través de

períodos sucesivos. El problema de la estabilidad dinámica será discutido más adelante.

Reallcemos una pequeña modificación de los valores numéricos de los parámetros supuestos anteriormente y repitamos el proceso de Gauss-Seidel bajo las mismas condiciones anteriores. Incrementaremos la propensión marginal al consumo desde 0.75 a 1.25. El modelo queda como sigue:

$$(17) I(t) = 60$$

$$(18) C(t) = 50 + 1.25*Y(t)$$

$$(19) Y(t) = C(t) + I(t)$$

Nuevamente inicializamos la variable Ingreso suponiendo un valor inicial de 400. Evaluando sucesivamente el modelo, tal como lo hicéramos antes obtenemos los siguientes resultados para la primera iteración:

$$(18.1) C(t)_1 = 50 + 1.25*400 = 550$$

$$(19.1) Y(t)_1 = 550 + 60 = 610$$

Para la segunda iteración obtenemos:

$$(18.2) C(t)_2 = 50 + 1.25*610 = 812.5$$

$$(19.2) Y(t)_2 = 812.5 + 60 = 872.5$$

Para la tercera iteración:

$$(18.3) C(t)_3 = 50 + 1.25*872.5 = 1140.625$$

$$(19.3) Y(t)_3 = 1140.625 + 60 = 1200.625$$

Para la cuarta iteración:

$$(18.4) C(t)_4 = 50 + 1.25*1200.625 = 1550.7813$$

$$(19.4) Y(t)_4 = 1550.7813 + 60 = 1610.7813$$

Observamos que en este caso las variables exhiben un comportamiento explosivo, en tanto su valor crece permanentemente y en términos absolutos el incremento con respecto a la iteración precedente también aumenta. El modelo se ha tornado inestable y no podemos precisar valores para las variables endógenas tal que ellas sean mutuamente consistentes.

En resumen, la inestabilidad de un modelo es detectable durante el proceso de simulación y se manifiesta en que durante el proceso iterativo las variables no exhiben un comportamiento convergente, ya sea monótono u oscilatorio. A la vez, la convergencia de un modelo hacia un valor de equilibrio para sus variables endógenas es una demostración positiva de su estabilidad.

Con el objeto de resaltar que la inestabilidad de un modelo se relaciona íntimamente con la teoría económica que lo sustenta, hemos escogido un ejemplo extremo. La función consumo representada por la ecuación (15) postula que la propensión marginal a consumir es inferior a la unidad. Específicamente ella postula que de cada aumento unitario del ingreso solamente un 75% se consume, en tanto el 25% restante se destina al ahorro. *A priori* lo anterior tiene sentido. Por el contrario, la ecuación (18) plantea que por cada aumento unitario del ingreso se produce un aumento del consumo que excede el aumento del ingreso. Ello claramente no puede ser cierto para toda la economía, excepto por muy corto tiempo durante el cual el endeudamiento externo lo permita. El sentido de ésta nueva ecuación de consumo es dudoso. Aun más, si utilizamos la forma reducida (3) para el cálculo del nivel de ingreso de equilibrio,

obtendremos un valor negativo, lo que es absurdo.

No obstante lo dicho con respecto a las consecuencias derivadas de la inestabilidad, es probable que las relaciones que describen una economía efectivamente constituyan un sistema inestable. La experiencia latinoamericana reciente abunda en tales casos. Por ejemplo, en algunos países el estado no posee ingresos en divisas en la cantidad necesaria para hacer frente a sus compromisos. Para poder servir su deuda externa el estado requiere captar divisas desde el público, lo cual presiona sobre el tipo de cambio. A su vez, la presión cambiaria empeora la situación del déficit público, lo cual obliga a un mayor endeudamiento para cubrir éste déficit, reforzando la presión cambiaria, etc. En resumen, la inestabilidad puede efectivamente corresponder a la naturaleza de la economía bajo estudio, lo cual trae consigo serios problemas de modelización.

Ahora bien, no siempre resulta fácil detectar las fuentes de la inestabilidad y corregirla para obtener una solución estable, en caso de que ello sea procedente. Ante todo debe procederse a revisar el significado económico de los valores numéricos de los parámetros. En segundo lugar procede examinar la validez estadística de las estimaciones realizadas y reestimar las ecuaciones que parezca necesario; y finalmente proceder a un exámen de la teoría económica implícita en el conjunto de ecuaciones del modelo. Si realizado tal exámen se concluye que el modelo es esencialmente correcto e inestable, se deberá proceder a utilizar métodos de solución analítica directa para obtener una expresión numérica para sus variables. Deberá tomarse en cuenta que los "equilibrios" así obtenidos son inestables y no es posible asegurar con confianza que ellos se lograrán o mantendrán. Por el contrario, si el exámen indica que el modelo debiera ser estable, las correcciones necesarias deben ser implementadas y podremos continuar utilizando los métodos aquí descritos.

En resumen, la aplicación de algunos métodos numéricos nos permite

obtener expresiones cuantitativas para nuestros modelos. Su uso resulta indispensable cuando los modelos crecen en complejidad y exhiben una alta simultaneidad que dificulta la obtención analítica de las formas reducidas. Uno de los métodos más difundidos es el algoritmo de Gauss-Seidel, que fue introducido e ilustrado. En el transcurso de la discusión de éste método nos referimos a dos problemas de importancia. En primer lugar se mencionó el requerimiento de unicidad, que a grandes rasgos consiste en que la teoría económica implícita en el modelo debe permitir la identificación de valores únicos para las variables endógenas dado un conjunto de ecuaciones, parámetros, las variables exógenas y endógenas predeterminadas. En segundo lugar se mencionó el problema de la estabilidad de los modelos. La ausencia de estabilidad conduce a que los procedimientos de solución numérica no permitan entregar una expresión cuantitativa para el conjunto de variables endógenas tal que éstas sean mutuamente consistentes. Los orígenes de la inestabilidad frecuentemente se vinculan a las magnitudes de los parámetros, razón por la cual se sugiere como primer paso para eliminarla un exámen de el significado económico de éstos. La inestabilidad es fácilmente detectable en el proceso de construcción y simulación de un modelo y se manifiesta en que el proceso iterativo entrega valores para las variables endógenas que son permanentemente divergentes. Este fenómeno bien puede reflejar la naturaleza intrínsecamente inestable de la economía modelada, en cuyo caso otros métodos de solución son requeridos. Por el contrario, si la teoría económica que sustenta el modelo indica que éste debe ser estable, los métodos aquí descritos siguen siendo válidos.

IV.- Implementación de modelos macroeconómicos en LOTUS 123.

En esta sección realizaremos una aplicación práctica de lo discutido precedentemente. Utilizaremos para ello un modelo específico y el programa 123 de LOTUS. La discusión estará orientada al objetivo de posibilitar al lector la implementación de sus propios modelos. En ocasiones se hará referencia a problemas ya mencionados en las primeras secciones.

La elección del programa computacional se basó en que este se encuentra ampliamente difundido y, aun cuando no fue diseñado especialmente para el manejo de modelos macroeconómicos, es suficientemente versátil para acomodarlos. Específicamente, el programa permite manejar modelos simultáneos, lineales y no lineales, dinámicos y estáticos. Adicionalmente, las capacidades gráficas y de presentación del modelo facilitan el análisis de sus resultados. Por último, como ya mencionáramos, el programa incorpora un procedimiento que determina el orden en el cual las relaciones del modelo deben ser evaluadas, restando sólo proveer una forma de inicializar las variables endógenas y definir un mecanismo de iteración.

La implementación que aquí se discutirá es de carácter general y por tanto aplicable a diversos modelos macroeconómicos. Los aspectos computacionales expuestos son producto de la experiencia del ILPES en modelización macroeconómica para diversos países latinoamericanos. No pretendemos agotar dicha experiencia aquí, sino que proveer los elementos prácticos básicos que permitan la implementación y utilización de modelos en microcomputadores.

A.- El modelo.

Para los efectos de éste ejercicio el modelo utilizado corresponde a aquel detallado en: Eduardo García, "Notas Sobre Programación

Macroeconómica", documento Tp-73, ILPES, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago, Chile, 1987, elaborado para los cursos de capacitación del ILPES. Con los supuestos respecto de valores numéricos de los parámetros el modelo queda conformado como sigue.

El producto, medido por el lado de los gastos es igual a :

$$(1) Y = C_p + C_g + I_b + X - M + V_e$$

Por el lado de los ingresos, el producto se expresa como:

$$(2) Y = W + U_n + U_g + U_x + C_k + T - S$$

Puesto que el modelo determina soluciones de equilibrio general para la masa de sueldos y salarios, la depreciación del capital, la tributación indirecta, el producto, y dado que las utilidades de las empresas públicas, las utilidades e intereses sobre capitales externos y los subsidios son variables determinadas exógenamente, la única variable libre de la ecuación (2) son las utilidades privadas. Por lo tanto, la ecuación anterior queda expresada como:

$$(2') U_n = Y - W - U_g - U_x - C_k - T + S$$

explicando la solución de equilibrio general para las utilidades privadas. Las restantes ecuaciones están explicadas en el referido documento.

$$(3) C_p = 125 + 0.9*W + 0.7*U_n$$

$$(4) W = L*wr$$

$$(5) L = 2*Y$$

$$(6) C_k = 0.06*Y$$

$$(7) T = 0.15*Y$$

$$(8) u_i = 1 - L/N$$

$$(9) I_b = I_n + C_k \quad (10) I_b = I_g + I_p$$

$$(11) I_p = 28 + 30*(Y/Q_t) + 0.1*U_n$$

$$(12) M = -50 + 0.25*Y$$

$$(20) Q(t) = 0.3*K(t)$$

$$(22) K_t = K(t-1) + I_n(t-1)$$

Se agregan a éstas relaciones las siguientes definiciones:

$$A = A_p + A_g + A_x$$

$$A_p = W + U_n - C_p$$

$$A_g = U_g + T - S - C_g$$

$$A_x = M + U_x - X$$

$$F_bK = I_b + V_e$$

Finalmente, sabemos que en el equilibrio macroeconómico el ahorro debe igualar ex-post a la inversión. Es decir ex-post debe ocurrir que:

$$A_p + A_g + A_x + C_k = F_bK$$

Esta relación no debe imponerse a-priori, sino que por el contrario una vez que el procedimiento de solución haya entregado un valor para todas las variables endógenas del modelo, la existencia de una discrepancia entre el ahorro y la inversión es un indicio de que la solución entregada nos es aún de equilibrio. En éste caso deberemos proseguir en el proceso de iteración, hasta que dicha discrepancia desaparezca. En el caso de que la diferencia entre el ahorro e inversión converja hacia un valor distinto de cero, ello será indicación de que hemos cometido algún error en el ingreso de las identidades contables, de modo tal que las definiciones de cuentas nacionales no se están cumpliendo.

B.- Etapas del diseño de una rutina de solución.

1.-Planificación de los cuadros de resultado.

Metodológicamente, existen al menos dos formas de proceder en la construcción de un programa computacional, cualquiera que sea su

naturaleza y el lenguaje utilizado. Los lenguajes tradicionales favorecían el diseño de los programas en un estilo en el cual se codificaba en primer lugar aquéllos pasos que el computador debía realizar primero. El advenimiento y popularización de lenguajes tales como PASCAL introdujeron una segunda modalidad, permitiendo la desagregación de los grandes programas en pequeños bloques que podían ser usados una y otra vez. Adicionalmente, el estilo de programación de los nuevos lenguajes enfatiza pensar y programar en primer lugar el tipo de resultados que se quiere obtener y luego construir los procedimientos para el mejor logro de estos resultados. En nuestro caso ello se traduce en que el primer paso a dar en la elaboración de un programa de solución de un modelo macroeconómico es decidir el tipo de resultados que se desea obtener.

En éste respecto existen dos opciones, no necesariamente contradictorias. Un modelo macroeconómico se compone de ecuaciones de comportamiento e identidades contables. Implícita en la forma funcional de cada ecuación de comportamiento está una teoría del fenómeno que la ecuación representa, la que resultó de una interacción entre la teoría económica y la realidad del país bajo estudio. Adicionalmente, el análisis económico de un país nos puede señalar que los fenómenos que determinan críticamente el comportamiento del resto de la economía se circunscriben a cierta esfera. Por ejemplo, dado que la mayoría de los países latinoamericanos enfrenta dificultades en obtener financiamiento externo adicional para sus deficit de cuenta corriente, una hipótesis de ordenamiento de los fenómenos macroeconómicos es que estos están fundamentalmente determinados o restringidos por la evolución de las variables externas de la economía. En éste caso un ordenamiento de las ecuaciones del modelo en el cual el sector externo aparezca en primer lugar con el objeto de ilustrar y resaltar su influencia sobre el resto de las variables, es una alternativa plausible. Es decir, el ordenamiento de las ecuaciones del modelo puede estar en función de una teoría que señala cuales son las relaciones macroeconómicas mas influyentes.

Una segunda opción consiste en reconocer que en general los modelos macroeconómicos son empleados en la elaboración de proyecciones de las cuentas nacionales, bajo diversas hipótesis de políticas y evolución de las variables exógenas. En éste caso, el ordenamiento de las ecuaciones del modelo intentará reproducir las cuentas nacionales del país. Puesto que éste es un caso más general que la opción anterior, será el enfoque adoptado para el ejercicio que a continuación se realizara. En consecuencia, los cuadros de resultado que se elaboraran corresponderan a una versión condensada de las cuentas nacionales.

Téngase presente que el resultado arrojado por el modelo es independiente de el ordenamiento de las ecuaciones. Es decir, bajo diferentes ordenamientos el resultado debe ser idéntico puesto que ello no altera la estructura matemática del modelo. La importancia de planificar adecuadamente los cuadros de resultado reside en que ello nos permite ahorrar trabajo futuro al momento de decidir acerca de la presentación de nuestros resultados.

Para los efectos de nuestra presentación hemos decidido que los cuadros de resultado y sus componentes son los siguientes:

Cuadro I.- Gasto del Producto Geografico Bruto.

- a).- Consumo Total C
 - Consumo Privado C_p
 - Consumo Público C_g
- b).- Inversión Bruta I_b
- c).- Exportaciones X
- d).- Importaciones M
- e).- Variación de Existencias V_e
- f).- Producto Geografico Bruto Y

Cuadro II.- Distribución del ingreso

- a).- Sueldos y Salarios W
- b).- Excedente de explotación U
 - Utilidades y rentas de empresarios privados Un
 - Utilidades Netas de las empresas estatales Ug
 - Utilidades e intereses de capitales y creditos extranjeros Ux
- c).- Depreciación Ck
- e).- Tributación indirecta T
- f).- Subsidios S
- g).- Producto Geografico Bruto. (suma de ingresos) Y

Cuadro III.- Ahorro e Inversión.

- a).- Ahorro Total A
 - Ahorro Privado Ap
 - Ahorro Público Ag
 - Ahorro Externo Ax
- b).- Depreciación Ck
- c).- Inversión Bruta Ib.
 - Inversión Privada Ip
 - Inversión Pública Ig
- d).- Variación de Existencias Ve
- e).- Inversión Neta In
- f).- Formación Bruta de Capital FbK

Cuadro IV.- Empleo y desempleo

- a).- Población Económicamente Activa N
- b).- Empleo Total L
- c).- Tasa de desempleo ul

Cuadro V.- Capacidad Productiva

- a).- Stock de Capital Kt
- b).- Producto de Capacidad Qt.

Como se podrá apreciar hemos señalado los códigos por los cuales referenciaremos las variables al momento de implementar las ecuaciones del modelo.

Una lectura del modelo nos permite identificar las variables exógenas, las que se dividen en variables del marco externo, variables de política interna y variables de capacidad. Por razones que mas adelante serán evidentes, resulta conveniente crear un cuadro especial en el cual los valores de estas variables serán ingresadas. El contenido de éste cuadro es el siguiente:

Cuadro VI.- Variables exógenas del modelo.

a).- Variables del marco externo:

- Exportaciones X
- Utilidades e intereses de capitales y creditos extranjeros Ux

b).- Variables de política interna

- Consumo Público Cg
- Inversión Pública Ig
- Utilidades Netas de las empresas estatales Ug
- Subsidios S
- Tasa de salario real wr

c).- Variables de capacidad

- Población Económicamente Activa N

Con éste cuadro completamos la planificación necesaria antes de comenzar el trabajo de ingreso de las ecuaciones en el computador.

