

**EJEMPLO EMPIRICO SOBRE ESTIMACION DE  
SISTEMAS DE ECUACIONES  
UTILIZANDO EL SOFTWARE LIBRE GRETL**



**INFLACION Y GRADO DE APERTURA.  
Ejemplo de estimación por MC2E con Gretl.**

Marta Regúlez (UPV-EHU)

# Fichero de datos y variables

---

Datos del fichero de muestra en gretl openness.gdt  
Son los datos utilizados en el libro de Wooldridge (ejemplo 16.6)  
Son datos de sección cruzada, 114 países.

Archivo → Abrir datos → Archivo de muestra

Algunas de las variables que se muestran en el fichero son:

open = Importaciones en % del GDP

Inf = Inflación media anual

Pcinc = Renta per cápita en \$ USA

land = Extensión del país, en millas al cuadrado

oil = 1 si es productor de petróleo, 0 en otro caso

lpcinc =  $\log(\text{pcinc})$

lland =  $\log(\text{land})$

# Modelo en Forma Estructural

---

Romer en su artículo "Inflación y grado de apertura" (Romer, D. (1993) "Openness and Inflation: Theory and Evidence" Quarterly Journal of Economics) propone un modelo teórico de inflación que implican que los países más abiertos deberían tener tasas de inflación más bajas.

Su análisis empírico explica las tasas anuales medias de inflación (desde 1973) ("inf") en términos de la proporción media de las importaciones en el PIB (o PNB) desde 1973, lo cual es su medida del grado de apertura. Si bien Romer no especifica ambas ecuaciones en un sistema de ecuaciones simultáneo, tiene presente un sistema de dos ecuaciones, donde "inf" y posiblemente "open" son variables endógenas.

## Forma Estructural

$$\begin{aligned} Inf &= \gamma_{11} + \beta_{12}open + \gamma_{12}lpcinc + u_1 \\ Open &= \gamma_{21} + \beta_{21}inf + \gamma_{22}lpcinc + \gamma_{23}lland + u_2 \end{aligned}$$

# Modelo en Forma Estructural

---

Las variables exógenas se suponen que son "lpcinc" que es el logaritmo de la renta per cápita en dólares U.S.A de 1980 y "lland", el logaritmo de la superficie del país en millas cuadradas (también supuesta exógena).

La primera ecuación estructural es la ecuación de interés, con la hipótesis de que  $\beta_{12} < 0$  (las economías más abiertas tienen unas tasas de inflación más bajas).

La segunda ecuación refleja el hecho de que el grado de apertura podría depender de la tasa de inflación media, así como de otros factores.

La variable "lpcinc" aparece en ambas ecuaciones, pero se supone que "lland" sólo aparece en la segunda ecuación recogiendo un efecto tamaño de país. La hipótesis de Romer es que, manteniendo el resto de factores constantes, es probable que un país más pequeño tenga un grado de apertura mayor, tal que se espera que  $\gamma_{23} < 0$ .

# Identificación

---

La primera ecuación está identificada, siempre y cuando se satisfaga la condición de rango, esto es  $\gamma_{23} \neq 0$ .

La segunda ecuación no está identificada porque contiene ambas exógenas, por lo que no se satisface la condición de orden. Pero estamos interesados en la primera.

Podemos estimar esta ecuación aislada por un método de información limitada como es Mínimos Cuadrados en 2 Etapas (MC2E). Primeramente estimamos la Forma Estructural por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

# Estimación por MCO

---

Procedemos a estimar la primera ecuación por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, ignorando que pueda existir un problema de simultaneidad entre open e inf.

Modelo → Mínimos Cuadrados Ordinarios

Modelo 1: estimaciones MCO utilizando las 114 observaciones 1–114  
Variable dependiente: inf

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico <i>t</i>	valor p
const	25,1040	15,2052	1,6510	0,1016
open	-0,215070	0,0946289	-2,2728	0,0250
lpcinc	0,0175673	1,97527	0,0089	0,9929

gretl

Archivo Utilidades Sesión Datos Muestra Variable Modelo Ayuda

Openness.raw

ID #	Nombre de variable	Etiqueta descriptiva
0	const	constante generada automáticamente
1	open	
2	inf	
3	pcinc	
4	land	
5	oil	
6	good	
7	lpcinc	
8	lland	
9	lopen	
10	linf	
11	opendec	
12	linfdec	

Mínimos cuadrados ordinarios...  
 Mínimos cuadrados ponderados...  
 Corregido de heterocedasticidad...  
 Serie temporal  
 Mínimos cuadrados en dos etapas...  
 logit...  
 Probit...  
 Tobit...  
 Poisson...  
 Logístico...  
 Mínima desviación absoluta...  
 Correlación por Rangos...  
 MCO Combinados (panel)...  
 Mínimos cuadrados no lineales...  
 Máxima verosimilitud...  
 Ecuaciones simultáneas...  
 MCO de alta precisión...

