

**XXIX REUNIÓN DE ESTUDIOS REGIONALES, AECR, Santander
27 y 28 de Noviembre de 2003.**

**APLICACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL (MEGA) A LA
REGIÓN DE ASTURIAS EN ESPAÑA**

Argüelles Vélez, M.*; Benavides González, C.*; Bilbao Terol, C.*; Swales, J.K.**

* Universidad de Oviedo, Oviedo

** Universidad de Strathclyde, Glasgow

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es ilustrar la aplicación de un modelo de equilibrio general computable (CGE) a la economía de Asturias. Con este fin se procede a la adaptación para esta región de AMOS, un modelo micro-macro para Escocia, para lo que ha sido necesario proceder a su parametrización con datos de la economía asturiana. Posteriormente, se ha llevado a cabo un análisis de simulación, consistente en el estudio del impacto de un aumento de las exportaciones de manufacturas, que ha permitido constatar la bondad del modelo. Asimismo, se ha realizado un análisis de sensibilidad a partir del cual se ha observado la incidencia que tienen en los resultados obtenidos diferentes parametrizaciones del modelo. Se trata, en definitiva, de una primera aproximación a este tipo de análisis CGE para Asturias que permita, en trabajos posteriores, analizar el impacto de políticas económicas concretas que puedan llevarse a cabo en la región.

1. INTRODUCCIÓN.

Los modelos de equilibrio general capturan las características y el funcionamiento generales de una economía incorporando variables de demanda y de oferta, así como las interrelaciones entre ellas. La aplicación de estos modelos al caso concreto de las economías regionales aparece en años recientes, a finales de la década de los ochenta (Hertel, T.W. et al., 1985; Morgan, W. et al., 1989; Jones, R. et al., 1990; Harrigan, F. et al., 1992; Li P. et al., 1995 y Waters, E. et al., 1997), y nacen como una alternativa a los modelos regionales tradicionales, tales como las tablas input-output. Mientras que estos últimos se basan en supuestos keynesianos, donde la oferta es perfectamente elástica y los precios fijos, los modelos de equilibrio general se basan en la teoría neoclásica; la oferta ya no es perfectamente elástica y los precios son flexibles.

En contraste con el análisis I-O, en los modelos CGE, los precios relativos proporcionan flexibilidad a la producción y al consumo. Además, estos modelos disponen de un proceso mas completo de determinación endógena de la renta.

En este trabajo se emprende la tarea de aplicar un modelo de equilibrio general a la economía asturiana. Este modelo se ha denominado MEGA (Modelo de Equilibrio General para Asturias). Para ello se ha procedido a la adaptación de AMOS (A Micro Macro Model Of Scotland), un modelo de equilibrio general computable para una región desagregado sectorialmente¹ (Harrigan F. et al.,1991; Harrigan, F. et al.,1992; McGregor, P. G. et al., 1996; Gillespie, G. et al., 2000; McGregor, P. G. et al.,2000; Learmonth, D. et al., 2002). Se trata de un modelo de simulación capaz de predecir los efectos de políticas económicas y de shocks exógenos en una economía regional.

El trabajo realizado se ha dividido en las cuatro restantes secciones. En la Sección 2 se presentan los rasgos básicos de la estructura general del modelo. La Sección 3 muestra su adaptación al caso de la economía regional de Asturias. Ello implica esencialmente la parametrización del modelo. La Sección 4 contiene los resultados de una simulación en la que se ha introducido un *shock* exógeno consistente en un incremento de las exportaciones manufactureras, que permite constatar la bondad

¹ Su creación, desarrollo y aplicación ha sido realizado por un grupo de investigación de la Universidad de Strathclyde (Glasgow).

del modelo y se analizan los resultados. Asimismo, se realiza también un análisis de la sensibilidad de los resultados de la simulación ante diferentes supuestos de elasticidad a largo plazo del salario real con respecto al desempleo. La Sección 5 contiene un breve resumen y conclusiones.

2. RASGOS BÁSICOS DEL MODELO APLICADO

El modelo comprende las siguientes cuestiones básicas: (1) la elección de los parámetros clave en la economía regional. (2) La forma en que operan los mercados de bienes y factores. (3) Cambio tecnológico. (4) Restricciones externas que afectan a la economía (como, por ejemplo, balanza de pagos, déficit público, etc.). Esto significa que el modelo puede adaptarse a las condiciones de diferentes regiones y que el análisis de sensibilidad es fácil de realizar.

El modelo tiene tres sectores institucionales domésticos -economías domésticas, corporaciones y gobierno- y dos exteriores -resto de España (ROS) y resto del mundo (ROW)-. El número de sectores productivos considerados es de tres: manufacturero, no manufacturero -agricultura y construcción- y servicios. Hay cuatro componentes de la demanda final: consumo, inversión, gasto del Gobierno y exportaciones. En el Anexo aparece una versión resumida del modelo donde no se incluyen las demandas intermedias; una versión completa del mismo se encuentra en Harrigan et al. (1991).