2.- Construcción de una rutina de solución del modelo.

Iniciemos pues nuestro trabajo invocando el programa 123. En lo sucesivo enmarcaremos entre los signos "<" y ">" las teclas que el usuario deberá oprimir. Así, <123> indica que se debe oprimir 123 (sin los < y >). Las teclas especiales del IBM-PC o compatible estaran representadas por letras mayúsculas tales como <RETORNO>, <F9>,

<END>, etc.

Con el computador en funcionamiento y el programa 123 en el drive A oprima <123><RETORNO>. El programa nos ofrecerá una hoja de trabajo en blanco y estará en el modo READY (observar el indicador de modo en la esquina superior izquierda de la pantalla) dispuesto a recibir indicaciones de nuestra parte.

Paso 1: Suspensión de la opción de recálculo automático.

Puesto que la hoja de trabajo que nos proponemos crear involucrará una serie de cálculos iterativos y será de una magnitud relativamente grande, dependiendo del número de relaciones de nuestro modelo, a medida que se vayan ingresando las sucesivas ecuaciones observaremos que el programa se demora en retornarnos al modo READY retrasando nuestro trabajo. Para evitar esto suspenderemos la opción de recálculo automático del programa.

Invocamos los comandos de 123 a través de oprimir una vez la tecla </>. Ello nos ofrece un menú. Seleccionamos de éste la opción Worksheet a través de oprimir <W> o simplemente <RETORNO> puesto que inicialmente el cursor se encuentra en la primera opción desde la izquierda. Si así no fuera, empleando las teclas de cursor mueva el cursor hasta situarlo sobre dicha opción y deprima la tecla <RETORNO>. Ello nos ofrecerá un segundo menú, del cual seleccionaremos la opción Global, ya sea tecleando <G> o seleccionando la primera opción de la izquierda a través de oprimir la tecla <RETORNO> una vez que el cursor este sobre ella. Un tercer menú nos será ofrecido. Esta vez, empleando los métodos ya descritos, selecciónese la opción Recalculation. Una vez mas se nos ofrecen opciones, selecciónese Manual. Tal como lo explica la segunda línea de la pantalla, la hoja de trabajo solo será recalculada cuando así sea solicitado a través de oprimir <F9>. En lo sucesivo, cada vez que efectuemos una modificación de la hoja de trabajo el indicador CALC aparecerá en el borde inferior derecho de la pantalla

recordándonos que es necesario oprimir <F9> para que la hoja de trabajo sea recalculada.

En resumen, y para aquéllos familiarizados con el programa 123, para suspender la opción de recálculo automático, debe oprimirse </WGRM> con lo cual retornamos al modo READY.

Paso 2: Ingreso de los formatos de los cuadros de resultado.

Con el objeto de permitir una rápida identificación de la hoja de trabajo que estaremos construyendo, ingresaremos un título general. Con el cursor ubicado en la celdilla D1 ingresemos el título <Modelo macroeconómico prototipo><RETORNO>.

A continuación procedamos a ingresar el título del primer cuadro. Con el cursor ubicado en la celdilla B3 opríma <Cuadro I ><RETORNO>. Luego, en la celdilla B4 ingresamos <Gasto del Producto Geografico Bruto><RETORNO>. Enseguida, en la celdilla A6 comenzamos a ingresar los títulos de las variables que fueron incluidas en éste cuadro (vease la nomina mas arriba). Así, en la celdilla A6 ingresamos <Consumo Total><RETORNO>, y en la celdilla inmediatamente a la derecha, es decir la celdilla B6, ingresamos el código asignado a ésta variable <C><RETORNO>.

Obsérvese que al introducir éste último código en la columna B los títulos de la columna A quedan parcialmente escondidos. Para evitar esto procederemos a incrementar el ancho de la columna A.

Con el cursor posicionado en la columna A (cualquier fila dentro de ésta columna nos permite realizar la operación) opríma </Worksheet Column Set-width 28><RETORNO> o simplemente </wcs28><RETORNO>. Con ello el ancho de la columna A será de 28 caracteres permitiendo una lectura mas cómoda de los títulos. Una vez realizado el ajuste cosmético anterior, continuamos con el ingreso de los títulos de nuestras variables.

Con el cursor posicionado en A7 ingresamos <Consumo Privado><RETORNO> y en la celdilla B7 ingresamos <Cp>. Procedemos luego a ingresar en A8 la siguiente variable y en B8 el correspondiente código y así hasta la variable Variación de Existencias inclusive, después de la cual dejamos una línea en blanco y en la fila 14 se ingresan los títulos y códigos correspondientes al Producto Geografico Bruto.

En éste momento la hoja de trabajo se ve aproximadamente del siguiente modo:

```

A1: {W28} READY
      A           B           C           D           E
1                                     Modelo macroeconómico prot
2
3                               Cuadro I
4                               Gasto del Producto Geografico Bruto
5
6  Consumo Total           C
7   Consumo Privado       Cp
8   Consumo Público
9   Inversión Bruta
10 Exportaciones
11 Importaciones           M
12 Variación de existencias
13
14 Producto Geografico Bruto Y
15

```

Obsérvese que no se ha ingresado el código para todas las variables. La razón para ello quedará mas claro una vez que procedamos a ingresar las ecuaciones.

Este es un momento apropiado para guardar el resultado del trabajo realizado hasta el presente. Para ello tecleamos </File Save> (o </FS>

) ante lo cual el programa nos interroga acerca del nombre a dar a nuestro archivo. Ingresamos <B:Macromod><RETORNO>.

!Atención! Se ha supuesto de que el computador dispone de un drive B. En caso contrario, cámbiese la letra B por aquélla que denomina al drive correspondiente. También se ha supuesto de que no existe un archivo anterior del programa 123 que se llame MACROMOD. En caso de que ya exista un archivo con tal nombre cancele la orden (aceptese la opción CANCEL que aparece en éste caso) y procedase a ingresar otro nombre para el archivo.

Una vez que nuestra hoja de trabajo ha sido grabada, podemos interrumpir el trabajo abandonando el programa 123 tecleando </Quit Yes><RETORNO>, o </QY><RETORNO>. Cuando más tarde se quiera continuar el trabajo, desde el modo READY hacemos </File Retrieve> o </FR> ante lo cual el programa nos interrogara acerca del nombre del archivo y ofreciéndonos, en la segunda línea de la pantalla, un menú de los archivos de 123 que existen en el disco. Situando el cursor sobre el nombre del archivo que deseamos lo seleccionamos a través de oprimir <RETORNO>. Si el archivo deseado estuviera en otro drive o en un directorio diferente al ofrecido por el programa, interrumpase la operación a través de oprimir simultáneamente las teclas <Ctrl><Break>, luego seleccionese el directorio deseado a través de oprimir </File Directory> o </FD> ante lo cual el programa nos interroga por el directorio deseado. Ingrese el nombre del directorio deseado y luego reinicie la operación de cargar la hoja de trabajo.

Procederemos enseguida a ingresar los nombres de las variables correspondientes al Cuadro II. Dejando una línea en blanco para efectos de legibilidad, ubicamos el cursor en la celdilla B16 e ingresamos los títulos de cuadro. Siguiendo el mismo procedimiento empleado para ingresar el Cuadro I el resultado debe ser el siguiente:

A15: [W28]

REPOV

	A	B	C	D	E
15					
16		Cuadro II			
17		Distribución del Ingreso			
18					
19	Sueldos y Salarios		W		
20	Excedente de Explotación		U		
21	Utilidades, rentas, Privados Un				
22	Utilidades empr. estatales				
23	Utilidades, int. extranjero				
24	Depreciación				
25	Tributación Indirecta		T		
26	Subsidios				
27					
28	Producto Geografico Bruto				
29	(suma de ingresos)				

Del mismo modo procedemos para ingresar los siguientes cuadros. A continuación se presentan las figuras correspondientes.

B31: 'Cuadro III

READY

	A	B	C	D	E
30					
31		Cuadro III			
32		Ahorro e Inversión			
33					
34	Ahorro Total	A			
35	Ahorro Privado	Ap			
36	Ahorro Público	Ag			
37	Ahorro Externo	Ax			
38	Depreciación	Ck			
39	Inversión Bruta	Ib			
40	Inversión Privada	Ip			
41	Inversión Pública				
42	Variación de Existencias				
43	Inversión Neta	In			
44	Formación Bruta de Capital	FbK			

B46: 'Cuadro IV

READY

	A	B	C	D	E
45					
46		Cuadro IV			
47		Empleo y Desempleo			
48					
49	Pobl. Económicamente Activa				
50	Empleo Total	L			
51	Tasa de desempleo	ul			
52					
53		Cuadro V			
54					
55	Stock de Capital	Kt			
56	Producto de Capacidad	Qt			
57					

B58: Cuadro VI

READY

	A	B	C	D	E
57					
58		Cuadro VI			
59		Variables exógenas			
60					
61	A.- Variables del marco externo				
62	Exportaciones	X			
63	Utilidades, int. extranjeros	Ux			
64	B.- Variables de Política Interna				
65	Consumo Público	Cg			
66	Inversión Pública	Ig			
67	Utilidades epmr. estatales	Ug			
68	Variación de existencias	Ue			
69	Subsidios	S			
70	Tasa de salario real	wr			
71	C.- Variables de capacidad				
72	Pobl. Económicamente Activa N				

Obsérvese que de la definición del stock de capital se depende que para el primer período de simulación se requerirá el valor del stock de capital y de la inversión neta para el período anterior. En razón de ello debemos crear un cuadro auxiliar en el cual el valor inicial de estas variables será ingresado. Por tanto, bajo el Cuadro VI ingresamos el siguiente:

```

R73: [W28]
                                     A           B           C           D           E
72
73                               Valor de variables rezagadas
74
75 Stock de Capital                Ktlag
76 Inversión neta período t-1     Inlag
77

```

Paso 3: Ingreso de las ecuaciones.

Una vez que hemos ingresado todos estos cuadros estamos en condiciones de iniciar la etapa de ingreso de las ecuaciones que conforman el modelo. Habiendo ingresado los cuadros de resultado sabemos de antemano en que celdilla se encontraran las diferentes variables constitutivas de estas ecuaciones. Iniciemos pues la fase de ingreso de las ecuaciones.

Con el objeto de favorecer la inteligibilidad de las fórmulas que a continuación se ingresaran, procederemos en primer lugar instruir a nuestra hoja de trabajo que los códigos que hemos ingresado junto a el nombre de cada variable sean utilizados para efectivamente referenciar estas variables. Para ello realizamos la siguiente operación.

Con el cursor posicionado en la celdilla B6 tecleamos </Range Name Label Right><RETORNO> (o simplemente </RNLR><RETORNO>) ante lo cual el programa nos interroga acerca del rango de celdillas que deseamos definir. Usando las teclas de cursor bajamos hasta la celdilla B78 que contiene el código para la inversión neta del período anterior y deprimimos la tecla <RETORNO>. El resultado de ésta operación es que las celdillas inmediatamente a la derecha de los códigos de variables podran ser referenciados directamente por dicho código, minimizándose así la necesidad de referirse a la columna y la

fila de una celdilla.

Puesto que un código de variable debe ser único, es decir dos celdillas no deben compartir el mismo código, en el ingreso de los cuadros anteriores en los cuales las variables aparecen mas de una vez, se evito duplicar el ingreso del código . Ello explica la decision anterior de solo entrar algunos códigos de variables.

Procederemos en primer lugar a ingresar la definición de consumo total. Puesto que éste es igual a la suma del consumo privado y el consumo público, con el cursor posicionado en la celdilla C6 ingresamos $\langle +Cp+Cg \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$. Dado que aún no hemos definido la ecuación de consumo privado y no hemos ingresado el valor de la variable exógena Consumo público, momentaneamente el valor del consumo total es cero.

Ingreseemos luego la ecuación de la función de consumo privado. Con el cursor en la celdilla C7 , de acuerdo a nuestra ecuación, ingresamos $\langle +125+0.9*W+0.7*Un \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$. Como se observa, aún cuando las variables W y Un no se encuentran definidas, puesto que la ecuación de Cp posee un término constante positivo, transitoriamente Cp toma el valor de éste término.

Luego ingresamos la definición del consumo público. Puesto que ésta es una variable exógena, cuyo valor numérico será ingresado en el cuadro que reúne estas variables, debemos en éste caso instruir a la hoja de trabajo para que en ésta celdilla se referencie el valor que ingresaremos mas tarde. Puesto que el código de ésta variable es Cg, simplemente ingresamos en la celdilla C8 $\langle +Cg \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$, con lo cual nos estamos refiriendo a la variable que ingresaremos en el cuadro de variables exógenas.

Con objeto de revisar el funcionamiento de nuestras fórmulas deprimimos la tecla $\langle F9 \rangle$ para recalcular la hoja de trabajo. Observamos que en la celdilla de consumo total aparece un valor

igual al del consumo privado, puesto que el primero es la suma de C_p y C_g , estando éste último indefinido aún.

Luego, con el cursor posicionado en la celdilla C9, ingresamos la referencia de la inversión Bruta. Puesto que ésta se define mas abajo, ingresamos aquí el código de ésta variable. Es decir ingresamos $\langle +IB \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$. Del mismo modo en la celdilla C10 ingresamos la referencia a la variable exógena X, $\langle +X \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$.

Con el cursor en la celdilla C11 ingresamos la ecuación de importaciones, $\langle -50+0.25*Y \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$. En la celdilla C12 ingresamos la referencia a la Variación de existencias $\langle +Ve \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$. Completamos éste cuadro a través de ingresar en la celdilla C14 la definición del Gasto del Producto Geografico Bruto $\langle +C+Ib+X-M+Ve \rangle \langle \text{RETORNO} \rangle$.

Si en éste momento se oprime sucesivas veces $\langle F9 \rangle$ observaremos dos cosas que están presentes en todo modelo macroeconómico simultáneo.

En primer lugar, se observa que ante cada orden de recálculo $\langle F9 \rangle$ el valor del Gasto del Producto Geografico Bruto experimentara una modificación convergiendo a un valor cercano a 140. Ello se debe a que en cada iteración la hoja de trabajo opera entregando una nueva solución basada en los valores de todas las variables que existían al momento de ordenar un nuevo recálculo. Cuando sucesivos recálculos entregan la misma solución numérica o las variables permanecen dentro de un rango pequeño, diremos que el modelo ha convergido hacia la solución de equilibrio, en la cual todos los valores asumidos por las variables dependientes se reproducen a si mismas y son consistentes con los supuestos respecto a las variables exógenas.

Este tipo de solución solo es posible si el modelo es estable, en el sentido de que, dado el valor de las variables exógenas, converge a un valor único para las variables endógenas, independientemente del

punto de partida. Obsérvese también que el proceso de convergencia puede ser oscilatorio, es decir las variables endógenas asumen alternativamente valores mayores y menores al valor final de equilibrio, pero su desviación es en términos absolutos decreciente. Por el contrario, si en éste momento se observara que las variables endógenas exhiben un comportamiento tal que tras cada iteración su valor crece o decrece sin límites, continua o oscilatoriamente, entonces puede ocurrir que el conjunto de valores numéricos de los parámetros conduzca a que el modelo sea inestable o el modelo es intrínsecamente inestable. En el primer caso, una vez realizado el examen del valor numérico de los parámetros es posible proceder a una reestimación de las ecuaciones del modelo. En el segundo caso, la inestabilidad se debe a la estructura interna del modelo y puede ser una situación deseada o no, dependiendo del tipo de fenómeno bajo estudio. En éste caso no tiene sentido, excepto bajo condiciones muy restringidas, obtener un valor de equilibrio para las variables endógenas.