Sin fecha: Rango completo 1 - 114

Inicio | gretl | gretl: especificar mod... | openess - Microsoft ... | ES | 18:19

gretl: especificar modelo

MCO

Variable dependiente

Elegir -> inf

Selección por defecto

Variables independientes

const  
open  
lpcinc

Añadir ->

<- Quitar

Desviaciones típicas robustas [configurar](#)

Aceptar Limpia Cancelar Ayuda

Inicio | gretl | gretl: especificar mod... | openess - Microsoft ... | ES 18:02



# Comentarios de resultados MCO

---

El signo obtenido para el coeficiente que acompaña a Open es el esperado tal que parece haber evidencia de que las economías más abiertas tienen unas tasas de inflación más bajas. Esta conclusión puede no ser adecuada si la variable open es endógena, por lo que el estimador MCO no sería consistente.

Estimamos ahora esta ecuación por un método de variables instrumentales, Mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E).

Modelo → Otros modelos lineales → Mínimos cuadrados en dos etapas

gretl

Archivo Utilidades Sesión Datos Muestra Variable Modelo Ayuda

Openness.raw

ID #	Nombre de variable	Etiqueta descriptiva
0	const	constante generada automáticamente
1	open	
2	inf	
3	pcinc	
4	land	
5	oil	
6	good	
7	lpcinc	
8	lland	
9	lopen	
10	linf	
11	opendec	
12	linfdec	

Mínimos cuadrados ordinarios...  
Mínimos cuadrados ponderados...  
Corregido de heterocedasticidad...  
Serie temporal  
Mínimos cuadrados en dos etapas...  
logit...  
Probit...  
Tobit...  
Poisson...  
Logístico...  
Mínima desviación absoluta...  
Correlación por rangos...  
MCO Combinados (panel)...  
Mínimos cuadrados no lineales...  
Máxima verosimilitud...  
Ecuaciones simultáneas...  
MCO de alta precisión...

Sin fecha: Rango completo 1 - 114

Inicio gretl ES 16:23

Mínimos cuadrados en dos etapas

- const
- open
- inf
- pcinc
- land
- oil
- good
- lpcinc
- lland
- lopen
- linf
- opendec
- linfdec

Variable dependiente

Elegir ->

inf

Selección por defecto

Instrumentos

- const
- lpcinc
- lland

Añadir ->

<- Quitar

Variables independientes

- const
- open
- lpcinc

Añadir ->

<- Quitar

Desviaciones típicas robustas [configurar](#)

Aceptar

Limpiar

Cancelar

Ayuda

# Comentarios de resultados MC2E

---

Modelo 1: estimaciones MC2E utilizando las 114 observaciones 1–114

Variable dependiente: inf

Instrumentos: const lland lpcinc

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico <i>t</i>	valor p
const	26,8993	15,4012	1,7466	0,0807
open	-0,337487	0,144121	-2,3417	0,0192
lpcinc	0,375823	2,01508	0,1865	0,8520

Los resultados obtenidos son similares a los de MCO. El signo obtenido para el coeficiente que acompaña a Open también indica que las economías más abiertas tienen unas tasas de inflación más bajas. Además, sigue siendo significativamente distinto de cero al 5% de significación.

# Forma equivalente de obtener las estimaciones MC2E

---

- **1ª etapa:** Estimación de la Forma Reducida para open

Modelo 2: estimaciones MCO utilizando las 114 observaciones 1–114  
Variable dependiente: open

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico <i>t</i>	valor p
const	117,085	15,8483	7,3878	0,0000
lpcinc	0,546479	1,49324	0,3660	0,7151
lland	-7,5671	0,814216	-9,2937	0,0000

- Añadimos al conjunto de datos los valores ajustados de open en la estimación de la forma reducida → openhat

Guardar → valores estimados

- **2ª etapa:** Estimación de la ecuación estructural por MCO pero incluyendo openhat en lugar de open como variable explicativa en la regresión.