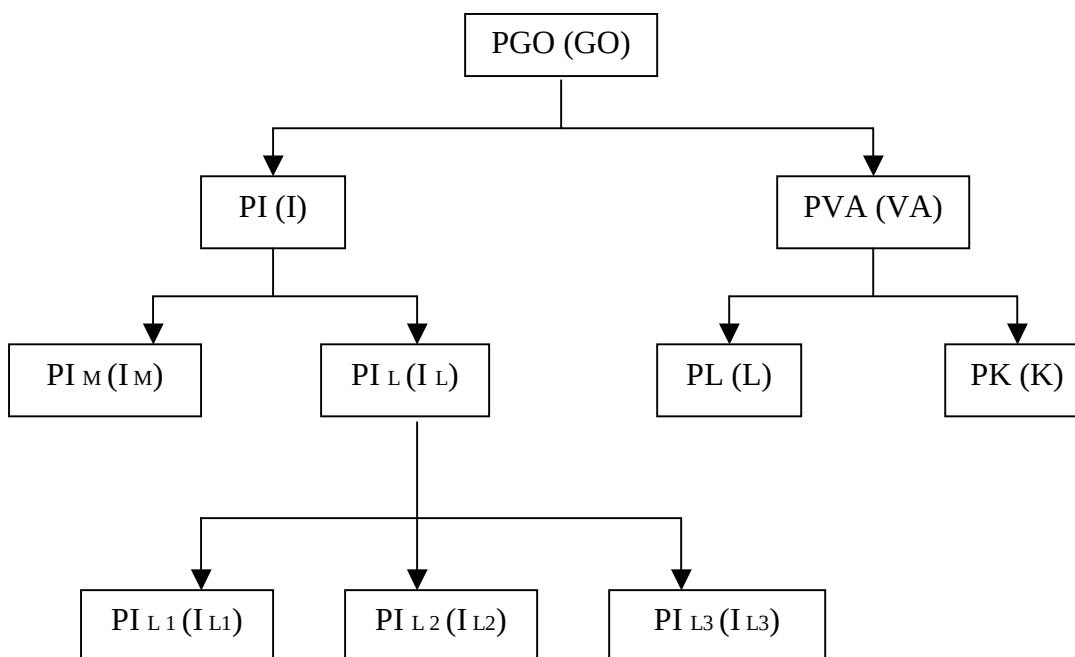
La estructura del modelo permite un alto grado de flexibilidad en la elección de los valores de los parámetros claves y de los supuestos, especialmente los relativos al mercado de trabajo y al mercado de bienes (competencia perfecta o imperfecta).

En relación con el mercado de trabajo, este modelo ofrece varias posibilidades alternativas a la hora de determinar los salarios regionales, que se corresponden con diferentes visiones de este mercado: competitivo, keynesiano, resistencia del salario real y salario negociado regionalmente. El supuesto de mercado laboral adoptado en nuestro caso es la existencia de negociación regional de manera que el salario real regional depende del salario real del período anterior y de la tasa de desempleo actual.

El modelo permite también considerar los flujos de población como endógenos, con la existencia de migración determinada por cambios en los precios relativos del factor trabajo entre la región y el resto de España, así como por cambios en el desempleo relativo. Esta es la opción que se desarrollará en la presente aplicación.

La tecnología utilizada en la producción bruta, en la elección de inputs intermedios, en la generación del valor añadido y en las relaciones comerciales con el exterior admite tres posibilidades: tecnología de Leontief, Cobb-Douglas y CES (elasticidades de sustitución constantes).

FIGURA 1. Estructura de determinación de precios.



FUENTE: Adaptado de Harrigan et al. (1991).

La especificación de la estructura de la producción en nuestro modelo se basa en funciones CES multinivel, es decir, las elasticidades de sustitución son constantes. Ello presenta la ventaja, frente a otras posibles especificaciones, de permitir la sustitución entre factores y entre bienes y servicios y, como consecuencia, la utilización de aquellas combinaciones que permitan efectivamente minimizar costes. Gráficamente, en la Figura 1 se puede ver como el precio del output (PGO) total viene determinado por los precios de los inputs intermedios (PI) y por los precios de los factores de producción,

capital (PK) y trabajo (PL), que son los componentes del valor añadido (PVA). Por otra parte, los inputs intermedios utilizados pueden ser importados (I_M) o producidos localmente (I_L), siendo estos últimos desagregados en sectores (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}). Dependiendo de los precios relativos, los inputs intermedios locales son sustitutivos de los importados según los supuestos de Armington (Armington, P., 1969).

El modelo incorpora también demandas finales determinadas endógenamente a través de los precios relativos. Es el caso del consumo final, de la inversión y de las exportaciones determinadas, estas últimas, a través de los supuestos de Armington. Por ejemplo, los consumidores, como maximizadores de su utilidad, elegirán entre bienes importados o bienes producidos localmente en función de los precios relativos de los mismos. Los gastos del gobierno constituyen un componente de la demanda final considerado exógeno.

3. PARAMETRIZACIÓN DEL MODELO PARA LA ECONOMÍA ASTURIANA

La elaboración de un modelo de equilibrio general requiere especificar numéricamente los parámetros incluidos en las funciones de decisión de los agentes. Se deben distinguir dos tipos de parámetros: los datos estructurales procedentes de la Matriz de Contabilidad Social (SAM) y los valores por defecto.

La especificación del primer tipo de parámetros indicado se realiza a partir de una base de datos reales que recoge de forma consistente, mediante un sistema integrado de cuentas, las transacciones efectuadas por todos los agentes económicos durante un periodo base (SAM).

La estructura general de una SAM es similar a la de una Tabla Input-Output, pero a diferencia de ésta, que sólo recoge las relaciones entre los sectores productivos de una economía, la SAM incorpora también las rentas y transferencias que se producen durante el periodo base entre los sectores institucionales de la economía: economías domésticas, corporaciones, gobierno y sector exterior (ROS y ROW). En Argüelles, M. y Benavides, C. (2003) se presenta la SAM de Asturias elaborada para el año 1995, último año para el que se disponía de una Contabilidad Regional en el momento de

realizar este trabajo (SADEI, 1998). En nuestro modelo el año base es, por lo tanto, 1995.