El segundo aspecto de interés que se deriva de la observación del cuadro anterior es que en el borde inferior de la pantalla aparecerá el indicador CIRC. Ello es el modo a través del cual el programa nos señala que se ha detectado una "circularidad" entre las variables de nuestro modelo, es decir que el modelo es simultáneo. A diferencia de otro tipo de modelos, ésta es una característica de la mayoría de los modelos macroeconómicos. En nuestro caso específico, considerando el grado de desarrollo del modelo hasta éste punto, la solución de equilibrio general es "circular" por cuanto la definición del producto incluye las importaciones, las que a su vez dependen del producto. Si tecleamos </ Worksheet Status> o </WS> aparecerá un breve diagnóstico de la situación de la hoja de trabajo. En la línea "Circular Reference" aparece señalada la celdilla C11, que corresponde a la fila de importaciones confirmando nuestro diagnóstico anterior.

A medida que continuemos el desarrollo de nuestro modelo la simultaneidad se verá incrementada. Por ejemplo, el ingreso

asalariado es un argumento de la ecuación del consumo , el que forma parte del gasto. Dicha masa salarial depende del nivel de empleo, el que a su vez depende del nivel de gasto, con lo cual se producirá otra circularidad. Algo similar ocurrirá cuando definamos el ingreso de los no asalariados Un.

Por el momento la hoja de trabajo debiera verse como sigue:

R1: IW201		READY				
	A	B	C	D	E	
1					Modelo macroeconómico prot	
2						
3					Cuadro I	
4					Gasto del Producto Geografico Bruto	
5						
6	Consumo Total	C	125			
7	Consumo Privado	Cp	125			
8	Consumo Público		0			
9	Inversión Bruta		0			
10	Exportaciones		0			
11	Importaciones	M	-15.0000			
12	Variación de existencias		0			
13						
14	Producto Geografico Bruto	Y	140.0000			
15						

En aras de la brevedad a continuación se presenta un listado de las fórmulas a ser ingresadas en cada celdilla.

Listado de fórmulas del modelo.

C6: +CP+CG
C7: $125+0.9*W+0.7*UN$
C8: +CG
C9: +IB
C10: +X
C11: $-50+0.25*Y$
C12: +VE
C14: +C+IB+X-M+VE
C19: +L*WR
C20: +UN+UG+UX
C21: +Y-W-UG-UX-CK-T+S
C22: +UG
C23: +UX
C24: +CK
C25: $0.15*Y$
C26: +S
C28: +W+U+T+CK-S
C34: +AP+AG+AX+CK
C35: +W+UN-CP
C36: +UG+T-S-CG
C37: +M+UX-X
C38: $0.06*Y$
C39: +IP+IG
C40: $@IF(@ISERR(28+30*(Y/QT)+0.1*UN), 28, 28+30*(Y/QT)+0.1*UN)$
C41: +IG
C42: +VE
C43: +IB-CK
C44: +IB+VE
C49: +N
C50: $2*Y$
C51: $1-(L/N)$
C55: +KTLAG+INLAG
C56: $0.3*KT$

En el listado presentado dos ecuaciones presentan casos especiales. En primer lugar, la ecuación de la inversión privada (celdilla C40) se presenta en una forma diferente al resto. Ello se debe a que uno de los argumentos de dicha ecuación es la razón entre el producto efectivo y el de capacidad. Puesto que inicialmente el producto de capacidad no está definido, el resultado aritmético de ésta razón no está definido, provocando una situación de error. Dado que la inversión privada es parte del producto, el error se propagaría a todas las variables endógenas que dependen directa o indirectamente del ingreso, lo cual nos señala la conveniencia de asignar un valor inicial (inicializar) aquélla variable crítica que está causando el problema, la inversión privada en éste caso.

Para ello se procede del siguiente modo. La instrucción

```
@IF(@ISERR(28+30*(Y/QT)+0.1*UN),28,28+30*(Y/QT)+0.1*UN)
```

realiza el siguiente examen: Si la expresión original de la ecuación de inversión privada produce un error, entonces se le asigna a la inversión privada un valor inicial igual a la constante de la ecuación (28). En caso contrario, es decir si la expresión no produce un error (i.e. si la razón Y/Qt está definida) entonces se le asigna a la inversión el valor que se obtiene de la aplicación de la ecuación de comportamiento de acuerdo al valor que las variables endógenas y exógenas. Con ello la expresión de la inversión privada no estará nunca en error , evitándose que el modelo se atasque.

Los procedimientos de inicialización no solo son útiles en el proceso de construcción de un modelo sino que además se emplean para evitar que la especificación matemática del modelo dificulte su solución a través de métodos iterativos. Por ejemplo, en las ecuaciones logaritmicas suelen presentarse errores cuando el valor transitorio (no de equilibrio) de alguno de los argumentos asume un valor negativo en el proceso de solución iterativa. En éste caso, es posible aplicar un procedimiento idéntico al aplicado a la inversión privada.

Es decir, se chequea si la ecuación original entrega un valor indefinido, en cuyo caso se le asigna un valor de inicialización a la variable dependiente. Si por el contrario, la ecuación está definida, la ecuación original debe ser evaluada.

Este procedimiento de inicialización es similar al empleado por otros programas que asignan automáticamente valores iniciales a todas las variables dependientes.

La segunda ecuación que presenta un cambio es aquella del stock de capital. Dado que ésta ecuación emplea valores rezagados, en el primer período se precisan los valores de algunas variables endógenas rezagadas que no son generados por el modelo. Por ello la ecuación en el primer período utiliza los valores auxiliares ingresados en las dos últimas filas de la hoja de trabajo. Para el segundo período ésta ecuación deberá ser redefinida de modo tal que utilice el valor de las variables endógenas (K_t e I_n) generado por el modelo en el primer período.

Una vez ingresadas las fórmulas anteriores, habremos completado el ingreso de todas las relaciones del modelo, por lo cual estamos en condiciones de proceder a la etapa siguiente.

Paso 4. - Ingreso de las variables exógenas.

Corresponde entonces ingresar el valor que asumirán las variables exógenas en el primer período por cuanto sin ellas no es posible determinar los valores de equilibrio.

El siguiente cuadro resume los valores para las variables exógenas en el primer período y las variables endógenas rezagadas del período anterior necesarias para el cálculo del stock de capital.

C59:	A	B	C	D	E	READY
59		Variables exógenas				
60						
61	A.- Variables del marco externo					
62	Exportaciones	X	165			
63	Utilidades, int. extranjeros Ux		53			
64	B.- Variables de Política Interna					
65	Consumo Publico	Cg	108			
66	Inversión Publica	Ig	67			
67	Utilidades epmr. estatales Ug		-50			
68	Variación de existencias	Ue	0			
69	Subsidios	S	53			
70	Tasa de salario real	wr	0.21			
71	C.- Variables de capacidad					
72	Pobl. Economicamente Activa N		2575			
73						
74						
75		Valor de variables rezagadas				
76						
77	Stock de Capital	Ktlag	3563			
78	Inversión neta período t-1	inlag	90			

En éste momento estamos en condiciones de ordenar a la hoja de trabajo que proceda a realizar el cálculo completo del modelo. Con el Cuadro I a la vista deprimimos sucesivas veces <F9>. Se observará que las variables endógenas cambiarán de valor cada vez que ordenemos un recálculo, hasta que finalmente todas ellas se acercan progresivamente a sus valores de equilibrio.

Al lograrse este equilibrio, los valores no experimentarán modificaciones aún cuando se insista en recalcular el modelo. Vale decir, a través de las iteraciones las variables endógenas alcanzan valores tales que todos son consistentes entre sí y con las variables

exógenas. Hemos por tanto obtenido una solución numérica de equilibrio general para el modelo.

Como test final examinamos la igualdad entre el ahorro total y la inversión. Comparando la cifra de Ahorro Total con la de Formación Bruta de Capital observamos que estas son idénticas. Recordemos que ésta igualdad no fue impuesta a priori sino que es un resultado que debe verificarse ex-post.

Reforzando la idea anterior, se aprecia del Cuadro II que el valor del producto calculado por el lado de los ingresos coincide exactamente con la cifra medida por el lado del gasto, aún cuando dicha igualdad no fue impuesta a priori. Por lo tanto, concluimos que el modelo es consistente en terminos macroeconómicos.

Al cabo de éste ejercicio los cuadros de resultado debieran estar como sigue:

	A	B	C	D	E
1					Modelo macroeconómico prot
2					
3					Cuadro I
4					Gasto del Producto Geografico Bruto
5					
6	Consumo Total	C	944.0132		
7	Consumo Privado	Cp	836.0132		
8	Consumo Publico		108		
9	Inversión Bruta		167.5433		
10	Exportaciones		165		
11	Importaciones	M	215.3113		
12	Variación de existencias		0		
13					
14	Producto Geografico Bruto	Y	1061.245		
15					

	A	B	C	D	E
16		Cuadro II			
17		Distribución del Ingreso			
18					
19	Sueldos y Salarios	W	445.7229		
20	Excedente de Explotación	U	445.6607		
21	Utilidades, rentas, Privados Un		442.6607		
22	Utilidades epmr. estatales		-50		
23	Utilidades, int. extranjeros		53		
24	Depreciación		63.67471		
25	Tributación Indirecta	T	159.1867		
26	Subsidios		53		
27					
28	Producto Geografico Bruto		1061.245		
29	(suma de ingresos)				

	A	B	C	D	E
31		Cuadro III			
32		Ahorro e Inversión			
33					
34	Ahorro Total	A	167.5433		
35	Ahorro Privado	Ap	52.37051		
36	Ahorro Publico	Ag	-51.8132		
37	Ahorro Externo	Ax	103.3113		
38	Depreciación	Ck	63.67471		
39	Inversión Bruta	Ib	167.5433		
40	Inversión Privada	Ip	100.5433		
41	Inversión Publica		67		
42	Variación de Existencias		0		
43	Inversión Neta	In	103.8686		
44	Formación Bruta de Capital	FbK	167.5433		

	A	B	C	D	E
46		Cuadro IV			
47		Empleo y Desempleo			
48					
49	Pobl. Economicamente Activa		2575		
50	Empleo Total	L	2122.490		
51	Tasa de desempleo	ul	0.175731		
52					
53		Cuadro V			
54					
55	Stock de Capital	Kt	3753		
56	Producto de Capacidad	Qt	1125.9		

Hasta este punto de nuestro trabajo hemos logrado construir una rutina de solución del modelo que comprende sólo un período. Resulta natural que deseemos extender el modelo y para ello debemos proceder a copiar nuestras fórmulas en las columnas adyacentes, las que representarán períodos sucesivos del modelo.

En primer lugar, y aprovechando que hemos dejado un espacio en blanco bajo el título de cada cuadro, ingresaremos una fila con los títulos adecuados. Por ejemplo, con el cursor posicionado en la celdilla A5, ingresamos <Periodo><RETORNO>. Luego, desplazando el cursor horizontalmente hacia la celdilla C5 ingresamos <^1>, en D5 ingresamos <^2>, y así hasta la celdilla G5 donde ingresamos <^5>. Incidentalmente, el prefijo ^ es para ordenar a la hoja de trabajo para que reconozca los caracteres que le suceden como un título que debe centrarse en la celdilla (no se refiere a la operación de elevar a una potencia, sentido en el cual la hoja de trabajo lo interpretará en el caso de ocurrir dentro de una fórmula). Procedemos luego a copiar estos títulos en los cuadros siguientes. Con el cursor posicionado en la celdilla A5 oprimimos </Copy> a lo cual el programa nos interroga acerca del rango de celdillas que deseamos copiar. Empleando la tecla de cursor derecha extendemos éste hasta posicionarlo sobre la celdilla G5 y oprimimos <RETORNO>. El programa nos interroga acerca del destino al cual copiaremos el rango anterior. Posicionamos el cursor en la celdilla A18 y oprimimos <RETORNO>, completando con ello la operación de copiado.

La misma operación anterior será necesario repetirla para copiar estos títulos en las filas 33, 48, 54, 60 y 76.

A continuación procederemos a copiar las fórmulas que conforman el Cuadro I desde la columna C sobre las columnas D a G. Con el cursor posicionado en la celdilla C6 oprimimos </Copy> o </C> y ante el requerimiento del rango a copiar extendemos el cursor hacia abajo hasta la celdilla C14 y oprimimos <RETORNO>. Posicionamos el cursor en la celdilla D6 y "anclamos" el cursor oprimiendo <.>. Luego,

extendemos horizontalmente el cursor hacia la derecha usando las teclas correspondientes hasta posicionarlo sobre la celdilla G6. Oprimimos <RETORNO> con lo cual completamos la operación de copiado. recuérdese que los valores que aparecerán son transitorios en tanto aún no hemos terminado de ingresar las ecuaciones para los períodos ni las variables exógenas correspondientes. (Nota: Esta es la primera vez que hemos necesitado "anclar" el cursor. En los casos anteriores el programa lo ha hecho automáticamente para nosotros. Ello no consiste mas que en fijar uno de los extremos del rango que modificaremos a través de operaciones de copiado u otras operaciones de rango.)

recuérdese también que en el primer período para referirnos a una celdilla utilizamos códigos asignados a éstas en lugar de sus coordenadas columna/fila. Ahora bien, al realizar la copia de las fórmulas el programa automáticamente reemplaza los códigos por las coordenadas de las celdillas en las nuevas fórmulas. La razón de ello es que los códigos que creamos originalmente sólo se refieren a las celdillas de la columna C. A partir de la columna D el programa utilizará las coordenadas de las celdillas a menos que referenciamos alguna celdilla de la columna C, en cuyo caso el programa utilizará los códigos asignados. No debe por tanto sorprendernos que al examinar el contenido de una celdilla de la columna D este sea diferente a la celdilla correspondiente en la columna C. Ambas representan las mismas ecuaciones, pero unas está expresada en función de códigos de variables y otras en función de coordenadas.

Con el cursor posicionado en la celdilla C19 iniciaremos la copia de las ecuaciones componentes del Cuadro II. Oprimimos </Copy> y extendemos el cursor hasta la celdilla C28 y luego <RETORNO>. Desplazamos luego el cursor hasta la celdilla D19, anclamos nuevamente el cursor oprimiendo <.> y lo extendemos horizontalmente hasta la celdilla G19. Oprimimos <RETORNO> y con ello reproducimos las ecuaciones para el Cuadro II.

Repetimos la operación de copiado para los cuadros III y IV inclusive. obsérvese que en la fila correspondiente a la tasa de desempleo aparecerá un indicador de error ERR. Ello se debe a que aun no se ha ingresado el dato para la población económicamente activa. Este error no se propagará al resto del modelo, por cuanto la tasa de desocupación no es argumento de ninguna de las otras ecuaciones. Si, por el contrario, la tasa de desocupación alimentara alguna ecuación (por ejemplo, la ecuación de salarios o de precios en una aplicación de la curva de Phillips) sería necesario proceder a su inicialización, tal como se hiciera para el caso de la inversión privada.

Ahora bien, para el Cuadro V procederemos de un modo levemente distinto. Recordemos que el stock de capital del período t se define como el stock preexistente más la inversión neta del período anterior. Al momento de ingresar las ecuaciones del primer período ingresamos los valores de éstas variables que habían sido efectivamente observadas en el período anterior y no aquellas generadas por el modelo. La situación es diferente ahora por cuanto para el período 2 contamos con los valores endógenamente generados para el stock de capital y la inversión neta del período 1. Debemos por tanto modificar la ecuación del stock de capital para el período 2 por cuanto la utilizada en el primer período no utiliza los valores endógenamente generados.

Con el cursor posicionado en la celdilla D55 procedemos a ingresar la fórmula correspondiente, $\langle +KT+IN \rangle$ (recuérdese que los códigos de variables referencian celdillas de la columna C, y puesto que la fórmula fue ingresada en la columna D, KT e IN corresponden al stock de capital y la inversión neta del período anterior).