gretl: modelo 10

Archivo Editar Contrastes Gráficos Datos del modelo LaTeX

Modelo 10: estimaciones MCO  
 utilizando las 114 observaciones 1-114  
 Variable dependiente: open

VARIABLE	COEFICIENTE	DES.V. TÍP.	ESTAD.T	2Prob (t >  T )
const	117,085	15,8483	7,388	< 0,00001 ***
lpcinc	0,546479	1,49324	0,366	0,715085
lland	-7,56710	0,814216	-9,294	< 0,00001 ***

Media de la var. dependiente = 37,0789  
 D.T. de la var. dependiente = 23,7535  
 Suma de cuadrados de los residuos = 35151,8  
 Desviación típica de los residuos = 17,7956  
 R-cuadrado = 0,448668  
 R-cuadrado corregido = 0,438734  
 Estadístico F (2, 111) = 45,1654 (valor p < 0,00001)  
 Log-verosimilitud = -488,439  
 Criterio de información de Akaike (AIC) = 982,878  
 Criterio de información Bayesiano de Schwarz (BIC) = 991,087

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 7 (lpcinc)

Cerrar

gretl: atribut...

nombre de la variable: openhat

descripción:

valores ajustados de open en F.R.

Aceptar Cancelar

MCO

- const
- open
- inf
- pcinc
- land
- oil
- good
- lpcinc**
- lland
- lopen
- linf
- opendec
- linfdec
- openhat

Variable dependiente

Elegir ->

inf

Selección por defecto

Variables independientes

- const
- openhat
- lpcinc

Añadir ->

<- Quitar

Desviaciones típicas robustas

configurar

OK

Clear

Cancel

Help

# Forma equivalente de obtener las estimaciones MC2E

---

Estimaciones MCO utilizando las 114 observaciones 1-114  
Variable dependiente: inf

Variable	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico <i>t</i>	valor p
const	26,8993	15,2588	1,7629	0,0807
openhat	-0,337487	0,142788	-2,3635	0,0198
lpcinc	0,375823	1,99645	0,1882	0,8510

Si comparamos estos resultados con los obtenidos anteriormente utilizando la opción MC2E, vemos que obtenemos las mismas estimaciones de los coeficientes, como era de esperar. Pero las desviaciones típicas han cambiado y estas últimas no son las adecuadas. La razón está en el cálculo de la suma de cuadrados residual en esta segunda etapa. Al considerar como regresor a openhat también se utiliza esta variable en el cómputo de los residuos, cuando se debería de utilizar la variable open.



# Otros resultados mostrados en la estimación por MC2E

---

- Contraste de Hausman

Hipótesis nula: Los estimadores de MCO son consistentes. Estadístico de contraste asintótico:  
Chi-cuadrado(1) = 1,35333 valor p = 0,244697

- Contraste de Instrumento débil

Estadístico F de la primera etapa  
 $F(1, 111) = 86,3734$

# Bondad de los instrumentos

---

El valor  $F(1, 111) = 86,3734$  corresponde al cuadrado del estadístico  $t$  para contrastar la significatividad individual de la variable  $lland$  en la ecuación correspondiente a la variable  $open$  de la Forma reducida.

Por lo tanto, un valor significativo indica que este instrumento presenta una correlación significativa con la variable a la que hace de instrumento, en este caso  $open$ . Se considera esta una condición necesaria para ser un instrumento adecuado o, equivalentemente, no ser un instrumento débil.

# Contraste de Hausman

---

El resultado del contraste de Hausman parece señalar que no hay evidencia de que la variable *open* sea endógena, ya que no se rechaza la hipótesis nula.

Eso indicaría que la diferencia entre las estimaciones obtenidas entre el estimador MCO y MC2E no es estadísticamente significativa. Y que ambos estimadores serán consistentes siendo MCO más eficiente asintóticamente.

# Forma equivalente

## de realizar el contraste de Hausman

---

- 1. Se estima por MCO la ecuación de la Forma Reducida para OPEN (posible endógena que está como explicativa en la ecuación estructural) y se guardan los residuos.
- 2. Estos residuos se incluyen como regresor en la ecuación estructural junto con el resto de variables explicativas y se estima por MCO.
- 3. El contraste de Hausman sería equivalente a contrastar si el coeficiente de ese residuo es o no significativamente distinto de cero.
- 4. Si lo es se rechazaría la hipótesis nula de que la variable OPEN no estuviera correlacionada con el error de la ecuación estructural indicando evidencia de endogeneidad de esa variable.