El segundo tipo de parámetros que es necesario especificar en el modelo son los llamados “valores por defecto”. Los valores por defecto se dividen, a su vez, en dos clases:

- Elasticidades de sustitución: con el fin de especificar las tecnologías de producción, es necesario determinar las elasticidades de sustitución en cada “nodo” identificado en la Figura 1, excepto para PI_M .
- Con respecto al comercio se debe conocer: la elasticidad de sustitución de las exportaciones entre Asturias y ROS y entre Asturias y ROW; la elasticidad de sustitución de las importaciones de bienes intermedios, de consumo, de inversión y adquiridos por el gobierno entre Asturias y ROS y entre Asturias y ROW.
- Otros parámetros del modelo: elasticidad a L/P del salario real regional con respecto al desempleo; velocidad de ajuste del stock de capital actual al deseado; elasticidad de la oferta de trabajo con respecto al salario real y con respecto al ratio seguro de desempleo partido del salario medio; porcentaje de cambio en la inmigración neta con respecto al diferencial del salario real y con respecto al diferencial de la tasa de desempleo.

MEGA es un modelo de calibración y no de estimación. En los trabajos que utilizan el método de calibración los valores por defecto se toman de la literatura existente o se basan en juicios del propio autor [Partridge, M., y Rickman, D. (1998)]. En nuestro caso, para obtener este tipo de parámetros se ha recurrido a dos caminos:

- Tomar los valores estimados en los modelos macroeconómicos de estimación y simulación existentes en España: MOISEES (Modelo de Investigación y Simulación de la Economía Española) (Molinas, C. et al., 1990) y HERMIN [Sosvilla-Rivero, S. y Herce, J.A., 1994). Son modelos desarrollados para la economía nacional, por lo que los valores de los parámetros no son específicos de la economía asturiana, pero se toman como una buena aproximación.

- Para aquellos parámetros no estimados en los modelos anteriores se lleva a cabo nuestra propia estimación.

Los valores de los parámetros extraídos del MOISEES y del HERMIN son los siguientes:

- Elasticidades de sustitución constantes. En el caso de la tecnología, la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo para el valor añadido se toma del HERMIN. Este valor es 0.77. Para la producción bruta y la intermedia se toma este mismo valor. Con respecto al comercio se han tomado las siguientes elasticidades: elasticidad de sustitución de las exportaciones: 1.7 (MOISEES) y elasticidad de sustitución para todas las importaciones: 1.6 (MOISEES). Dado que se trata de elasticidades nacionales de comercio, cabría suponer que los valores regionales serían mayores, ya que una región es mas abierta que una nación. Por esta razón, las elasticidades de comercio que hemos adoptado, tanto para exportaciones como para importaciones, son 2.0, el mismo valor que las utilizadas en el modelo AMOS.
- Otros parámetros del modelo: Elasticidad a L/P del salario real con respecto al desempleo: -1.2 (MOISEES). Como se señala en el propio MOISEES, este valor es muy alto, razón por la que se procederá a realizar un análisis de sensibilidad en el epígrafe siguiente. La velocidad de ajuste del stock de capital actual al deseado es 0.5 (MOISEES).

Para los parámetros restantes, es decir, elasticidad de la oferta de trabajo con respecto al salario real y con respecto al ratio seguro de desempleo partido del salario medio, y porcentaje de cambio en la inmigración neta con respecto al diferencial del salario real y con respecto al diferencial de la tasa de desempleo, no existen en la literatura de nuestro país valores ya estimados, por lo que hemos realizado nuestra propia estimación.

A continuación se presentan las características metodológicas y los resultados obtenidos de la estimación que permite obtener los valores de la elasticidad de la oferta de trabajo con respecto al salario real y con respecto al ratio seguro de desempleo partido del salario medio. La forma funcional es una logaritmo lineal:

$$\ln(\text{PAA}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(\text{SRA}) + \alpha_2 \ln(\text{SDA}/\text{SRA}) + \alpha_3 T + v_i$$

donde PAA es la población activa de Asturias², SRA es el salario medio real de Asturias, SDA es el importe medio del seguro de desempleo en Asturias, T es la tendencia de la serie y v_i es el término de error habitual.

Se realiza un análisis de corte longitudinal, abarcando la serie temporal los años 1989 – 1997³. La estimación se lleva a cabo por el método de Cochrane-Orcutt. Los resultados aparecen a continuación:

Variable	Coef.	t-ratio
Constante	10.7448	10.5199
Ln SRA	0.3183	2.1028
Ln (SAD/SRA)	-0.1107	-3.2452
T	-0.0175	-22.94
R ² ajustado	97.922	
F	301.039	

Tanto R² ajustado como el valor del tests F indican que el resultado de la estimación es altamente satisfactorio. Todas las variables son significativamente distintas de cero. Los coeficientes individuales también indican alto grado de significatividad (todos lo son al 5%). Al ser la forma funcional una logaritmo lineal la elasticidad de la oferta con respecto al salario real es del 0.318 y la elasticidad de la oferta con respecto al ratio seguro de desempleo/salario medio es de –0.11.

Por último, se requiere conocer el porcentaje de cambio en la inmigración neta con respecto al diferencial de salario real y el diferencial de tasa de desempleo. Para ello se estima la siguiente función (Gillespie, G. et al., 2000):

² Los datos sobre Población activa de Asturias (PAA) se extraen de la EPA (Encuesta de Población Activa). Para el cálculo del salario real medio en Asturias (SRA) se toman datos de la Encuesta de Salarios en la Industria y Servicios (faltan salarios agrícolas). Aparece el salario nominal por hora trabajada en Asturias. Para el cálculo del salario anual se multiplica el salario hora por 8 (horas trabajadas al día) y por 240 (días laborables en el año). Posteriormente el salario anual nominal se deflacta por el Índice de Precios al Consumo (IPC) para Asturias, tomando como año base 1987, obteniéndose el salario real. Los valores del importe medio del seguro de desempleo en Asturias (SAD) se toman de Arango Fernández, J. (1999), donde aparecen datos sobre el coste total del desempleo anual en nuestra región en términos nominales y el número de beneficiarios. El importe medio del seguro de desempleo en Asturias se calcula, entonces, por el cociente entre el coste total del desempleo entre el número de beneficiarios, deflactándolo posteriormente por el IPC en Asturias (año base 1987).