Procedemos luego a copiar la nueva fórmula del stock de capital desde la columna D sobre las siguientes. Con el cursor posicionado sobre la celdilla D55 oprimimos $\langle /Copy \rangle$, luego oprimimos $\langle RETORNO \rangle$ para señalar que sólo queremos copiar ésta celdilla, desplazamos el cursor hacia la celdilla E55, fijamos un extremo del rango al cual

copiaremos lo anteriormente seleccionado oprimiendo <.>, luego extendemos el cursor horizontalmente hasta la celdilla G55 y oprimimos <RETORNO>.

Finalmente, utilizando los procedimientos de copia que ya conocemos, procedemos a copiar la fórmula para el producto de capacidad desde la columna C al resto de las columnas.

Con lo anterior hemos completado la extensión del modelo para varios períodos y sólo nos resta ingresar las variables exógenas. El cuadro siguiente presenta los valores supuestos para estas variables.

B59: 'Cuadro VI

READY

	B	C	D	E	F	G	H	I
59	Cuadro VI							
59	Variables Exogenas							
60		1	2	3	4	5		
61								
62	X	165	182	200	220	242		
63	Ux	53	56	60	63	67		
64								
65	Cg	108	117	126	136	147		
66	Ig	67	76	99	114	135		
67	Ug	-50	-40	-30	-20	0		
68	Ue	0	0	0	0	0		
69	S	53	56	60	63	67		
70	wr	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26		
71								
72	N	2575	2652	2732	2814	2898		
73								

Estamos en condiciones de ejecutar el recálculo del modelo. Oprimimos sucesivas veces F9 y observamos que las variables cambian hasta lograr el equilibrio. Apreciamos que la convergencia

de los períodos finales sólo se alcanza una vez que los períodos anteriores han alcanzado el equilibrio. Ello se debe a la naturaleza dinámica del modelo. Mas precisamente, puesto que la inversión privada depende del grado de utilización de la capacidad y ésta última depende de la inversión neta del período anterior mas el stock de capital preexistente, entonces la inversión privada de un período t no podrá lograr su punto de equilibrio hasta tanto la inversión neta del período t-1 logre su punto de equilibrio.

Este fenómeno es característico de todos los modelos dinámicos y no debe por tanto sorprendernos que los períodos más alejados del modelo requieran mayor número de iteraciones para lograr la convergencia.

Para efectos de presentación reduciremos la cantidad de decimales a uno. Para ello, con el cursor posicionado en la celdilla C6 oprimimos `</Range Format Fixed>` (o `</RFF>`) ante lo cual el programa nos interroga acerca del número de decimales que deseamos. Oprimimos `<1><RETORNO>` después de lo cual deberemos señalar el rango que deseamos formatear. Oprimiendo END HOME nos situamos en la última celdilla de la hoja de trabajo (G78) y oprimimos `<RETORNO>`, completando la operación de formateo.

También para efectos de visualización en la pantalla reduciremos el ancho de la columna B a dos caracteres situando el cursor en esta columna y oprimiendo `</Worksheet Column Set-width 2><RETORNO>`. Reduciremos también el ancho de las columnas restantes oprimiendo `</Worksheet Global Column-width 8><RETORNO>`, con lo cual todos los períodos aparecerán en pantalla. Por último, para representar la tasa de desempleo como un porcentaje, le asignaremos a la fila correspondiente el formato adecuado. Posicionado el cursor sobre la celdilla C51 oprimimos `</Range Format Percent 2><RETORNO>`, señalamos el rango a formatear extendiendo el cursor hasta la celdilla G51 y oprimimos `<RETORNO>`.

En este momento el modelo aparecerá como sigue:

A1: (W28)

REPOY

	A	B	C	D	E	F	G
1		Modelo macroeconomico prototipo					
2							
3		Cuadro I					
4		Gasto del Producto Geografico Bruto					
5	Periodo		1	2	3	4	5
6	Consumo Total	C	944.0	983.4	1041.1	1094.6	1152.7
7	Consumo Privado	Cp	836.0	866.4	915.1	958.6	1005.7
8	Consumo Publico		108.0	117.0	126.0	136.0	147.0
9	Inversion Bruta		167.5	175.8	199.4	214.0	230.9
10	Exportaciones		165.0	182.0	200.0	220.0	242.0
11	Importaciones	M	215.3	228.2	248.1	265.7	285.1
12	Variacion de existencias		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13							
14	Producto Geografico Bruto	Y	1051.2	1113.0	1192.4	1262.9	1340.4
15							

R16: (W28)

REPOY

	A	B	C	D	E	F	G
16		Cuadro ii					
17		Distribucion del Ingreso					
18	Periodo		1	2	3	4	5
19	Sueldos y Salarios	N	445.7	489.7	548.5	606.2	697.0
20	Excedente de Explotacion	U	445.7	445.5	453.5	454.5	429.9
21	Utilidades, rentas, PrivadosUn		442.7	429.5	423.5	411.5	361.9
22	Utilidades epmr. estatales		-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	0.0
23	Utilidades, int. extranjeros		53.0	56.0	60.0	63.0	67.0
24	Depreciacion		63.7	66.8	71.5	75.8	80.4
25	Tributacion Indirecta	T	159.2	166.9	178.9	189.4	201.1
26	Subsidios		53.0	56.0	60.0	63.0	67.0
27							
28	Producto Geografico Bruto		1061.2	1113.0	1192.4	1262.9	1340.4
29	(suma de ingresos)						
30							

R31: (W20)

READY

	A	B	C	D	E	F	G
31		Cuadro III					
32		Ahorro e Inversion					
33	Periodo		1	2	3	4	5
34	Ahorro Total	A	167.5	175.8	199.4	214.0	230.9
35	Ahorro Privado	Ap	52.4	52.8	56.9	59.1	53.3
36	Ahorro Publico	Ag	-51.8	-46.1	-37.1	-29.6	-12.9
37	Ahorro Externo	Ax	103.3	102.2	108.1	108.7	110.1
38	Depreciacion	Ck	63.7	66.8	71.5	75.8	80.4
39	Inversion Bruta	Ib	167.5	175.8	199.4	214.0	230.9
40	Inversion Privada	Ip	100.5	99.8	100.4	100.0	95.9
41	Inversion Publica		67.0	76.0	99.0	114.0	135.0
42	Variacion de Existencias		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	Inversion Neta	In	103.9	109.0	127.9	138.2	150.4
44	Formacion Bruta de Capital	Fb	167.5	175.8	199.4	214.0	230.9
45							

R46: (W28)

READY

	A	B	C	D	E	F	G
46		Cuadro IV					
47		Empleo y Desempleo					
48	Periodo		1	2	3	4	5
49	Pobl. Economicamente Activa		2575.0	2652.0	2732.0	2814.0	2898.0
50	Empleo Total	L	2122.5	2226.0	2384.8	2525.8	2680.8
51	Tasa de desempleo	ul	17.57%	16.06%	12.71%	10.24%	7.49%
52							
53		Cuadro V					
54	Periodo		1	2	3	4	5
55	Stock de Capital	Kt	3753.0	3856.9	3965.9	4093.8	4232.0
56	Producto de Capacidad	Qt	1125.9	1157.1	1189.8	1228.1	1269.6
57							

Con lo anterior hemos finalizado la fase de construcción de un procedimiento de solución numérica para nuestro modelo, aun cuando es posible agregar algunos refinamientos que serán introducidos más adelante. Observamos que el procedimiento diseñado nos permite efectivamente lograr una expresión numérica única para cada período de nuestro modelo, para cada conjunto de variables exógenas, predeterminadas y parámetros. Observamos también que el modelo es estable, y finalmente apreciamos que los resultados obtenidos son consistentes entre sí. Este último aspecto puede ser verificado al comparar los valores de equilibrio de la formación bruta de capital y el ahorro total, los que deben ser idénticos. Del mismo modo, la igualdad entre el producto medido por el lado del gasto y por el lado de los ingresos, es un reflejo de la consistencia interna del modelo. recuérdese que estas igualdades no fueron impuestas a priori sino que son resultados que ex-post deben verificarse.

Como resultado de nuestro trabajo hemos logrado construir un modelo macroeconómico que abarca varios períodos y que puede ser empleado con distintos propósitos. En la sección siguiente se discuten diferentes usos para los modelos y se ilustra el modo de implementarlos empleando el trabajo realizado hasta ésta parte.

U.- Utilización de modelos macroeconómicos en LOTUS 123

Un modelo macroeconómico tiene diferentes usos, de los cuales discutiremos aquí los más frecuentes: el cálculo de multiplicadores, predicción y simulaciones de política.

En términos generales una simulación consiste en obtener la solución del modelo bajo hipótesis alternativas para las variables exógenas, los parámetros y las ecuaciones. Según el período de tiempo al que se refiere la simulación, pueden estas catalogarse en simulaciones ex-post y ex-ante. Las primeras consisten en realizar el ejercicio de aplicar el modelo al período del cual se obtuvo la información estadística que sirvió de base para la estimación de las ecuaciones. En las segundas, por el contrario, se utilizan proyecciones de las variables exógenas u otros componentes del modelo para obtener una expresión de su comportamiento para períodos cuya información no sirvió de base para la estimación y, mas frecuentemente, para períodos futuros.

Las simulaciones ex-post se emplean generalmente para dos fines. El uso más frecuente consiste en "correr" el modelo empleando la evolución observada de las variables exógenas con el objeto de evaluar su capacidad de reproducción de la evolución histórica de las variables endógenas. Ello permite apreciar la calidad del modelo elaborado. Un segundo uso de las simulaciones ex-post es aplicar el modelo empleando un conjunto alternativo de variables exógenas, lo cual permite cuantificar cual habría sido el efecto sobre las variables endógenas si, por ejemplo, hubiera prevalecido una evolución diferente de las políticas de gasto público, del entorno internacional, etc.

En lo que sigue nos concentraremos en simulaciones que se refieren al comportamiento futuro del modelo, razón por la cual las discutiremos en forma separada. En primer lugar analizaremos el uso de multiplicadores para predecir el impacto de cambios en las

variables exógenas del modelo, el estudio de sus características estructurales y la evaluación de políticas alternativas. En segundo lugar examinaremos otro uso posible del modelo, cual es la simulación de políticas que implican la modificación de alguno de los componentes del modelo. Nuevamente, realizaremos una discusión general en las secciones A y B, procediendo en cada caso a una aplicación específica empleando el modelo implementado anteriormente.

A.- Los multiplicadores y la predicción.

Los multiplicadores son utilizados tanto en la predicción del efecto de un cambio en las variables exógenas como en la evaluación de alternativas de política. En el primer caso el problema consiste en obtener una expresión cuantitativa de las consecuencias de una variación en alguna variable exógena. En el segundo caso, el interés se centra en comparar dos trayectorias posibles para éstas variables y decidir acerca de los méritos de cada una.

Los multiplicadores de un modelo sintetizan el impacto total, directo e indirecto, que una variable exógena tiene sobre el valor de equilibrio de una variable endógena. Ilustraremos el problema con un modelo simplificado. Nuestro modelo es el siguiente:

$$(1) Y(t) = C(t) + G(t) + I(t)$$

$$(2) C(t) = a + b[Y(t) - T(t)]$$

$$(3) I(t) = c + d[Y(t) - Y(t-1)]$$

La primera ecuación establece que el producto es igual a la suma del consumo privado, el gasto público (exógeno) y la inversión. El consumo, posee un componente autónomo , a , y es función del

ingreso disponible, medido como el total de producto menos la tributación (exógena). Finalmente, la ecuación de la inversión incorpora la hipótesis del acelerador. Apreciamos que se trata de un modelo simultáneo y dinámico.

Supongamos que, empleando las técnicas presentadas en las secciones III y IV, hemos obtenido la expresión numérica para el equilibrio del modelo dado los valores de los parámetros y de las variables exógenas $G(t)$ y $T(t)$. Así, tenemos:

$$(1.1) Y_e(t) = C_e(t) + G_0(t) + I_e(t)$$

$$(2.1) C_e(t) = a + b[Y_e(t) - T_0(t)]$$

$$(3.1) I_e(t) = c + d[Y_e(t) - Y(t-1)]$$

donde un subíndice e señala que se trata de valores de equilibrio y un subíndice 0 representa el valor asumido o proyectado para la variable exógena correspondiente.

¿Cual será el nuevo valor de equilibrio del producto si el gasto público se incrementara permanentemente (es decir para todos los períodos) a $G_1(t)$? Nuevamente empleamos el modelo ya construido y obtenemos la nueva solución numérica como:

$$(1.2) Y_{e'}(t) = C_{e'}(t) + G_1(t) + I_{e'}(t)$$

$$(2.2) C_{e'}(t) = a + b[Y_{e'}(t) - T_0(t)]$$

$$(3.2) I_{e'}(t) = c + d[Y_{e'}(t) - Y(t-1)]$$

donde e' señala los nuevos valores de equilibrio. El producto varió desde $Y_e(t)$ a $Y_{e'}(t)$ como consecuencia del cambio en $G(t)$. Llamaremos multiplicador-producto del gasto público a la variación del producto por unidad de cambio de $G(t)$ y se obtiene

numéricamente como:

$$(4) \mu_{Y,G} = [Y_e'(t) - Y_e(t)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

Es decir, por cada unidad de incremento del gasto público, el producto se incrementa en la magnitud $\mu_{Y,G}$. Es posible entonces utilizar el multiplicador para predecir el efecto sobre el producto y las variables asociadas a éste, de distintos niveles de gasto público.

Los efectos sobre las otras variables endógenas pueden también ser sintetizados mediante la definición de un multiplicador-consumo y un multiplicador inversión del gasto público, por ejemplo.

$$(5) \mu_{C,G} = [C_e'(t) - C_e(t)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

$$(6) \mu_{I,G} = [I_e'(t) - I_e(t)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

Los multiplicadores así obtenidos nos permiten evaluar la "potencia" de la política de gasto público para lograr determinados objetivos de producto, consumo e inversión, así como predecir los nuevos niveles de éstas variables luego de un cambio en las variables exógenas. También, tal como anteriormente realizáramos el ejercicio de incrementar sólo el gasto público, podría calcularse el efecto de una variación de la tributación sobre el nivel de producto, consumo e inversión. Luego, comparando las magnitudes de los respectivos multiplicadores podríamos evaluar las bondades de un incremento del gasto público *vis a vis* una rebaja tributaria.

En modelos estáticos el signo de los multiplicadores nos permite un chequeo adicional de la bondad del modelo. *A priori* esperamos que un aumento del gasto público tenga como efecto un incremento del producto de equilibrio, es decir el signo de $\mu_{Y,G}$ debiera ser positivo.

Si, por el contrario, el cálculo de $\mu_{Y,G}$ arroja una magnitud negativa y estamos seguros de que nuestras ecuaciones individuales representan adecuadamente la economía bajo estudio, estaremos ante un caso en el cual la interacción entre las diferentes partes del modelo lleva a resultados globales que difieren de los anticipados por la lógica de cada ecuación considerada individualmente. Ello puede ser motivo para la revisión del modelo si éste no representa adecuadamente la realidad a la cual se aplica o, alternativamente, podría permitir la explicación de fenómenos peculiares a ésta economía.

En modelos dinámicos, por otra parte, el juicio acerca de los signos esperados para los multiplicadores es menos claro, por cuanto su magnitud y signo puede variar según el período al cual se refieran.

Así, un aspecto importante del análisis de multiplicadores se refiere a su carácter temporal. Para una mejor discusión del problema obtengamos la solución analítica de nuestro modelo. Reemplazando (2.1) y (3.1) en (1.1) y resolviendo para el producto de equilibrio obtenemos:

$$(7.1) Y_e(t) = [1/(1-b-d)]*[a-b*T_0(t)+G_0(t)+c-d*Y(t-1)]$$

El nivel de equilibrio del producto que se obtiene en caso de que el gasto público se incrementara permanentemente a $G_1(t)$ sería de :

$$(7.2) Y_e'(t) = [1/(1-b-d)]*[a-b*T_0(t)+G_1(t)+c-d*Y(t-1)]$$

Si restamos la expresión 7.1 de la 7.2 obtenemos:

$$(8) Y_e'(t) - Y_e(t) = [1/(1-b-d)]*[G_1(t) - G_0(t)]$$

Dividiendo este resultado por $[G_1(t) - G_0(t)]$ obtenemos la expresión analítica del multiplicador $\mu_{Y,G}$:

$$(9) \mu_{Y,G} = [Y_e'(t) - Y_e(t)]/[G_1(t) - G_0(t)] = [1/(1-b-d)]$$

el que será positivo si la suma de los parámetros b y d es menor a uno. En esas condiciones el multiplicador será superior a la unidad, reflejando el hecho de que el producto se incrementa directamente por el mayor gasto e e indirectamente por los aumentos inducidos de consumo e inversión.

