

ECONOMETRIA

Segunda edición

Damodar N. Gujarati

*Bernard M. Baruch College
City University of New York*

Traducción

Victor Manuel Mayorga Torrado

M.s. en Economía

University of Nevada

Catedrático

*Universidad Colegio Mayor
de Nuestra Señora del Rosario*

Con la colaboración de Orión Traducciones Ltda.

SALA DE LECTURA

McGRAW-HILL

MÉXICO • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA
LISBOA • MADRID • NUEVA YORK • PANAMÁ • SAN JUAN
SANTAFÉ DE BOGOTÁ • SANTIAGO • SÃO PAULO
AUCKLAND • HAMBURGO • LONDRES • MILÁN • MONTREAL
NUEVA DELHI • PARÍS • SAN FRANCISCO • SINGAPUR
ST. LOUIS • SIDNEY • TOKIO • TORONTO

CONTENIDO

Introducción	1
Parte I Modelos uniecuacionales de regresión	11
1 La naturaleza del análisis de regresión	13
1.1 Origen histórico del término “regresión”	13
1.2 Interpretación moderna de la regresión	14
1.3 Relaciones estadísticas vs. relaciones determinísticas	18
1.4 Regresión vs. causación	19
1.5 Regresión vs. correlación	19
1.5 Terminología y notación	21
1.7 Naturaleza y fuentes de información para el análisis econométrico	22
Tipos de datos	
Fuentes de datos	
Exactitud de los datos	
1.8 Resumen y conclusiones	25
Ejercicios	26
2 Modelos de regresión con dos variables: algunas ideas básicas	28
2.1 Ejemplo hipotético	28
2.2 Concepto de la función de regresión poblacional (FRP)	31
2.3 Significado del término “lineal”	33
Linealidad en las variables	
Linealidad en los parámetros	
2.4 Especificación estocástica de la FRP	34
2.5 La significancia del término de “perturbación estocástica”	35
2.6 Función de regresión muestral (FRM)	37
2.7 Resumen y conclusiones	41
Ejercicios	42

3	El modelo de regresión con dos variables: El problema de la estimación	47
3.1	El método de mínimos cuadrados ordinarios Principio de los mínimos cuadrados	47
3.2	El modelo de regresión lineal clásico: Supuestos fundamentales del método de mínimos cuadrados ordinarios	54
3.3	Errores de precisión o errores estándar de los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios	63
3.4	Propiedades de los estimadores de mínimos cuadrados: El teorema de Gauss-Markov	65
3.5	Coefficiente de determinación r^2 : Medida de la "bondad del ajuste"	67
3.6	Un ejemplo numérico	73
3.7	Un ejemplo ilustrativo: La demanda de café en los Estados Unidos	75
3.8	Listado de computador para la función de demanda de café	77
3.9	Resumen y conclusiones	77
	Ejercicios	79
	Apéndice 3A	84
3A.1	Derivación de los estimadores de mínimos cuadrados	84
3A.2	Las propiedades de linealidad e insesgamiento de los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios	84
3A.3	Varianzas y errores estándar de los estimadores mínimos cuadrados ordinarios	85
3A.4	El estimador de mínimos cuadrados para σ^2	86
3A.5	La propiedad de la varianza mínima de los estimadores con mínimos cuadrados	87
3A.6	Listado SAS para la función de demanda de café (3.7.1)	89
4	El supuesto de normalidad: El modelo clásico de regresión lineal normal	91
4.1	La distribución probabilística de las perturbaciones μ_i	91
4.2	El supuesto de normalidad	92
4.3	Propiedades de los estimadores de MCO bajo el supuesto de normalidad	94
4.4	El método de máxima verosimilitud (MV)	97
4.5	Resumen y conclusiones	97
	Apéndice 4A	98
	Estimacion utilizando el método de máxima verosimilitud para un modelo de regresión con dos variables	98
	Ejercicios* del Apéndice 4A*	101
5	Regresión con dos variables: Estimación por intervalos y prueba de hipótesis	102
5.1	Estimación por intervalos: Algunos conceptos básicos	102
5.2	Distribuciones normal t , X^2 y F : Breve exposición	104
5.3	Intervalos de confianza para los coeficientes de regresión β_1 y β_2	106
	Intervalo de confianza para β_2	
	Intervalo de confianza para β_1	
	Intervalo de confianza para β_1 y β_2 simultáneamente	
5.4	Intervalo de confianza para σ^2	109
5.5	Prueba de hipótesis: Comentarios generales	110
5.6	Prueba de hipótesis: El enfoque del intervalo de confianza	111