³ Se carece de datos sobre el importe del seguro de desempleo en Asturias más allá del año 1997.

$$m = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DP + \alpha_2 \ln DS + \alpha_3 T + v_i$$

La variable “m”, inmigración neta en Asturias, se define como el cociente de la población activa indígena en Asturias más los inmigrantes anuales partido de la población activa indígena en Asturias. La población activa indígena en Asturias se define como toda la población activa en Asturias menos los extranjeros no nacionales. La variable DP es el diferencial de la tasa de desempleo. Se define como la diferencia entre la tasa de paro en Asturias menos la tasa de paro en España. La variable DS es el diferencial entre el salario real en Asturias y en el resto de España⁴ y v_i es el término de error habitual. La estimación se lleva a cabo por el método Hildreth-Lu Grid. Los resultados aparecen a continuación:

Variable	Coef.	t-ratio
Constante	0.9785	143.061
LnDP	-0.0437	3.3765
LnDS	0.1272	3.3766
T	0.0015	2.869
R ² ajustado	70.37	
F	4.17	

Tanto R² ajustado como el valor del tests F indican que el resultado de la estimación es altamente satisfactorio. Todas las variables son significativamente distintas de cero. Los coeficientes individuales también indican alto grado de significatividad (5%). Los coeficientes que acompañan a las variables lnDP y lnDS indican, respectivamente, el porcentaje de cambio en la inmigración neta con respecto al diferencial de la tasa de desempleo (-0.0437) y con respecto al diferencial del salario real (0.1272).

⁴ Los datos para el cálculo de la variable de migración neta en Asturias se extraen de las estadísticas publicadas por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales sobre Población e Inmigración en España. Para el diferencial de la tasa de desempleo se emplean datos del INE (Instituto Nacional de Estadística) Para el diferencial del salario real se toman los datos de la Encuesta de Salarios en la Industria y Servicios (faltan salarios agrícolas). La forma de calcular el salario anual es la misma que la recogida en la nota a pie nº 3. Se utiliza una serie temporal que abarca los años 1993-1997.

A partir de ese momento es posible realizar simulaciones. Con ellas se replicará la estructura de equilibrio general de la economía, introduciendo cambios exógenos cuyas consecuencias se pretende conocer y comparando los resultados con la simulación base.

4. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE UN SHOCK EXÓGENO. EFECTOS DE UN INCREMENTO DE LAS EXPORTACIONES DE MANUFACTURAS.

Una vez parametrizado el modelo para la economía asturiana, procederemos a continuación a la introducción de un *shock* consistente en un aumento del 10 por ciento en las exportaciones regionales, tanto al ROS como al ROW, en el sector manufacturero. Para realizar esta simulación se han establecido los siguientes supuestos: mercados de bienes perfectamente competitivos; un mercado de trabajo regional caracterizado por una movilidad sectorial perfecta, salarios negociados regionalmente y existencia de migración; por último, se supone que la región es precio-aceptante en el mercado financiero nacional.

Partiendo de una situación de equilibrio en el año base, se ha realizado la simulación para un período de 50 años. Los resultados se muestran en el Cuadro 1, donde se recoge la variación de magnitudes económicas clave con respecto al año base. Se incluyen datos para los periodos 1, 25 y 50, aunque centraremos el análisis en el primer período y en el último.

4.1. Resultados del periodo 1

El incremento de las exportaciones de manufacturas en el 10 por cien establecido, no se alcanza de forma inmediata, ni siquiera dentro del periodo de 50 años elegido. Así se puede observar que en el primer año ese incremento es de un 4.7 por cien. La razón es que se ha producido un incremento de los precios en la región que hace que las exportaciones sean menos competitivas [ver ecuación (19) del Anexo].

La mayor demanda externa para los productos del sector manufacturero ha dado lugar a un aumento de su producción de un 2.9 por cien [ver ecuación (13)]. Este incremento hace que, a su vez, aumente la demanda de trabajo (3.0 por cien) en el sector

[ver ecuación (8)]. Este crecimiento de la demanda de trabajo en manufacturas da lugar a un incremento en el empleo total de la economía del 0.3 por cien [ver ecuación (10)]. Este impacto relativamente limitado es consecuencia de la reducción del empleo en los otros dos sectores, con decrementos de un 0.35 y un 0.44 por cien. La presión de la demanda de mano de obra tiene un efecto apreciable sobre los salarios reales y nominales que crecen un 1.1 y un 2.5 por cien, respectivamente [ver ecuación (5)].

También en este período se produce un importante incremento de las rentas del capital especialmente en el sector donde se ha producido el *shock* (6.4 por cien), lo que hace prever un aumento de la inversión que dará lugar a futuros incrementos del stock de capital (en este primer periodo este stock es fijo -ver ecuación (7)-).

El aumento del precio de los factores productivos da lugar a un incremento de precios de un 2.5 por cien en el sector manufacturero [ver ecuación (1)]. Asimismo, como la subida salarial afecta por igual a todos los sectores, ésta produce también un incremento en los precios de los bienes de los otros dos sectores de la economía. Estos incrementos de precios se ven reforzados, además, por el hecho de que tanto el aumento del empleo total como el de los salarios, como el de los beneficios derivados del capital implican un incremento en la renta disponible de las familias tanto en términos nominales (3.2 por cien) como reales (1.8 por cien) y, por tanto, del consumo [ver ecuaciones (12) y (14)].

Es importante subrayar que la producción del sector manufacturero crece un 2.9 por cien como consecuencia del aumento de las exportaciones. Sin embargo, las exportaciones de los otros dos sectores de la economía, caen en este primer año, como consecuencia del incremento de los precios y la consiguiente pérdida de competitividad. Pero, en estos últimos, se produce un ligero aumento del output debido al incremento del consumo interno, de la demanda intermedia y de la de inversión, que compensan la caída de sus exportaciones.