Ahora bien, además de resaltar la equivalencia entre el cálculo numérico y la obtención analítica de los multiplicadores, el objeto de la discusión precedente es destacar que un cambio en el gasto público en el período t tiene efectos contemporáneos y futuros.

Examinando (7.1) y (7.2) observamos que el producto del período t depende del producto del período anterior, hecho explicado por la adopción de la hipótesis de acelerador en la ecuación (3). De lo anterior se deduce que un cambio en el producto del período t afectará aquel del período $t+1$, el que a su vez influenciará el de $t+2$, etc.. En nuestro caso, ello implica que un cambio en el gasto público del período t se traducirá en cambios en $Y(t)$, en la evolución futura de esta variable y las que sean afectadas por ella. Dichos cambios futuros también se deben a la variación inicial del gasto público. Es por tanto legítimo definir multiplicadores que relacionan el cambio entre dos períodos consecutivos de una variable endógena con el cambio inicial de la variable exógena que los indujo. Así, puesto que el aumento de $G_0(t)$ a $G_1(t)$ inducirá a un cambio entre $Y(t)$ e $Y(t+1)$, podemos definir el siguiente multiplicador:

$$(10) \mu_{Y(t+1),G} = [Y_e'(t+1) - Y_e'(t)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

De modo similar, puesto que $Y(t+2)$ también será afectado por el cambio inicial del gasto público y así sucesivamente, es posible definir una sucesión de multiplicadores como sigue:

$$(11) \mu_{Y(t+2),G} = [Y_e(t+2) - Y_e(t+1)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

$$(12) \mu_{Y(t+3),G} = [Y_e(t+3) - Y_e(t+2)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

$$(13) \mu_{Y(t+4),G} = [Y_e(t+4) - Y_e(t+3)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

hasta

$$(14) \mu_{Y(t+n),G} = [Y_e(t+n) - Y_e(t+n-1)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

Vale decir, los multiplicadores también poseen una dimensión temporal que se corresponde con la naturaleza dinámica del modelo que los genera. El multiplicador que relaciona los cambios contemporáneos entre la variable endógena y aquella exógena que los induce (tal como las expresiones 4 y 9), se denomina frecuentemente multiplicador de impacto, en tanto aquellos que relacionan los cambios futuros en la variable endógena con el cambio inicial de la variable exógena se denominan multiplicadores transitorios.

Con el objeto de ilustrar cómo el análisis de multiplicadores nos permite indagar acerca del comportamiento dinámico del modelo obtengamos la expresión análitica para $\mu_{Y(t+1),G}$ y $\mu_{Y(t+2),G}$.

Aplicando la expresión (7.2) para el período $t+1$ obtenemos:

$$(7.3) Y_e(t+1) = [1/(1-b-d)]*[a-b*T_0(t)+G_1(t)+c-d*Y_e(t)]$$

Luego, sustrayendo (7.2) de (7.3) y dividiendo por el cambio inicial en el gasto público obtenemos el siguiente multiplicador transitorio:

$$(15) \frac{[Y_e(t+1) - Y_e(t)]}{[G_1(t) - G_0(t)]} = \mu_{Y(t+1), G} =$$

$$- [d/(1-b-d)] * [Y_e(t) - Y(t-1)] / [G_1(t) - G_0(t)]$$

y si inicialmente la economía se encontraba en un estado de equilibrio tal que el producto no variaba entre períodos, ($Y(t) = Y(t-1)$), entonces la expresión anterior se reduce a:

$$(15') \mu_{Y(t+1), G} = - [d/(1-b-d)] * \mu_{Y(t), G}$$

Obsérvese que, dado que $G_1(t) > G_0(t)$ y siendo el multiplicador de impacto positivo ello implica que $Y_e(t) > Y(t-1)$ y, puesto que $1 > d > 0$, éste multiplicador transitorio es negativo. Lo anterior significa que, luego de un crecimiento del producto durante el período t debido al aumento del gasto público, éste experimentará una caída durante $t+1$. En resumen, $Y(t+1)$ será menor que $Y(t)$. Apreciamos que, si bien el multiplicador de impacto es positivo, lo que concuerda con lo anticipado *a priori*, algunos multiplicadores transitorios son negativos en éste modelo, algo que no había sido anticipado.

El producto del período $(t+2)$ será:

$$(7.4) Y_e(t+2) = [1/(1-b-d)] * [a - b * T_0(t) + G_1(t) + c - d * Y_e(t+1)]$$

Sustrayendo (7.3) de (7.4) y dividiendo por el cambio inicial en $G(t)$ obtendremos el correspondiente multiplicador transitorio:

$$(16) \frac{[Y_e(t+2) - Y_e(t-1)]}{[G_1(t) - G_0(t)]} = \mu_{Y(t+2), G} =$$

$$- [d/(1-b-d)] * [Y_e(t+1) - Y_e(t)] / [G_1(t) - G_0(t)] =$$

$$- [d/(1-b-d)] * \mu_{Y(t+1), G} = - [d/(1-b-d)]^2 * \mu_{Y(t), G}$$

En la última igualdad utilizamos las expresiones (15) y (15').

Obsérvese que, puesto que $\mu_{Y(t+1),G}$ es negativo, entonces $\mu_{Y(t+2),G}$ es positivo, lo que significa que entre $t+1$ y $t+2$ el producto se incrementará, en contraste con lo que ocurre entre t y $t+1$ en que el producto cae. Esta oscilación del producto se debe al comportamiento dinámico de la inversión, la que como se recordará depende del cambio en el nivel de producto. Esta situación peculiar se explica por lo siguiente. En respuesta al incremento inicial del gasto público la inversión actúa reforzando el impacto de éste sobre el producto en el período t . Posteriormente, al dejar de incrementarse la presión de gasto público en $t+1$, la inversión reacciona retrotrayéndose a sus niveles normales, con el consiguiente impacto negativo sobre el producto, causando una oscilación cíclica del producto.

La naturaleza cíclica que la hipótesis del acelerador le imprime al producto y , por consiguiente, al resto de las variables asociadas a éste, lleva a que sea una de las explicaciones frecuentes para los ciclos económicos.

Si continuamos el cálculo de multiplicadores transitorios, observaremos que, basándonos en los resultados (15') y (16), éstos siguen la siguiente fórmula:

$$(17) \mu_{Y(t+n),G} = -[d/(1-b-d)]^n \mu_{Y(t),G}$$

Dado el signo negativo que antecede la expresión (17), se desprende que los multiplicadores transitorios exhibirán un patrón que alterna signos negativos y positivos. Vale decir, a consecuencia del incremento del gasto público, el producto experimentará un movimiento oscilatorio, con períodos de crecimiento seguidos por períodos de recesión. Este fenómeno, que hemos presentado analíticamente, se expresará de igual forma en el cálculo numérico de multiplicadores empleando el método descrito anteriormente

(véase las expresiones (10), (11), (12), (13) y (14)). De su observación podemos entonces concluir acerca de las características estructurales del modelo construido, la reacción de las diferentes variables ante cambios en las condiciones de política, externas, etc., posibilitando evaluar ex-ante las consecuencias de éstos cambios y de las medidas correctivas necesarias.

Puesto que el cambio en una variable exógena es susceptible de provocar efectos a través de varios períodos de tiempo, resulta también apropiado calcular el efecto acumulado derivado del cambio inicial. El efecto acumulado consiste en la sumatoria de los efectos transitorios y lo denominaremos multiplicadores acumulados, definidos del siguiente modo:

$$(18) \lambda_{Y(t+n),G} = \mu_{Y(t),G} + \mu_{Y(t+1),G} + \mu_{Y(t+2),G} + \dots + \mu_{Y(t+n),G}$$

$$= \sum \mu_{Y(t+i),G}, \quad i = 0 \dots n$$

lo que numéricamente corresponde a la siguiente expresión:

$$(19) \lambda_{Y(t+n),G} = [Y_e(t+n) - Y(t)]/[G_1(t) - G_0(t)]$$

Es decir, el multiplicador acumulado hasta un período $t+n$ compara el incremento de la variable endógena entre el período $t+n$ y el nivel inicial de la variable con el aumento inicial de la variable exógena.

También es posible definir multiplicadores de largo plazo, los que intentan cuantificar el impacto total en el tiempo del cambio en la variable exógena. Ahora bien, sólo es factible evaluar el efecto total de largo plazo si en algún momento la economía alcanza un nuevo estado de "reposo" en un nuevo equilibrio. Vale decir, no cabe definir un aumento total de largo plazo en la variable endógena a menos que ésta deje de variar en algún momento. Por el contrario, si la variable endógena bajo estudio experimenta inicialmente un período

de crecimiento (o decrecimiento) para luego estabilizarse en un nuevo equilibrio, es posible definir un aumento total de largo plazo. Esta distinción nos permite retornar a la discusión de la estabilidad de los modelos desde otro punto de vista.

En nuestra discusión anterior, la estabilidad de un modelo fue examinada desde un punto de vista estático, es decir, considerando la posibilidad de que el modelo generara dentro de un período una solución para el conjunto de las variables endógenas que fuera consistente con las condiciones exógenas a éste. Discutimos entonces un problema de estabilidad estática. En el caso presente estamos preocupados de la estabilidad dinámica de los modelos. Es perfectamente posible que un modelo sea estáticamente estable pero dinámicamente inestable. A modo de ejemplo, considérese el siguiente modelo abstracto:

$$(20) \quad x(t) = a + b \cdot x(t-1)$$

Para cada valor de la variable rezagada existirá una expresión numérica definida para $x(t)$. Ahora bien, si el parámetro b es superior a la unidad, entonces la variable dependiente experimentará un crecimiento permanente sin lograr un nivel de reposo final. Del mismo modo, si dicho parámetro es inferior a menos uno se apreciará una evolución de $x(t)$ en el tiempo que exhibirá alternativamente valores positivos y negativos y de magnitud absoluta creciente. Bajo ambas condiciones es imposible calcular el efecto final de un cambio exógeno en el parámetro a . El modelo será dinámicamente inestable por cuanto la variable no converge a un nuevo equilibrio final, aun cuando es estáticamente estable (es decir para cada período existe una solución definida hacia la cual converge al modelo).

Ahora bien, no cabe emitir un juicio acerca de la inestabilidad dinámica sin considerar la naturaleza del fenómeno que está siendo modelizado. Por ejemplo, los fenómenos inflacionarios suelen ser

dinámicamente inestables, presentando un alto grado de retroalimentación y evolución explosiva. Es por tanto posible que modelos de inflación exhiban la características de ser dinámicamente inestables y sean una buena representación del problema. Por el contrario, el consumo agregado, si bien exhibe generalmente un alto grado de autocorrelación, no suele presentar un crecimiento explosivo u oscilaciones violentas de amplitud creciente. Un modelo dinámicamente inestable tal vez no sea una buena representación del comportamiento del consumo agregado.

Por otra parte, cuando una variable exhibe un comportamiento dinámicamente inestable, frecuentemente ello tiene consecuencias sobre otras variables del modelo que hacen que tal evolución no sea realista en el mediano o largo plazo. Ello no significa que debamos modificar el modelo o que éste carezca de sentido. Por el contrario, una situación de éste tipo nos permite identificar la necesidad futura de modificar alguno de los componentes de la política macroeconómica de modo tal de asegurar la estabilidad del sistema. A modo de ejemplo, eventualmente podría construirse un modelo tal que las importaciones exhiban un comportamiento explosivo. Dicha situación no podría ser sostenida en el largo plazo, por cuanto las reservas se agotarían y la autoridad se vería obligada a alterar alguna variable de política económica de modo tal de corregir el desequilibrio. La ecuación que representa el comportamiento de las importaciones podría reflejar adecuadamente la realidad del país bajo estudio, pero las consecuencias que se derivan para el resto de la economía implican la necesidad de controlar su comportamiento explosivo a través de medidas de política económica. El problema no reside en el modelo, sino que éste representa adecuadamente una realidad que, por razones históricas, políticas o de otra índole, es intrínsecamente inestable.

En resumen, si bien cuando los modelos son dinámicamente inestables no es posible obtener los multiplicadores de largo plazo (al menos del modo como han sido definidos aquí), ello no obsta para que de su análisis no podamos obtener un mejor conocimiento de las

características estructurales de la economía bajo estudio y anticipar el tipo de políticas necesarias para mantener los equilibrios básicos.

La discusión anterior ha destacado las posibles consecuencias de política económica que se derivan de la presencia de inestabilidad dinámica. En un enfoque diferente, el análisis de los multiplicadores de largo plazo nos permite indagar respecto de la configuración paramétrica necesaria para que un modelo sea estable. Obsérvese que el requisito implícito en éste enfoque es que el modelo debe ser dinámicamente estable, lo que no necesariamente se corresponde con todos los fenómenos económicos. Sin embargo éste punto de vista nos permite indagar acerca de los comportamientos que originan la inestabilidad.

Nuevamente a modo de ejemplo, para que el multiplicador de largo plazo de nuestro modelo (1), (2) y (3) pueda existir es necesario que el producto, en un período $t+n$ se estabilice en un cierto valor. Ello a su vez significa que el multiplicador acumulado (18) dejará de modificarse en dicho período. En consecuencia, si logramos derivar las condiciones bajo las cuales el multiplicador acumulado converge hacia cierto valor, habremos determinado las condiciones paramétricas bajo las cuales el modelo es dinámicamente estable.

Empleando (17) podemos expresar (18) del modo siguiente:

$$(21) \lambda_{Y(t+i),G} = \sum [-d/(1-b-d)]^i \mu_{Y(t),G} = \mu_{Y(t),G} * \sum [-d/(1-b-d)]^i$$

y puesto que el multiplicador de impacto $\mu_{Y(t),G}$ tiene un valor finito determinado, (21) será finito toda vez que la sumatoria del lado derecho de (21) converja a un valor determinado. Del álgebra sabemos que la suma $x + x^2 + x^3 + \dots + x^n$ convergerá a un valor si y sólo si se cumple que $-1 < x < 1$. En nuestro caso ello significa que la razón $[-d/(1-b-d)]$ debe ser inferior a uno en valor absoluto. A su vez, lo anterior implica que en valor absoluto se debe cumplir que d

$< 1-b-d$, para que el modelo sea dinámicamente estable. En términos económicos, la propensión marginal a invertir d debe ser menor que la propensión marginal a ahorrar, $1-b-d$.

Esta condición paramétrica de estabilidad dinámica es la que con más frecuencia se presenta en los modelos macroeconómicos. La explicación es la siguiente. Si en la vecindad del equilibrio la propensión marginal a invertir es mayor que la propensión marginal a ahorrar, entonces un pequeño aumento del ingreso provocará un mayor aumento de la inversión que del ahorro, de modo tal que existirá un exceso de demanda agregada. Este exceso de demanda agregada presionará hacia arriba el ingreso, provocando un nuevo aumento de la inversión por sobre el ahorro y un nuevo exceso de demanda, etc. . Por el contrario, si la propensión marginal al ahorro es mayor que la correspondiente propensión a invertir, entonces un aumento del ingreso provocará un aumento de la inversión menor al aumento del ahorro provocándose un exceso de oferta incipiente que contrae la demanda agregada y el ingreso. Ante la caída del ingreso el ahorro cae más que la inversión, dada la magnitud relativa de las propensiones, conduciendo a un exceso de demanda incipiente, lo que expande más el ahorro que la inversión, etc. . En cada "iteración" del sistema los excesos de oferta y demanda son decrecientes, de modo tal que se logra una posición final de equilibrio estable.