4.2. Resultados del periodo 50

En el período 50, se puede observar cómo el aumento de las exportaciones en el sector manufacturero con respecto al año base se va acercando gradualmente al *shock*

establecido (8.7 por cien en el sector manufacturero). En los otros dos sectores también se observa una mejora, puesto que se van acercando al nivel de exportaciones inicial debido a la ganancia de competitividad motivada por el descenso de los precios, que vuelven a largo plazo a su nivel inicial. No obstante, las exportaciones en el periodo 50 son un 1.4 por cien inferiores a las del año base en el sector no manufacturero y un 1.7 por cien en servicios.

La producción crece en los tres sectores, si bien este crecimiento es mayor, como es normal, en el manufacturero: un 7.4 por cien, frente a un 4.2 por cien en el sector no manufacturero y un 2.9 por cien en servicios. Ello da lugar a un aumento de la demanda de factores, capital y trabajo.

Por una parte, la mayor demanda de trabajo da lugar a un incremento del empleo total (3.6 por cien). El crecimiento vuelve a ser mas fuerte en el sector manufacturero (6.8 por cien). La tendencia creciente es constante a lo largo de los 50 años analizados. Unido al aumento de puestos de trabajo se produce, en los tres primeros años, una reducción del desempleo con respecto a las cifras del año base. A partir del cuarto año el desempleo total comienza de nuevo a crecer, al tiempo que aumentan también la población total y la población activa. La tasa de desempleo se reduce hasta el periodo 7 y, a partir de ahí, empieza a aumentar retornando gradualmente a su posición de equilibrio inicial. Ello tiene su reflejo en la evolución de los salarios reales y nominales que aumentan de forma importante y continuada hasta los períodos 7 y 5, respectivamente. A partir de ese momento, se puede observar cómo los salarios inician un leve descenso. El incremento inicial en los salarios reales tiene lugar a pesar del aumento de la población activa, como ya se ha indicado. Sin embargo, después del periodo 7, el retorno de la tasa de paro hacia su posición inicial, mueve los salarios hacia sus niveles iniciales de equilibrio. No obstante, la rigidez del mercado de trabajo regional queda patente en el hecho de que en el periodo 50 el salario nominal es todavía un 1.3 por cien mas alto que en el año base y el salario real, un 0.7 por cien mayor.

En cuanto al factor capital, en el período 1 el stock de capital era fijo, pero a partir del periodo 2 empieza a aumentar con respecto al stock del año base, especialmente en el sector manufacturero donde, al final del periodo 50, el aumento es de un 7.4 por cien, mientras en los sectores no manufacturero y de servicios el aumento

es de un 4.3 y un 3.1 por cien respectivamente [ver ecuación (7)]. Este ajuste del stock de capital se produce porque el aumento de la rentabilidad del capital genera un incremento del stock deseado, de tal forma que éste supera al existente realmente. De esta manera se produce, en periodos sucesivos, una demanda de inversión neta que se traduce en los mencionados incrementos de la capacidad productiva disponible [ver ecuaciones (15) y (16)]. Esto tendrá su efecto sobre las rentas del capital, que deberían reducirse, como realmente ocurre, aproximándose al valor del año base; un valor que no se alcanza en el período 50, en el que estas rentas son aún un 0.6 por cien más elevadas que sus valores originales. El ajuste finalizaría cuando en una nueva situación de equilibrio, el stock de capital deseado coincidiera con el real.

La reducción del precio de los factores conduce a la reducción de los precios del output, que tienden a volver a los niveles del equilibrio inicial aunque, de nuevo, al final del período aquí considerado los precios de la producción de los diferentes sectores son todavía más altos que los del año base. Dada la evolución ya vista de salarios y rentas del capital, se puede decir que a esta tendencia decreciente de los precios contribuyen más estas últimas.

Al final, en el largo plazo, se alcanzaría un nuevo equilibrio en el cual volverían a sus valores iniciales los salarios nominales y reales y las rentas del capital, los precios de los bienes y servicios, el nivel de desempleo y su tasa correspondiente, la tasa de actividad y las exportaciones de los sectores distintos al de manufacturas.

Al mismo tiempo, acompañando al incremento a largo plazo en las exportaciones del sector manufacturero se observa un crecimiento del PIB regional, del output en todos los sectores, de la capacidad productiva o stock de capital de la economía, de la población total y la población activa, del empleo, de la renta disponible de la región, del consumo y de la inversión.

4.3. Análisis de sensibilidad

Una vez analizados los resultados obtenidos al simular, con datos para la economía asturiana, un incremento de las exportaciones de manufacturas regionales de un 10 por cien, vamos a proceder a continuación a realizar un análisis de sensibilidad a

través del cual se pretende observar como, ante este mismo shock exógeno, los resultados se modifican al introducir valores distintos para la elasticidad a L/P del salario real con respecto al desempleo.

Para dicha elasticidad se había tomado el valor -1.2 para la economía asturiana, valor estimado por el MOISEES como ya se ha indicado en el epígrafe correspondiente a la parametrización del modelo. En el propio MOISEES se indica que este valor es muy elevado y, de hecho, si se compara con el valor adoptado para la economía escocesa en AMOS, se observa que efectivamente es así. Se ha considerado interesante, por lo tanto, comparar los resultados alcanzados previamente al cabo de 50 años, con los obtenidos en el mismo período de tiempo cuando los valores de esta elasticidad son inferiores. En concreto, se tomarán el valor -0.113 , que es el correspondiente a la economía escocesa utilizado en AMOS⁵, y otro intermedio entre ambos, -0.6 .