En resumen, el estudio de los multiplicadores de largo plazo nos permite identificar la presencia de inestabilidad dinámica y, en los casos en que su obtención analítica es posible, posibilita determinar las fuentes de ésta y obtener las condiciones bajo las cuales el sistema es dinámicamente estable.

En términos prácticos, la inestabilidad dinámica se traduce en multiplicadores acumulados que crecen permanentemente. De su observación y comparación con las otras variables endógenas del modelo y del examen del grado en el cual éstas variables están influenciadas por sus valores rezagados, podemos obtener una

apreciación acerca de las fuentes de la inestabilidad.

Como se mencionara más arriba, no toda inestabilidad dinámica es indicativa de problemas modelísticos. Por el contrario ella puede ser el fiel reflejo de la realidad del fenómeno bajo estudio, además de resaltar la posible necesidad de medidas correctivas que retornen la economía a una senda de equilibrio, si se juzga que la inestabilidad del sistema no es viable o deseable.

A continuación se realiza una ilustración práctica de los conceptos discutidos hasta aquí

B.- Predicción y cálculo de multiplicadores usando LOTUS 123.

Volvamos a nuestra hoja de trabajo, es decir cárguesela en memoria oprimiendo </File Retrieve> y selecciónese el archivo que hemos llamado MACROMOD. Puesto que haremos varias modificaciones crearemos una hoja de trabajo idéntica pero bajo un nombre diferente. Oprimase </File Save> y en lugar de aceptar el nombre ofrecido por el programa llámesele MULTIPLI y luego oprímase <RETORNO>. Con ello nuestra hoja de trabajo original quedará intacta puesto que todos los nuevos cambios se registrarán en este nuevo archivo.

Adicionalmente, para distinguir esta hoja de trabajo, cambiaremos el título de la celdilla D1 por el de Predicción y cálculo de multiplicadores.

En ésta parte del trabajo realizaremos una predicción del producto bajo el supuesto de una cierta evolución del gasto público y luego calcularemos los multiplicadores correspondientes.

1.- Calibración del modelo.

Como paso previo a la predicción frecuentemente se procede a ajustar o calibrar el modelo, de modo tal que éste reproduzca fielmente el año base respecto del cual calcularemos las variaciones de producto, consumo, etc.

La necesidad de calibrar el modelo nace de varias consideraciones. En primer lugar, debemos tener en cuenta que todo modelo es sólo una aproximación de la realidad, razón por la cual éste no reproducirá exactamente la evolución de todas las variables endógenas en forma perfecta. A ello se une el requerimiento frecuente de que el punto inicial se acerque lo más posible a las estadísticas oficiales disponibles para favorecer la comparación de los resultados

En segundo lugar, los métodos de estimación empleados generalmente se orientan a estimar las ecuaciones de comportamiento en su forma estructural en lugar de las formas reducidas, razón por la cual los parámetros estructurales estimados no permiten reproducir fielmente los parámetros de la forma reducida. Lo anterior se traduce en que los multiplicadores obtenidos a partir de las formas estructurales no reproducen con exactitud los que se obtendrían de las formas reducidas. Recuérdese que los multiplicadores corresponden al efecto de una variable exógena sobre el valor de equilibrio de una variable endógena y son por tanto los coeficientes de las variables exógenas en las formas reducidas.

En tercer lugar, las cifras oficiales respecto de los períodos más recientes frecuentemente presentan problemas de medición, las que son corregidos a medida que la información necesaria para su recálculo es recibida. En otras ocasiones, la información que cubre el año base suele ser incompleta. Se superpone a lo anterior el hecho de que, por la naturaleza de los modelos macroeconómicos, algunas variables importantes son obtenidas como residuo, como parte de las identidades contables del sistema de cuentas nacionales. Por lo tanto, dichas variables se verán influenciadas por los errores de medición y éstas a su vez pueden propagarlos al resto del modelo.

En resumen, el conjunto de factores presentado conduce a tener que realizar modificaciones en algunas ecuaciones, de modo de asegurar que el punto de partida se sitúe lo más cercanamente posible de lo reportado por las cifras oficiales disponibles.

A continuación ilustraremos una forma de efectuar la calibración del modelo. Supóngase que el período 1 ha sido escogido como base de nuestras proyecciones y que se dispone de la siguiente información oficial, la que típicamente se refiere a la cuenta del gasto y algunas variables exógenas.

Información oficial disponible para el período 1

1.- Gasto del Producto Geográfico Bruto

Consumo Total	C	1037.0
Consumo Privado	Cp	937.0
Consumo Publico		100.0
Inversion Bruta		193.0
Exportaciones		170.0
Importaciones	M	212.0
Variacion de existencias		0.0
Producto Geografico Bruto	Y	1188.0

2.- Variables del marco externo

Exportaciones	X	170.0
Utilidades, int. extranjeros	Ux	50.0

3.- Variables de Política Interna

Consumo Publico	Cg	100.0
Inversion Publica	Ig	70.0
Utilidades epmr. estatales	Ug	-50.0
Variacion de existencias	Ue	0.0
Subsidios	S	50.0
Tasa de salario real	wr	0.20

Puesto que disponemos información para alimentar las variables exógenas del modelo, ingresaremos sus valores en el correspondiente cuadro de nuestra hoja de trabajo.

Oprimiendo sucesivas veces F9 hasta que el modelo encuentre la nueva solución de equilibrio (para ello verifíquese que el ahorro total y la formación bruta de capital son idénticas) logramos el siguiente resultado.

Resultados de simulación del modelo original con la nueva información de variables exógenas.

Consumo Total	C	929.3
Consumo Privado	Cp	829.3
Consumo Publico		100.0
Inversion Bruta		172.4
Exportaciones		170.0
Importaciones	M	214.3
Variacion de existencias		0.0
Producto Geografico Bruto	Y	1057.4

Como se aprecia en este ejemplo, el modelo original, alimentado con la información disponible respecto de las variables exógenas predice un nivel de producto inferior al efectivamente observado. Como éste será el período base, realizaremos una calibración de modo tal que nuestra predicción del período inicial se acerque lo más posible a las cifras efectivas.

El procedimiento de calibración consiste en obtener la discrepancia entre los valores efectivos y los simulados por el modelo, para luego modificar los términos constantes de algunas ecuaciones de modo tal de reducir el error. Surgen naturalmente dos preguntas: ¿Cual ecuación debemos modificar en primer lugar?, y ¿En cuanto debemos modificar el término constante? No existen reglas claras al respecto, por lo cual lo que sigue son algunas recomendaciones de carácter empírico.

Si se dispusiera de información fidedigna y coherente para todas las variables exógenas y endógenas del modelo y adicionalmente todas las ecuaciones fueran lineales, el problema de determinar los términos constantes que satisfacen los valores de las variables endógenas del modelo sería trivial. Por ejemplo, si el valor efectivo

de una variable fuera z^* y la ecuación estimada fuera de la forma $z = a + bx$, entonces si conociéramos el valor efectivo de la variable x , que denotamos por x^* , entonces el nuevo valor de la constante se obtendría como $a = z^* - bx^*$. Desde luego que si el modelo es simultáneo deberemos obtener la solución para todas las constantes del modelo en forma conjunta.

El problema es más complejo cuando las relaciones entre las variables son no lineales (logarítmicas, exponenciales o racionales) y cuando no poseemos información perfecta y coherente para todas las variables involucradas. En dichos casos, que son los más frecuentes, se procede del siguiente modo.

Supondremos que los errores de predicción no se concentran en una ecuación o en un bloque de ecuaciones específico, sino que éstos se distribuyen más o menos aleatoriamente entre las ecuaciones. Si no fuera así, es decir si los errores se concentraran en una sola ecuación o en un grupo de ecuaciones que representan fenómenos cercanamente relacionados (como puede ser un conjunto de ecuaciones de precios o de comercio exterior), entonces la elección obvia es corregir dichas ecuaciones en primer lugar.

Si no existe un patrón definido de los errores entonces se sugieren las siguientes estrategias.

Estrategia A.

Ajustar en primer lugar aquéllas ecuaciones que representan la parte más importante del gasto. Típicamente éstas son el consumo, las ecuaciones de comercio exterior y la inversión, siguiendo luego con las ecuaciones de precios y salarios cuando el modelo las incluya, etc.

Estrategia B.

La segunda estrategia presupone un conocimiento más íntimo de la

estructura matemática del modelo. En éste caso se procede en primer lugar a dividir el modelo en bloques recursivos, es decir examinar si existen bloques de ecuaciones que no son alimentadas por el resto del modelo y que sí alimentan las restantes ecuaciones. Frecuentemente este es el caso de las ecuaciones de precios y de exportaciones, las que incluyen un gran número de variables exógenas y/o dependen de sus propios valores rezagados. Una vez determinado dicho orden de precedencia, se procede a corregir en primer lugar éstas ecuaciones y luego se continúa con el resto.

Estrategia C.

Otra posibilidad es iniciar las correcciones con aquéllas ecuaciones cuya desviación porcentual con respecto a lo efectivo es mayor.

En la mayoría de los casos la calibración procede mezclando estos enfoques, sin olvidar que los cambios en una ecuación provocarán efectos en otras variables. Al mismo tiempo, generalmente se procede aprovechando la estructura del modelo, es decir si una determinada variable no está perfectamente ajustada, ello puede deberse a que es alimentada por otras que aun no han sido corregidas. Convendrá en dicho caso aprovechar estas interrelaciones. En el ejemplo que sigue veremos un caso de ello.

En el caso presente, observamos que sólo poseemos información respecto de las variables exógenas y algunas endógenas. La tabla siguiente presenta los valores predichos por el modelo cuando lo alimentamos con las cifras oficiales respecto de las variables exógenas y los valores efectivos de las variables endógenas.

Comparación entre la predicción no calibrada y las cifras oficiales.

		Predicción	Observado	Diferencia	%
Consumo Total	C	929.3	1037.0	-107.7	-10.4
Consumo Privado	Cp	829.3	937.0	-107.7	-11.5
Consumo Público		100.0	100.0	0.0	0.0
Inversión Bruta		172.4	193.0	-20.6	-10.7
Inversión Privada		102.4	123.0	-20.6	-16.8
Inversión Pública		70.0	70.0	0.0	0.0
Exportaciones		170.0	170.0	0.0	0.0
Importaciones	M	214.3	212.0	2.3	1.1
Variación de existencias		0.0	0.0	0.0	0.0
Producto Geográfico Bruto	Y	1057.4	1188.0	-130.6	-11.0

Obsérvese en el cuadro anterior que, aunque no conocíamos la cifra de inversión privada, pero daado que la cifra de inversión total y aquélla parte pública eran conocidas, hemos podido deducir el monto de la inversión privada. Este es un ejemplo simple de como es posible utilizar las identidades de cuentas nacionales para obtener valores coherentes para las variables.

Las diferencias entre lo predicho y lo efectivo nos señalan el sentido en el cual es necesario modificar las constantes. Así, la subestimación del consumo privado en nuestra predicción inicial nos indica que deberemos incrementar el valor del parámetro constante. Una situación similar se aprecia para la inversión privada y lo opuesto para las importaciones.

Ahora bien, puesto que el modelo es simultáneo, la modificación del parámetro constante de la función de consumo privado modificará el nivel de producto y con ello se verá afectada la inversión privada, puesto que ésta depende del cambio del producto. En razón de ello

realizaremos la corrección por aproximaciones sucesivas. Incrementaremos el término constante del consumo privado en un 25% de la diferencia original.

Con el cursor posicionado en la celdilla C7 oprimimos F2 para editar la fórmula correspondiente. Reemplazamos el valor 125 por el equivalente de $125 + 0.25 \cdot 107.7$, es decir 149.77, y oprimimos <RETORNO>. Del mismo modo, con el cursor posicionado en la celdilla C40 oprimimos F2 y reemplazamos el término constante de la inversión privada en todas las ocurrencias dentro de la fórmula por el equivalente de $28 + 0.25 \cdot 20.6$, es decir 33.15 y oprimimos <RETORNO>. Puesto que las importaciones predichas no se alejan significativamente del valor efectivo, las modificaremos una vez que calculemos el impacto de nuestros dos cambios iniciales.

Procedemos a recalcular la hoja de trabajo oprimiendo sucesivas veces F9, al cabo de lo cual obtenemos el resultado que se presenta en la siguiente tabla.

Comparación de la predicción y lo observado.

(primera calibración)

		Predicción	Observado	Diferencia	%
Consumo Total	C	986.3	1037.0	-48.5	-4.7
Consumo Privado	Cp	888.5	937.0	-48.5	-5.2
Consumo Público		100.0	100.0	0.0	0.0
Inversión Bruta		181.1	193.0	-11.9	-6.2
Inversión Privada		111.1	123.0	-11.9	-9.7
Inversión Pública		70.0	70.0	0.0	0.0
Exportaciones		170.0	170.0	0.0	0.0
Importaciones	M	227.9	212.0	15.9	7.5
Variación de existencias		0.0	0.0	0.0	0.0
Producto Geográfico Bruto	Y	1111.7	1188.0	-76.3	-6.4

Examinando las discrepancias podemos concluir que en términos porcentuales la ecuación de la inversión privada presenta los mayores problemas, por cuanto si bien los nuevos resultados están más cerca de lo efectivo, la corrección en ésta ecuación no parece haber sido suficiente. Por éste motivo, antes de corregir las ecuaciones siguientes realizaremos una nueva corrección del término constante de la inversión privada en función de la nueva discrepancia que hemos obtenido y del coeficiente corregido en la iteración anterior.

Con el cursor posicionado en la celdilla C40 procedemos a obtener el nuevo término constante como $33.15 + 0.25 \cdot 11.9$ e ingresamos este resultado, 36.125, en dicha fórmula oprimiendo F2 y editándola, finalizando la corrección con <RETORNO>. Una vez realizado lo anterior, procedemos al recálculo del modelo oprimiendo F9 sucesivas veces. La tabla siguiente presenta los nuevos resultados y las desviaciones entre lo predicho y lo efectivo.

Comparación de la predicción y lo observado
(segunda calibración)

		Predicción	Observado	Diferencia	%
Consumo Total	C	991.9	1037.0	-45.1	-4.4
Consumo Privado	Cp	891.9	937.0	-45.1	-4.8
Consumo Público		100.0	100.0	0.0	0.0
Inversion Bruta		184.5	193.0	-8.5	-4.4
Inversión Privada		114.5	123.0	-8.5	-6.9
Inversión pública		70.0	70.0	0.0	0.0
Exportaciones		170.0	170.0	0.0	0.0
Importaciones	M	229.3	212.0	17.3	8.2
Variación de existencias		0.0	0.0	0.0	0.0
Producto Geográfico Bruto	Y	1117.1	1188.0	-70.9	-6.0

Observamos que la discrepancia entre lo predicho y lo observado se ha reducido, con la excepción del caso de las importaciones donde se aprecia un aumento del error de predicción. Debemos, por lo tanto, reducir la constante de esta ecuación, reduciendo así el total de importaciones. Ello a su vez conducirá a un nivel de producto de equilibrio que será mayor, incrementando el consumo y la inversión en forma inducida, de modo que el ajuste del modelo debiera mejorar. Como mencionáramos anteriormente, estamos en éste caso aprovechando las interrelaciones del modelo para lograr una mejor calibración.

Con el cursor situado en la celdilla C11 editamos la fórmula correspondiente a las importaciones de modo que el nuevo término constante es el equivalente de $-50 - 0.25 \cdot 17.3$, es decir -54.325 y procedemos al recálculo de la hoja de trabajo. Al cabo del recálculo nuevamente apreciaremos que las importaciones continúan exhibiendo la mayor desviación, en tanto las restantes variables experimentaron un mejor ajuste. Procede por tanto a realizar un nuevo ajuste de la ecuación de importaciones.