Comparando los resultados alcanzados en el período 50 se aprecia como, cuanto menor es el valor de la elasticidad, mayor es el crecimiento de las exportaciones regionales de manufacturas, acercándose en mayor medida al shock establecido en la simulación. Esto se debe a que, con elasticidades más pequeñas, el incremento de precios que tiene lugar en la región es más bajo y, como consecuencia, la pérdida de competitividad de las exportaciones no es tan grande. Una mayor demanda externa para las manufacturas regionales genera un mayor crecimiento de su output y, por lo tanto, un incremento también mayor de la demanda de trabajo y del empleo en el sector.

Igualmente, un menor aumento de los precios da lugar a un mejor comportamiento de las exportaciones en los otros dos sectores de la economía. Estas están en el período 50 por debajo del valor del año base, pero más cerca del mismo cuanto más baja es la elasticidad. Esta mejor evolución de la demanda externa para los sectores no manufacturero y de servicios produce, a su vez, un mayor aumento de sus outputs respectivos así como del empleo en los mismos. Por supuesto, a este mayor crecimiento del output regional contribuye también la mayor demanda interna de consumo e inversión.

⁵ El parámetro utilizado en AMOS procede de la estimación realizada por Layard et al. (1991) utilizando datos regionales del Reino Unido.

A pesar del mayor crecimiento de la demanda de trabajo en la economía regional y la mayor reducción del desempleo con respecto al año base, los salarios nominales y reales aumentan menos, lo que está reflejando una sensibilidad mucho menor de los mismos ante una mejora en el mercado laboral, tal y como cabe esperar al tomar valores más bajos para la elasticidad a L/P del salario real con respecto al desempleo.

Por otra parte, las rentas del capital experimentan un crecimiento menor en relación al valor del año base cuanto menor es también dicha elasticidad, al ser mayor el aumento de la capacidad productiva, o stock de capital, en todos los sectores.

Al crecer menos los precios de los factores productivos, crecen también menos los precios de los bienes y servicios regionales, aspecto ya mencionado en relación con la menor pérdida de competitividad de éstos.

Por último, si nos fijamos en otras variables macroeconómicas tales como el PIB, el consumo y la inversión, observamos como su crecimiento es también mayor cuanto menor es el valor adoptado por la elasticidad. La evolución más favorable de salarios y precios permite un mayor crecimiento de la demanda interna y externa, del PIB y del empleo.

En definitiva, se puede decir que cuanto menor es el valor de la elasticidad mejores son los resultados obtenidos por la economía regional ante un shock exógeno determinado, y viceversa. Cuanto más fuerte es la respuesta salarial -con un aumento de los salarios nominales y reales- ante una mejora de la situación económica -con un aumento del empleo y un descenso del paro-, mayor es la presión sobre los precios de los productos regionales y la consiguiente pérdida de competitividad de la economía, con lo cual ésta efectúa un peor aprovechamiento de esa coyuntura favorable.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado una aplicación de un modelo de equilibrio general computable a la economía de Asturias, MEGA. El modelo que se ha utilizado en concreto es una variante de AMOS, un modelo micro-macro para Escocia. La

aportación que aquí se realiza consiste, por tanto, en el hecho de que es la primera vez que se realiza un análisis de equilibrio general para esta región.

Para ello ha sido necesario especificar numéricamente los parámetros incluidos en las funciones del modelo. Esto ha implicado, por un lado, la elaboración previa de la SAM de Asturias, cuyos datos constituyen un primer tipo de parámetros (Argüelles, M. y Benavides, C, 2003). Un segundo tipo lo forman los valores por defecto. En nuestro caso, para obtener estos últimos se ha recurrido a tomar valores ya estimados en modelos macroeconómicos existentes en España y, para aquellos parámetros no estimados en dichos modelos, a la estimación propia.

Una vez preparado el modelo, se ha realizado una simulación que permitiese constatar la bondad del mismo, como efectivamente ha sido. En concreto, se ha analizado el impacto de un posible incremento de las exportaciones de manufacturas sobre las principales variables macroeconómicas de la región.

Al proceder a la parametrización del modelo se observó que la elasticidad a largo plazo del salario real con respecto al desempleo presentaba un elevado valor en términos absolutos, muy superior al utilizado, por ejemplo, en la aplicación de este modelo a la economía escocesa. Esto ha llevado a la realización de un análisis de sensibilidad que permitió observar la diversidad de los impactos producidos por un mismo *shock* exógeno ante distintos valores para dicha elasticidad.

En conclusión, cabe destacar que ésta ha sido una primera aproximación a este tipo de análisis para Asturias, en la que se ha introducido un determinado shock de demanda. Queda abierta la posibilidad para el desarrollo futuro de estudios que analicen el impacto de políticas económicas concretas que puedan llevarse a cabo en la región. Por otra parte, la complejidad del modelo y la información obtenida a partir del mismo pueden aumentar con una mayor desagregación de los sectores productivos de la economía, puesto que en la actual especificación del modelo se trabaja únicamente con tres sectores.

CUADRO 1. Impacto de un aumento del 10 por cien en las exportaciones regionales de manufacturas.