El objetivo de calibrar el modelo no es reproducir exactamente lo observado en el período base, sino que ajustar las ecuaciones de modo tal que los valores resultantes se sitúen dentro de un rango razonablemente próximo a lo efectivo. Por ejemplo, una vez que las predicciones se desvíen en sólo un 2% podría considerarse el modelo como razonablemente ajustado. Para los efectos de nuestra exposición supondremos que hemos llegado a determinar a través de sucesivas aproximaciones del tipo efectuadas más arriba que los nuevos términos independientes para las ecuaciones de consumo, inversión privada e importaciones son 150, 40 y -80 respectivamente. Por ello, con el objeto de continuar el ejercicio de cálculo de multiplicadores, reemplázese éstos valores en las celdillas correspondientes y procédase a recalcular el modelo.

Como paso final en la calibración del modelo, debemos hacer extensivos los cambios en los parámetros a los restantes períodos del modelo. Para ello procédase del mismo modo empleado para expandir el modelo desde uno a varios períodos que se explicara al final de la IV B, o bien cópiense en las columnas adyacentes las ecuaciones que fueran modificadas .

2.- Cálculo de multiplicadores.

Como resultado de nuestro trabajo anterior el modelo reproduce cercanamente el año base. Procederemos entonces a calcular los multiplicadores que se corresponden con diferentes ejercicios de simulación.

El ejercicio consistirá en el cálculo del multiplicador del gasto público. Para ello simularemos un aumento del consumo de gobierno a 110 en el período 2, nivel que mantendremos para los períodos restantes. En la celdilla C65 ingresaremos entonces el valor 110 y procedemos luego a copiarlo en las columnas siguientes. Al mismo tiempo y con el objeto de cuantificar solamente el impacto del cambio en el gasto público, reproducíase los valores que en el período 1 tienen las demás variables de política y del entorno externo en todos los períodos siguientes. Nótese que no corresponde mantener al nivel del período 1 la variable Población Económicamente Activa por cuanto ella depende de proyecciones demográficas que suponemos independientes del entorno económico, al menos para el plazo de vigencia de nuestro modelo.

Una vez realizados los cambios anteriores oprímase sucesivas veces F9 hasta que todos los períodos del modelo converjan, es decir hasta que se verifique la igualdad ahorro-inversión en todos ellos. En la práctica lo que estamos haciendo es una predicción de las variables endógenas bajo el supuesto que todas las variables de política, con excepción del consumo público, y todas las variables del entorno

externo se mantienen constantes. El resultado de ésta predicción o simulación es el siguiente:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5	Periodo						
6	Consumo Total	C	1031.3	1051.6	1050.5	1049.5	1048.6
7	Consumo Privado	Cp	931.3	941.6	940.5	939.5	938.6
8	Consumo Publico		100.0	110.0	110.0	110.0	110.0
9	Inversion Bruta		192.4	192.5	191.4	190.5	189.5
10	Exportaciones		170.0	170.0	170.0	170.0	170.0
11	Importaciones	M	214.7	218.8	218.4	218.0	217.6
12	Variacion de existencias		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13							
14	Producto Geografico Bruto	Y	1178.9	1195.2	1193.6	1192.0	1190.5
15							

	A	B	C	D	E	F	G
16		Cuadro II					
17		Distribucion del Ingreso					
18	Periodo		1	2	3	4	5
19	Sueldos y Salarios	N	471.6	478.1	477.4	476.8	476.2
20	Excedente de Explotacion	U	509.8	516.1	515.5	514.9	514.3
21	Utilidades, rentas, PrivadosUn		509.8	516.1	515.5	514.9	514.3
22	Utilidades epmr. estatales		-50.0	-50.0	-50.0	-50.0	-50.0
23	Utilidades, int. extranjeros		50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
24	Depreciacion		70.7	71.7	71.6	71.5	71.4
25	Tributacion Indirecta	T	176.8	179.3	179.0	178.8	178.6
26	Subsidios		50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
27							
28	Producto Geografico Bruto		1178.9	1195.2	1193.6	1192.0	1190.5
29	(suma de ingresos)						

	A	B	C	D	E	F	G
31		Cuadro III					
32		Ahorro e Inversion					
33	Periodo		1	2	3	4	5
34	Ahorro Total	A	192.4	192.5	191.4	190.5	189.5
35	Ahorro Privado	Ap	50.1	52.7	52.4	52.1	51.9
36	Ahorro Publico	Ag	-23.2	-30.7	-31.0	-31.2	-31.4
37	Ahorro Externo	Ax	94.7	98.8	98.4	98.0	97.6
38	Depreciacion	Ck	70.7	71.7	71.6	71.5	71.4
39	Inversion Bruta	Ib	192.4	192.5	191.4	190.5	189.5
40	Inversion Privada	Ip	122.4	122.5	121.4	120.5	119.5
41	Inversion Publica		70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
42	Variacion de Existencias		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	Inversion Neta	In	121.7	120.7	119.8	118.9	118.1
44	Formacion Bruta de Capital	Fb	192.4	192.5	191.4	190.5	189.5

	A	B	C	D	E	F	G	
46		Cuadro IV						
47		Empleo y Desempleo						
48	Periodo	1	2	3	4	5		
49	Pobl. Económicamente Activa	2575.0	2652.0	2732.0	2814.0	2898.0		
50	Empleo Total	L 2357.8	2390.5	2387.1	2384.0	2381.0		
51	Tasa de desempleo	ul 8.43%	9.86%	12.62%	15.28%	17.84%		
52								
53		Cuadro U						
54	Periodo	1	2	3	4	5		
55	Stock de Capital	Kt 3753.0	3874.7	3995.4	4115.2	4234.1		
56	Producto de Capacidad	Qt 1125.9	1162.4	1198.6	1234.6	1270.2		
58		Cuadro VI						
59		Variables Exógenas						
60	Periodo	1	2	3	4	5		
61	A.- Variables del marco externo							
62	Exportaciones	X	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0	
63	Utilidades, int. extranjeros	Ux	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
64	B.- Variables de Política Interna							
65	Consumo Público	Cg	100.0	110.0	110.0	110.0	110.0	
66	Inversión Pública	Ig	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	
67	Utilidades empr. estatales	Ug	-50.0	-50.0	-50.0	-50.0	-50.0	
68	Variación de existencias	Ve	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
69	Subsidios	S	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	
70	Tasa de salario real	wr	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
71	C.- Variables de capacidad							
72	Pobl. Económicamente Activa	N	2575.0	2652.0	2732.0	2814.0	2898.0	

Algunos aspectos de esta simulación-predicción merecen comentarios. En primer lugar, el producto inicialmente se expande en una magnitud superior al incremento del consumo público, fenómeno que corresponde al efecto multiplicador. En segundo lugar apreciamos que luego del aumento inicial en el producto éste experimenta una leve

reducción en los períodos que siguen. Ello se explica por el incremento en los ingresos de los no asalariados, Un, los que luego decrecen. Al mismo tiempo, el grado de uso de la capacidad, que inicialmente era alto, se reduce paulatinamente contrayendo la inversión privada. El consumo privado exhibe igual comportamiento al igual que las importaciones. Apreciamos también que el incremento del consumo público y el efecto ingreso que trae aparejado no son suficientes para mantener una tasa de desempleo estable, la que, dado el crecimiento proyectado de la población económicamente activa, experimenta un crecimiento sostenido. En términos del ahorro observamos que el ahorro público (déficit si es negativo) no se deteriora en la misma magnitud del incremento del gasto, hecho explicado por el incremento inducido de la tributación indirecta. El ahorro privado se incrementa en conjunto con el aumento del ingreso. Por su parte el ahorro externo (déficit en la cuenta corriente) se expande como reflejo del incremento de las importaciones. La tendencia decreciente, luego del aumento inicial, en la inversión señalan que ésta economía requiere de un impulso constante para mantener el crecimiento y los niveles de desempleo.

Procedamos a continuación a obtener los multiplicadores del gasto de consumo público. Para ello seleccionaremos algunos indicadores de actividad y los incluiremos en un cuadro especial. Ingrése el siguiente cuadro.

	A	B	C	D	E	F	G
80		Cuadro VII					
81		Calculo de multiplicadores					
82		del Consumo Publico					
83	Periodo			2	3	4	5
84	Consumo Privado						
85	Inversión Privada						
86	Importaciones						
87	Producto Geografico Bruto						
88							
89	Tributacion Indirecta						
90	Utilidades,rentas,Privados						
91	Sueldos y Salarios						
92							
93	Ahorro Total						
94	Ahorro Privado						
95	Ahorro Publico						
96	Ahorro Externo						
97	Depreciacion						
98							
99	Empleo						
100	Tasa de desempleo						

Procedamos entonces a ingresar las fórmulas de los multiplicadores correspondientes. El efecto sobre el consumo privado por unidad de incremento del gasto en consumo público se obtiene como $[Cp(t+1)-Cp(t)]/[Cg(t+1)-Cg(t)]$. Recuérdese que compararemos todos los cambios en las variables endógenas, tanto contemporáneos como futuros, con el cambio inicial en la variable exógena que los originó. Es decir, el multiplicador del segundo período para el caso del consumo privado lo obtendremos como $[Cp(t+2)-Cp(t+1)]/[Cg(t+1)-Cg(t)]$. Luego, con el cursor posicionado en la celdilla D84 ingresamos la siguiente fórmula: $(D7-C7)/($D$8-$C$8)$. Varios aspectos de esta fórmula merecen explicación. En primer lugar nótese que en lugar

de utilizar los códigos de variables, como lo hicieramos en la primera parte, empleamos directamente la referencia columna/fila de cada celdilla. Ello se explica por cuanto los códigos que especificaríamos para las variables son sólo válidos para el primer período, por lo cual para los períodos siguientes debemos volver a la forma tradicional en que LOTUS 123 acepta el ingreso de fórmulas. La primera parte de la fórmula representa entonces el cambio del consumo privado entre el período 1 y 2, en tanto la segunda representa el incremento del gasto en consumo público. En este segundo caso la referencia columna/fila de las variables se presenta levemente distinta a las anteriores, con signos \$ que preceden a la columna y fila. Con ello señalamos al programa que nos queremos referir específicamente al cambio en la variable Cg entre el período 1 y 2, de modo tal que al efectuar la operación de copiado a las columnas adyacentes esta referencia columna/fila no debe modificarse, como es el modo de operación normal del programa. En el léxico de 123, al anteceder una dirección columna/fila con signos \$, estamos ingresando una referencia absoluta a una celdilla. Para lograr éste efecto, ya sea escribase específicamente la fórmula tal como se presentara mas arriba o alternativamente oprímase F4 por una vez inmediatamente luego de ingresar la dirección D8, repitiendo la operación luego de ingresar C8.

Del mismo modo anterior ingresamos en la celdilla D85 la fórmula correspondiente al efecto sobre la inversión privada $(D40-E40)/(\$D\$8-\$C\$8)$, y así para las restantes variables. Finalmente, una vez que todas las fórmulas para el período 2 han sido ingresadas, procedemos a copiarlas en las columnas adyacentes usando los procedimientos que ya hemos señalado en otras partes.

Oprimiendo F9, el resultado que obtenemos es el siguiente.

	A	B	C	D	E	F	G
81		Calculo de multiplicadores					
82		del Consumo Publico					
83	Periodo			2	3	4	5
84	Consumo Privado			1.03328	-0.1067	-0.0994	-0.0928
85	Inversión Privada			0.00716	-0.1040	-0.0969	-0.0905
86	Importaciones			0.40808	-0.0421	-0.0392	-0.0366
87	Producto Geografico Bruto			1.63235	-0.1685	-0.1570	-0.1467
88							
89	Tributacion Indirecta			0.24485	-0.0252	-0.0235	-0.0220
90	Utilidades,rentas,Privados			0.63661	-0.0657	-0.0612	-0.0572
91	Sueldos y Salarios			0.65294	-0.0674	-0.0628	-0.0587
92							
93	Ahorro Total			0.00716	-0.1040	-0.0969	-0.0905
94	Ahorro Privado			0.25627	-0.0264	-0.0246	-0.0230
95	Ahorro Publico			-0.7551	-0.0252	-0.0235	-0.0220
96	Ahorro Externo			0.40808	-0.0421	-0.0392	-0.0366
97	Depreciación			0.09794	-0.0101	-0.0094	-0.0088
98							
99	Empleo			3.26470	-0.3371	-0.3141	-0.2935
100	Tasa de desempleo			0.14%	0.28%	0.27%	0.26%

Este cuadro nos permite examinar el impacto sobre las diferentes variables endógenas de un incremento unitario del gasto en consumo público. Así, observando el efecto sobre el consumo privado podemos predecir que por cada peso de aumento de C_g , C_p se expande en más de un peso. También apreciamos que el efecto sobre la inversión privada es muy bajo y que las importaciones se incrementan en una fracción cercana al 40% del incremento del gasto en consumo público. Este aumento de las importaciones constituye gasto que no presionará sobre la demanda interna, es decir reducen el impacto expansivo del gasto público. El efecto final sobre el producto es un aumento total que excede el aumento inicial del gasto público en un 163%, valor que se corresponde con la suma de los efectos consumo e

inversión, el aumento del consumo público, y menos el efecto sobre las importaciones.

En términos de la distribución del ingreso apreciamos que cuando el gasto en consumo público se expande, los impuestos indirectos crecen en un 24% del aumento, las utilidades y rentas del sector privado lo hacen en un 64% y en 65% los salarios. Vale decir, en términos muy agregados podemos afirmar que los ingresos adicionales que se generan son capturados principalmente por los agentes privados (empresarios y trabajadores) y que la masa de salarios se expande en sólo un 1% más que los ingresos no asalariados. Como vemos, el ejercicio permite no sólo prever los niveles en los cuales se situarán las variables de actividad sino que además permite predecir los impactos sobre los aspectos distributivos.

En relación al ahorro, apreciamos que en términos totales éste no se ve grandemente afectado. El aumento del gasto se traduce en un déficit público que es menor al alza del consumo público, en un incremento del déficit en cuenta corriente de 40% que dicha alza y en un aumento del ahorro privado de 25% del incremento del consumo público.

En lo relativo al empleo concluimos que por cada aumento de C_g se generan 3.3 empleos. Respecto del desempleo, la simple observación de las cifras del cuadro podría llevar a inferir que por cada aumento del gasto público se genera un aumento del desempleo, en una aplicación estricta del razonamiento de que todos los cambios observados se deben al incremento del gasto. Recuérdese que una de las variables que no fue mantenida en el nivel del período 1 fue la Población Económicamente Activa, por cuanto se comporta de acuerdo a factores principalmente demográficos. Por lo tanto, la forma correcta de interpretar ésta última cifra es afirmar que la magnitud del incremento del gasto público es insuficiente para disminuir el desempleo dada las tendencias de crecimiento esperadas para la Población Económicamente Activa.

Finalmente, es notorio el cambio de signo de los multiplicadores a partir del segundo período, posibilidad que ya mencionáramos con ocasión de la discusión de las consecuencias dinámicas de la hipótesis del acelerador. En este caso el factor dinámico es introducido por la evolución de la capacidad productiva, la que depende de la inversión neta acumulada de los períodos anteriores. Un incremento del consumo público, como notáramos más arriba, trae aparejado en forma contemporánea un alza de los ingresos de los no asalariados, lo cual induce a un aumento en la inversión privada. Esta mayor inversión creará mayor capacidad productiva en el período siguiente, pero dado que el consumo público deja de expandirse en dicho período, el grado de utilización de la capacidad decrece, desincentivando con ello la inversión privada y desacelerando el producto. En resumen, aun cuando en el caso presente no se presentan oscilaciones en los multiplicadores, apreciamos que la naturaleza dinámica del modelo se traduce en cambios de signos y magnitudes de éstos en el tiempo.

En esta parte hemos realizado un ejercicio de proyección de los resultados de un aumento del gasto público y hemos obtenido los multiplicadores correspondientes. Un ejercicio diferente, y que dejamos al lector, consistiría en evaluar el impacto y los multiplicadores de un aumento de las exportaciones o de la inversión pública, lo cual permitiría examinar los efectos de cambios en el entorno externo o bien comparar la potencia del gasto en inversión pública vis a vis el consumo.