	% Variación con respecto al año base		
	Periodo 1	Periodo 25	Periodo 50
PIB	0.338	3.133	4.263
Valor Añadido			
Manufacturas	1.536	5.917	7.041
No Manufacturas	-0.181	2.725	4.001
Servicios	-0.232	1.648	2.756
Consumo	1.836	3.650	4.633
Inversión	1.239	3.800	4.712
Exportaciones			
Manufacturas	4.657	7.988	8.748
No Manufacturas	-3.261	-2.297	-1.431
Servicios	-3.696	-2.685	-1.675
Output:			
Manufacturas	2.935	6.451	7.375
No Manufacturas	0.266	3.046	4.201
Servicios	0.006	1.818	2.862
Precios del Output:			
Manufacturas	2.521	0.928	0.574
No Manufacturas	1.671	1.168	0.723
Servicios	1.901	1.371	0.848
Salarios:			
Nominal	2.494	2.151	1.328
Real	1.096	1.191	0.731
Empleo:			
Total	0.288	2.325	3.633
Manufacturas	2.956	5.468	6.759
No Manufacturas	-0.355	2.281	3.723
Servicios	-0.441	1.218	2.487
Desempleo	-0.847	1.074	2.850
Tasa de desempleo	-0.904	-0.982	-0.605
Población Total	0.000	2.014	3.437
Población Activa	0.057	2.076	3.476
Tasa de Actividad	0.057	0.061	0.038
Rentas capital:			
Manufacturas	6.446	0.959	0.594
No Manufacturas	2.022	0.984	0.609
Servicios	1.908	0.962	0.597
Stock capital:			
Manufacturas	0.000	6.425	7.358
No Manufacturas	0.000	3.191	4.292
Servicios	0.000	2.135	3.060

CUADRO 2. Resultados del análisis de sensibilidad en el periodo 50 considerando diferentes elasticidades a L/P del salario real con respecto al desempleo

	% Variación con respecto al año base		
	Elast=-0.113	Elast=-0.6	Elast=-1.2
PIB	5.436	4.545	4.263
Valor Añadido			
Manufacturas	8.259	7.337	7.041
No Manufacturas	5.336	4.322	4.001
Servicios	3.875	3.023	2.756
Consumo	5.540	4.844	4.633
Inversión	5.640	4.933	4.712
Exportaciones			
Manufacturas	9.591	8.954	8.748
No Manufacturas	-0.475	-1.198	-1.431
Servicios	-0.555	-1.401	-1.675
Output:			
Manufacturas	8.369	7.616	7.375
No Manufacturas	5.402	4.490	4.201
Servicios	3.910	3.112	2.862
Precios del Output:			
Manufacturas	0.186	0.480	0.574
No Manufacturas	0.238	0.605	0.723
Servicios	0.278	0.708	0.848
Salarios:			
Nominal	0.412	1.099	1.328
Real	0.215	0.601	0.731
Empleo:			
Total	5.017	3.968	3.633
Manufacturas	8.182	7.107	6.759
No Manufacturas	5.262	4.096	3.723
Servicios	3.804	2.804	2.487
Desempleo	2.569	2.682	2.850
Tasa de desempleo	-1.883	-0.993	-0.605
Población Total	4.416	3.648	3.437
Población Activa	4.537	3.712	3.476
Tasa de Actividad	0.116	0.062	0.038
Rentas capital:			
Manufacturas	0.214	0.503	0.594
No Manufacturas	0.226	0.519	0.609
Servicios	0.223	0.508	0.597
Stock capital:			
Manufacturas	8.346	7.596	7.358
No Manufacturas	5.412	4.558	4.292
Servicios	3.955	3.270	3.060

BIBLIOGRAFIA

- Arango Fernández, J. (1999), *La protección por desempleo en España*, Consejo Económico y Social, Madrid.
- Argüelles, M. y Benavides, C. (2003), “Una Matriz de Contabilidad Social para Asturias” en *Investigaciones Regionales* nº 2, pp. 165-171.
- Armington, P., (1969), “A theory of demand for products distinguished by place of production”, *IMF Staff Papers*, vol.16, pp. 157-178.
- Gillespie, G., McGregor, P., Swales, J.K. and Yin, Y.P. (2000), “The Regional Employment Impact of Foreign Direct Investment: An Ownership-Disaggregated Computable General Equilibrium Analysis”, *Strathclyde Papers In Economics* 2000/1, Department of Economics, University of Strathclyde, Glasgow.
- Harrigan, F., McGregor, P.D., Dourmashkin, N. and Swales, J.K., (1992), “Imperfect competition in regional labour markets: A computable general equilibrium analysis”, *Environment and Planning* 24, pp. 1463- 1481.
- Harrigan, F., McGregor, P.D., Dourmashkin, N., Perman, R., Swales, J.K. and Yin, Y.P., (1991), “AMOS: A Macro-Micro Model of Scotland”, *Economic Modelling*, vol.10, pp.424-479.
- Hertel, T.W. and Mount, T.D., (1985), “The pricing of natural resources in a regional economy”, *Land Economics* 61, pp. 229-243.
- Jones, R., and Whalley, J., (1990), “Regional balance sheets of gains and losses from national policies”, *Regional Science and Urban Economics* 20, pp. 421-435.
- Layard, R., Nickell, S. and Jacman, R. (1991), *Unemployment: Macroeconomic Performance and the labour Market*, Oxford University Press, New York.
- Learmonth, D., McGregor, P.D., Swales, J.K., Turner, K.R. and Yin, Y.P., (2002), “Modelling the Economic and Environmental Impacts of Population Policy in Jersey: a Multi-Period Computable General Equilibrium Analysis”, **Revista**,
- Li, P. and Rose, A., (1995), “Global warming policy and the Pennsylvania economy: A computable general equilibrium analysis”, *Economic Systems Research*, 7, pp. 151-171.
- McGregor, P.G., Swales, J.K. y Yin, Y.P. (1996), “A Long-Run Interpretation of Regional Input-Output Analysis”, *Journal of Regional Science*, Vol. 36, number 3, pp. 479-501.

- McGregor, P.G., McVittie, E.P, Swales, J.K., and Yin, Y.P. (2000), "Skill-Based Demand Shifts: A Regional CGE Analysis", *Strathclyde Papers In Economics* 2000/9, Department of Economics, University of Strathclyde, Glasgow.
- Molinas, C., Ballabriga, F.C., Canadell, E., Escribano, A., López, E., Manzanedo, L., Mestre, R., Sebastián, M. y Taguas, D., (1990), *MOISEES: Un modelo de investigación y simulación de la economía española*, Instituto de Estudios Fiscales, ed. Antoni Bosch.
- Morgan, W., Mutti, J. and Partridge, M., (1989), "A regional general equilibrium model of the United States: Tax effects on factor movements and regional production", *The Review of Economics and Statistics* 71, pp. 626-635.
- Partridge, M.D. and Rickman, D.S., (1998), "Regional Computable General Equilibrium Modelling", *International Regional Science Review*, vol.21, number 3, pp. 205-248.
- SADEI (Sociedad Asturiana de Estudios Industriales) (1998): *Cuentas Regionales de Asturias, 1995*, Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias, Oviedo.
- Sosvilla-Rivero, S. and Herce, J.A., (1994), "HERMIN-S4: A four-sector structural model of Spanish Economy for análisis of COMMUNITY SUPPORT FRAMEWORKS", *Documento de trabajo, Foundation for Applied Economics Studies and Universidad Complutense of Madrid*, number 94-08.
- Waters, E., Holland, D.W. and Weber, B.A., (1997), "Economic impacts of a property tax limitation: A computable general equilibrium analysis of Oregon's Measure 5", *Land Economics* 73, pp. 72-89.

ANEXO. UNA VERSIÓN CONDENSADA DEL MODELO

Modelo a corto/plazo	Ecuaciones
(1) Precio del output	$p_i = p_i(W_n, W_{ki})$
(2) Índice de precios al consumo	$cpi = \sum_i \theta_i p_i + \sum_i \theta_i^{\text{re}} \bar{p}_i^{\text{re}} + \sum_i \theta_i^{\text{rm}} \bar{p}_i^{\text{rm}}$
(3) Índice de precios del capital	$kpi = \sum_i \gamma_i p_i + \sum_i \gamma_i^{\text{re}} \bar{p}_i^{\text{re}} + \sum_i \gamma_i^{\text{rm}} \bar{p}_i^{\text{rm}}$
(4) Coste de uso del capital	$uck = uck(kpi)$
(5) Salarios	$W_n = W_n(N/L, cpi, t_n)$
(6) Población Activa	$L = \bar{L}$
(7) Oferta de capital	$K_i^S = \bar{K}_i^S$
(8) Demanda de Trabajo	$N_i^d = N_i^d(Q_i, W_n, W_{ki})$
(9) Demanda de Capital	$K_i^d = K_i^d(Q_i, W_n, W_{ki})$
(10) Equilibrio en el Mercado de Trabajo	$N^S = \sum_i N_i^d = N$
(11) Equilibrio en el Mercado de Capital	$K_i^S = K_i^d$
(12) Renta de las familias	$Y = \Psi_t N W_n (1 - t_n) + \Psi_k \sum_i K_i W_{ki} (1 - t_k) + \bar{T}$
(13) Demanda de bienes	$Q_i = C_i + I_i + G_i + X_i$
(14) Demanda de consumo	$C_i = C_i(p_i, \bar{p}_i^{\text{re}}, \bar{p}_i^{\text{rm}}, Y, cpi)$
(15) Stock de capital deseado	$K_i^* = K_i^d(Q_i, W_n, uck)$
(16) Ajuste del stock de capital	$\Delta K_i = \lambda_i (K_i^* - K_i)$
(17) Demanda de inversión	$I_i = I_i(p_i, \bar{p}_i^{\text{re}}, \bar{p}_i^{\text{rm}}, Y, \sum_i b_{ij} \Delta K_j)$
(18) Demanda del Gobierno	$G_i = \bar{G}_i$
(19) Demanda de exportación	$X_i = X_i(p_i, \bar{p}_i^{\text{re}}, \bar{p}_i^{\text{rm}}, \bar{D}^{\text{re}}, \bar{D}^{\text{rm}})$
Modelo multi-período	Ecuaciones de ajuste
(20) Población Activa	$L_t = L_{t-1} + nmg_{t-1}$
(21) Migración neta	$\frac{nmg}{L} = nmg(W/cpi, W^{\text{re}}/cpi^{\text{re}}, u, u^{\text{re}})$
(22) Stock de capital	$K_{i,t}^S = (1 - d_i) K_{i,t-1}^S + \Delta K_{i,t-1}$

NOTACIONES

Actividades, bienes

i, j son actividades / bienes

Sectores con los que comercia la región

re= resto de España, rm= resto del mundo

Funciones

$p(.)$	Función de coste CES
uck	Fórmula del coste del uso del capital
$K^d(.), N^d(.)$	Funciones de demanda de factores CES
$C(.), I(.), X(.)$	Funciones de demanda de consumo, inversión y exportación, homogéneas en grado cero en precios y en uno en cantidades.

Variables

C	Consumo
D	Demanda exógena de exportaciones
G	Demanda del Gobierno de bienes locales
I	Demanda de inversión de bienes locales
ΔK	Demanda de inversión por actividad
K^d, K^s, K, K^*	Demanda de capital, oferta de capital, capital empleado y stock de capital deseado
L	Población activa
$N^d, N^s, N,$	Demanda de trabajo, oferta de trabajo y trabajo empleado
p	Precio del bien / actividad
Q	Bien / actividad
T	Transferencias nominales desde fuera de la región
W_n, W_k	Salario, rentas del capital (beneficios)
X	Exportaciones
Y	Renta nominal de las familias
b	Elementos de la matriz de capital
cpi, kpi	Índices de precios al consumo y al capital, respectivamente
d	Depreciación física
t_n, t_k	Tipo impositivo directo medio sobre las rentas del trabajo y del capital, respectivamente
u	Tasa de paro
ψ	Parte de la renta de los factores retenida en la región
θ	Pesos del consumo
γ	Pesos del capital
λ	Parámetro de ajuste del stock del capital