C.- Comparación de escenarios.

En la sección anterior introdujimos los multiplicadores como una herramienta que nos permite evaluar el efecto directo e indirecto de un cambio en las variables exógenas. Mencionamos que los multiplicadores nos permiten cuantificar la "potencia" de las distintas herramientas para afectar el nivel de equilibrio del producto y las variables asociadas a éste. En la presente sección discutiremos en grandes líneas otro uso posible del modelo, cual es la comparación de escenarios.

Con frecuencia se plantean debates en torno a alternativas para encarar los problemas macroeconómicos. Estas alternativas generalmente suponen diferentes escenarios con respecto a los niveles de las variables de política y/o del entorno externo. Un modelo macroeconómico puede ser una herramienta que colabore en la comparación de las propuestas y predicciones.

Ya estamos familiarizados con la capacidad de predicción de un modelo. Ello consiste en evaluar sus ecuaciones empleando los valores previstos para las variables exógenas. Llamaremos escenario base a los resultados de la simulación basada en la hipótesis de que todas las variables de política y exógenas mantienen el curso previsto. Por simulación alternativa entenderemos un escenario de política que modifica las variables de política con el objeto de lograr ciertos objetivos en materia de crecimiento, balance externo, distribución del ingreso, etc.

La versatilidad de un modelo para acomodar propuestas diferentes depende estrechamente de la riqueza de instrumentos de política que se haya decidido incorporar en su formulación. En tal sentido, los usos a los cuales se piensa destinar el modelo es un elemento crucial para el diseño de éste. En nuestro modelo simplificado las variables de política disponibles son el consumo y la inversión pública, las utilidades de las empresas estatales y los subsidios y la tasa de

salarios real. En modelos mas desagregados y complejos suele incluirse adicionalmente como variables de política la tasa de interés, el tipo de cambio, tasas impositivas, tarifas públicas, etc.

Supongamos que deseamos comparar los siguientes escenarios utilizando el modelo calibrado. El escenario base contempla mantener constante todos los niveles del período 1 para las variables exógenas, en tanto que el segundo propone incrementar el gasto en inversión pública en 10 y los subsidios en 20 en forma sostenida a partir del período 2. El objetivo de ésta segunda política es promover el crecimiento y mejorar la distribución del ingreso.

Crearemos una copia del archivo MULTIPLI, que es nuestro modelo calibrado, y lo nombraremos ESCENA. Oprímase </File Save> y en lugar de aceptar el nombre ofrecido escribese ESCENA <RETORNO>. Para realizar la simulación del escenario base, copíese los valores de las variables exógenas desde el período 1 a todos los restantes períodos, nuevamente con la excepción de la Población Económicamente Activa. Para obtener la simulación oprímase sucesivas veces F9 hasta lograr la convergencia.

Puesto que para la simulación del escenario alternativo se requiere modificar las variables exógenas y ello alterará los obtenidos para las variables endógenas, necesitamos de un espacio para registrar los resultados principales del escenario base. Crearemos para ello un cuadro especial.

Desplazándonos hasta el cuadro VII cambiaremos el título por Principales resultados del escenario base. Puesto que ya no utilizaremos las fórmulas de los multiplicadores procederemos a borrar las fórmulas que allí aparecen pero mantendremos los títulos. Con el cursor posicionado en la celdilla C84 oprimimos </Range Erase>, desplazamos el cursor hasta el final del rango y oprimimos <RETORNO>. Al cabo de esta operación el cuadro aparecerá como sigue.

	A	B	C	D	E	F	G
80		Cuadro VII					
81		Principales resultados del escenario base					
82							
83	Periodo		1	2	3	4	5
84	Consumo Privado						
85	Inversión Privada						
86	Importaciones						
87	Producto Geografico Bruto						
88							
89	Tributacion Indirecta						
90	Utilidades,rentas,Privados						
91	Sueldos y Salarios						
92							
93	Ahorro Total						
94	Ahorro Privado						
95	Ahorro Publico (deficit)						
96	Ahorro Externo						
97	Depreciacion						
98							
99	Empleo						
100	Tasa de desempleo						

A continuación ingresamos en la columna del período 1 las referencias a las variables de interés. Es decir, aprovechando los códigos de variables creados en la primera etapa, en la celdilla C84 ingresamos <+Cp>, en C85 ingresamos <+Ip>, en C86 <+M>, etc. Una vez finalizado el ingreso de las fórmulas para el período 1, procedemos a copiarlas en las columnas adyacentes mediante los métodos usuales. Finalmente, para que el contenido de estas celdillas no se vea afectado por los cambios que realizaremos en las variables exógenas, procederemos a cambiar el contenido de éstas por su equivalente numérico. Con el cursor posicionado en la C84 oprímase </Range Value>, desplácese el cursor hasta la celdilla G100 y oprima

<RETORNO> dos veces. Si se examina el contenido de las celdillas que modificamos, se apreciará que ellas no son fórmulas sino que valores.

Crearemos otro cuadro auxiliar, en el cual se registrarán las diferencias porcentuales de las variables escogidas entre ambos escenarios. Ingrése el siguiente cuadro:

	A	B	C	D	E	F	G
104		Cuadro VIII					
105		Diferencias % entre el escenario alternativo					
106		y escenario base					
107 Período		1	2	3	4	5	
108 Consumo Privado							
109 Inversión Privada							
110 Importaciones							
111 Producto Geográfico Bruto							
112							
113 Tributación Indirecta							
114 Utilidades, rentas, Privados							
115 Sueldos y Salarios							
116							
117 Ahorro Total							
118 Ahorro Privado							
119 Ahorro Público (deficit)							
120 Ahorro Externo							
121 Depreciación							
122							
123 Empleo							
124 Tasa de desempleo							

Puesto que calcularemos diferencias porcentuales, formatearemos el rango a G124 empleando el comando </Range Format Percent 2> y señalando el rango correspondiente. Las diferencias porcentuales

serán calculadas con respecto al escenario base. Para el caso del consumo privado corresponde ingresar en la celdilla C108 $\langle(Cp/C84)-1\rangle$. En el caso de la inversión privada será $\langle(lp/C85)-1\rangle$, para las importaciones $\langle(M/C86)-1\rangle$, y así para todas las variables del período 1 con la sola excepción de la tasa de desempleo en donde registaremos la diferencia de puntos porcentuales. Por lo tanto la fórmula correcta en éste caso es $\langle(ul-c100)\rangle$. Nuevamente, finalizada esta operación, reproducimos las fórmulas del período 1 en las restantes columnas. Nótese que inicialmente todas las diferencias porcentuales son nulas, por cuanto aún no hemos introducido modificaciones en las variables exógenas.

El paso siguiente es entonces simular el escenario alternativo, para lo cual ingresamos los siguientes valores de las variables exógenas según la propuesta detallada más arriba:

	A	B	C	D	E	F	G
60 Período			1	2	3	4	5
65 Inversion Publica		lg	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0
69 Subsidios		S	50.0	70.0	90.0	110.0	130.0

Oprimiendo sucesivas veces F9, obtenemos el siguiente resultado:

	A	B	C	D	E	F	G
104		Cuadro VIII					
105		Diferencias % entre el escenario alternativ					
106		y escenario base					
107 Periodo		1	2	3	4	5	
108 Consumo Privado		0.00%	4.71%	9.41%	14.10%	18.78%	
109 Inversión Privada		0.00%	4.16%	8.24%	12.24%	16.17%	
110 Importaciones		0.00%	5.49%	10.97%	16.44%	21.69%	
111 Producto Geografico Bruto		0.00%	4.00%	7.99%	11.96%	15.92%	
112							
113 Tributación Indirecta		0.00%	4.00%	7.99%	11.96%	15.92%	
114 Utilidades, rentas, Privados		0.00%	7.54%	15.07%	22.59%	30.12%	
115 Sueldos y Salarios		0.00%	4.00%	7.99%	11.96%	15.92%	
116							
117 Ahorro Total		0.00%	7.87%	15.72%	23.56%	31.39%	
118 Ahorro Privado		0.00%	26.89%	53.96%	81.20%	108.60%	
119 Ahorro Publico (deficit)		0.00%	55.21%	109.46%	162.87%	215.54%	
120 Ahorro Externo		0.00%	12.49%	25.00%	37.54%	50.10%	
121 Depreciación		0.00%	4.00%	7.99%	11.96%	15.92%	
122							
123 Empleo		0.00%	4.00%	7.99%	11.96%	15.92%	
124 Tasa de desempleo		0.00%	-3.55%	-6.87%	-9.98%	-12.88%	

Dejamos como un ejercicio al lector la interpretación de éstos resultados, así como el exámen de las restantes cifras entregadas por el modelo. Los indicadores aquí presentados no son los únicos existentes y sugerimos nuevamente al lector que construya sus propios criterios de comparación.

En la sección siguiente finalizaremos la discusión de usos posibles del modelo, sin pretender agotarlos, introduciendo un elemento no considerado hasta ahora, cual es la modificación de algunas ecuaciones del modelo original con el objeto de simular

comportamientos de política distintos a los que prevalecieron durante el período de estimación del modelo.

D.- Simulación de políticas.

Hasta éste punto hemos sometido nuestro modelo a diferentes cambios, todos los cuales, sin embargo, han respetado su estructura básica. En ésta parte examinaremos otra posibilidad de uso del modelo, la que consiste en modificar algunas de sus ecuaciones de modo tal que éste incorpore una definición de política o restricciones impuestas por el entorno macroeconómico.

A modo de ejemplo, podríamos intentar recoger en nuestras ecuaciones la previsión futura de que los gastos de inversión pública estarán seriamente limitados por la disponibilidad de recursos fiscales, descontado de éstos los gastos de consumo público, los intereses de la deuda pública externa, etc. Podría entonces cuantificarse el costo en términos del crecimiento, empleo, distribución de ingresos, etc., derivados de diferentes grados de restricción fiscal. A su vez, el grado de restricción fiscal podría estar dado exógenamente por un límite máximo al endeudamiento del gobierno. Como el lector podrá apreciar, implementar este escenario involucra introducir nuevas ecuaciones y, significativamente, implica formular la inversión pública como una variable dependiente en lugar de considerarse como exógena.

Una segunda situación posible de modelar es aquélla en la cual las decisiones públicas esten orientadas a lograr ciertos objetivos. Por ejemplo, el gobierno podría proponerse evitar que los niveles de desempleo cayeran bajo un límite, para lo cual está dispuesto a realizar los gastos necesarios. En éste caso los niveles de gasto público serán una variable dependiente. Cuando alguna variable de política es determinada de modo tal de lograr un cierto nivel en la variable objetivo, diremos que estamos en presencia de una función de reacción que describe las reglas de formación de la política.

Algunos puntos de advertencia son necesarios. En primer lugar, toda vez que un nuevo elemento se incorpore al modelo debemos realizar

las correcciones necesarias en las ecuaciones de modo tal que las identidades de cuentas nacionales sean respetadas. Estas tienen carácter axiomático para nuestros propósitos. En segundo lugar, deben considerarse los límites de la política. Una modificación drástica del sistema tributario, por ejemplo, puede traer aparejado cambios en las otras funciones de comportamiento, tales como el consumo y la inversión privada. Es decir, los cambios de política que válidamente pueden ser simulados con un modelo son aquéllos que no alteran drásticamente las reglas de comportamiento de la economía o alguno de sus parámetros claves.

Hechas las consideraciones anteriores, ejemplifiquemos un caso en el cual el sector público enfrenta una restricción de endeudamiento, de modo tal que el total de gastos no puede exceder la recaudación tributaria más las utilidades netas de las empresas públicas más un determinado monto de endeudamiento externo. Supondremos que hasta el período 1 el sector público no enfrentaba tal restricción, pero se prevé que ella sí será operativa a partir del período 2. Aun más, supondremos que la variable de ajuste será la inversión pública, en tanto el consumo público y los subsidios tendrán precedencia en el gasto. Denotaremos F_x el flujo neto de recursos externos, con lo cual la inversión pública se determina según la siguiente la relación $I_g(t) = T(t) + U_g(t) + F_x(t) - C_g(t) - S(t)$.

Haremos una nueva copia de nuestro archivo ESCENA y lo llamaremos RESTRIC. En primer lugar, agregaremos la nueva variable exógena F_x . Con el cursor posicionado en la celdilla A64 oprimimos </Worksheet Insert Row><RETORNO>, lo cual abrirá un espacio para la nueva variable. Nuevamente con el cursor en la celdilla A64 escribimos el título Flujo Neto de Recursos Externos, nos desplazamos a la celdilla B64 e ingresamos el código de variable F_x <RETORNO>.

Posicionados en la celdilla de la inversión pública del período 2 ingresamos la siguiente fórmula: <+D25+D68+D64-D66-D70><RETORNO>.

Las tres primeras celdillas corresponden a la suma de la tributación indirecta, las utilidades de las empresas públicas y el flujo neto de recursos externos, en tanto las dos últimas sustraen el consumo público y los subsidios. Reprodúzcase esta fórmula para los períodos 3, 4, y 5 y también asignese exógenamente el valor 100 a Fx para todos los períodos, representando una restricción máxima de endeudamiento de dicha cantidad. Oprimiendo sucesivas veces F9 obtenemos el resultado de aplicar las restricción al endeudamiento público. Comparando con la proyección del escenario base los resultados son los siguientes:

	A	B	C	D	E	F	G
105		Cuadro VIII					
106		Diferencias % entre el escenario alternativ					
107		y escenario base					
108 Período		1	2	3	4	5	
109 Consumo Privado		0.00%	1.94%	2.74%	3.57%	4.43%	
110 Inversión Privada		0.00%	1.99%	3.16%	4.52%	6.01%	
111 Importaciones		0.00%	0.75%	-0.46%	-1.63%	-2.77%	
112 Producto Geografico Bruto		0.00%	0.54%	-0.34%	-1.19%	-2.01%	
113							
114 Tributación Indirecta		0.00%	0.54%	-0.34%	-1.19%	-2.01%	
115 Utilidades, rentas, Privados		0.00%	4.42%	7.56%	10.74%	13.96%	
116 Sueldos y Salarios		0.00%	0.54%	-0.34%	-1.19%	-2.01%	
117							
118 Ahorro Total		0.00%	-5.26%	-16.01%	-26.73%	-37.44%	
119 Ahorro Privado		0.00%	14.06%	22.96%	32.07%	41.36%	
120 Ahorro Publico (deficit)		0.00%	81.27%	171.44%	259.67%	346.22%	
121 Ahorro Externo		0.00%	1.69%	-1.06%	-3.73%	-6.33%	
122 Depreciación		0.00%	0.54%	-0.34%	-1.19%	-2.01%	
123							
124 Empleo		0.00%	0.54%	-0.34%	-1.19%	-2.01%	
125 Tasa de desempleo		0.00%	-0.48%	0.29%	0.99%	1.63%	

Dejamos al lector el examen de estos resultados, en especial respecto

de las implicancias sobre la distribución del ingreso y el desempleo de la restricción de financiamiento. Deseamos llamar la atención sobre dos aspectos de interés. En primer lugar, hacia el final del período de simulación se observa que los niveles de inversión pública se tornan negativos, lo cual es evidencia de la imposibilidad de mantener la política en el mediano plazo si las restricciones se mantienen. En segundo lugar, aún en esta economía ficticia que hemos construido con fines didácticos, observamos el deterioro en el producto y un deterioro adicional en la recaudación tributaria que agrava endógenamente la restricción de recursos del sector público. Es decir, la capacidad de gasto público se ve limitada tanto por los efectos directos de la restricción de endeudamiento como por el efecto indirecto sobre la recaudación tributaria causado por la caída del producto.

Concluimos con esto la ilustración de los usos posibles de un modelo y la discusión de formas de implementar modelos macroeconómicos en microcomputadores. El propósito ha sido introducir a los lectores a las posibilidades que esta herramienta ofrece, destacar algunos aspectos técnicos que parecen relevantes e incentivar el uso de modelos para la investigación de las características estructurales de una economía.