6A.1	Derivación de los estimadores con el método mínimos cuadrados para la regresión a través del origen	168
6A.2	Listado SAS para la línea característica (6.1.11)	170
6A.3	Listado SAS para la regresión de la curva de Phillips, para el Reino Unido (6.3.13)	171
7	Enfoque matricial para el modelo de regresión lineal	172
7.1	El modelo de regresión lineal con k variables	173
7.2	Supuestos del modelo clásico de regresión utilizando notación matricial	175
7.3	Estimaciones utilizando MCO	177
	Ilustración	
	Matriz de varianza-covarianza para $\hat{\beta}$	
	Propiedades del vector $\hat{\beta}$ de MCO	
7.4	El coeficiente de determinación R^2 y el coeficiente de determinación ajustado R^2 es la notación matricial	182
7.5	La matriz de correlación	184
7.6	Pruebas de hipótesis con respecto a los coeficientes individuales de regresión en notación matricial	185
7.7	Pruebas de significancia global de la regresión: Análisis de varianza en notación matricial	186
7.8	Prueba de restricciones lineales: Pruebas generales F utilizando notación matricial	187
7.9	Predicción utilizando regresión múltiple: Formulación matricial	187
	Predicción media	
	Predicción individual	
	Varianza y predicción media	
	Varianza de la predicción media	
	Varianza de la predicción individual	
7.10	Resumen del enfoque matricial: Ejemplo ilustrativo	192
7.11	Resumen y conclusiones	197
	Ejercicios	198
	Apéndice 7A	204
7A.1	Derivación de las K ecuaciones normales o simultáneas	204
7A.2	Derivación matricial de las ecuaciones normales	205
7A.3	Matriz de varianza-covarianza de $\hat{\beta}$	205
7A.4	Propiedad MELI de los estimadores de MCO	206

Parte II Violación de los supuestos del modelo clásico **209**

8	Multicolinealidad	213
8.1	Naturaleza de la multicolinealidad	213
8.2	Estimación en el caso de multicolinealidad perfecta	216
8.3	Estimación en el caso de "alta" multicolinealidad pero "imperfecta"	218

8.4	Multicolinealidad: Consecuencias teóricas de la multicolinealidad	219
8.5	Consecuencias prácticas de la multicolinealidad	221
	Varianzas y covarianzas amplias de los estimadores de MCO	
	Intervalos de confianza más amplios	
	Razones t "no significativas"	
	Un alto R^2 pero pocas razones t significativas	
	Sensibilidad de los estimadores de MCO y sus errores estándar ante pequeños cambios en los datos	
8.6	Ejemplo ilustrativo: gastos de consumo en relación con ingreso y la riqueza	226
8.7	Cómo detectar la multicolinealidad	229
8.8	Medidas remediales	233
8.9	¿Es la multicolinealidad necesariamente mala? tal vez no, si el objetivo es únicamente la predicción	239
8.10	Resumen y conclusiones	240
	Ejercicios	241
9	Heterocedasticidad	247
9.1	Naturaleza de la heterocedasticidad	247
9.2	La estimación con MCO en presencia de heterocedasticidad	252
9.3	El método de los mínimos cuadrados generalizados (MCG)	253
	Diferencia entre MCO y MCG	
9.4	Consecuencias de utilizar MCO ante presencia de heterocedasticidad	256
	Estimación con MCO permitiendo heteroscedasticidad	
	Estimación con MCO sin tener en cuenta la presencia de heterocedasticidad	257
9.5	Cómo detectar la heterocedasticidad	258
	Ejemplo ilustrativo	
9.6	Medidas remediales	269
	Cuando se conoce σ_i^2 : el método de los mínimos cuadrados ponderados	
	Cuando no se conoce σ_i^2	
9.7	Resumen y conclusiones	274
	Ejercicios	276
	Apéndice 9A	
	9A.1 Prueba de la ecuación (9.2.2)	285
	9A.2 Método de mínimos cuadrados ponderados	285
10	Autocorrelación	287
10.1	Naturaleza del problema	287
10.2	Estimación de MCO en presencia de autocorrelación	294
10.3	El MELI en presencia de autocorrelación	297
10.4	Consecuencias de utilizar MCO en presencia de autocorrelación	298
	Estimación de MCO permitiendo la autocorrelación	
	Estimación de MCO sin tener en cuenta la autocorrelación	
10.5	Cómo detectar la autocorrelación	304
10.6	Medidas remediales	316
	Cuando se conoce la estructura de la autocorrelación	
	Cuando ρ no se conoce	

10.7	Ejemplo ilustrativo: La relación entre el índice de vacantes de empleos y la tasa de desempleo en los Estados Unidos comparación de los métodos	323
10.8	Resumen y conclusiones	326
	Ejercicios	327
11	Especificación del modelo	336
11.1	Atributos de un buen modelo	337
11.2	Tipos de errores de especificación	339
11.3	Consecuencias de los errores de especificación	341
	Omisión de una variable relevante	
	Inclusión de una variable irrelevante	
11.4	Pruebas de errores de especificación	343
	Cómo detectar la presencia de variables innecesarias	
	Pruebas de variables omitidas y de la forma funcional incorrecta	
	Otras pruebas de error de especificación	
11.5	Pruebas para detectar errores de especificación de un modelo	350
	Ejemplo ilustrativo: el modelo de San Luis	
11.6	Errores de medición	352
	Errores de medición en la variable dependiente Y	
	Errores de medición en la variable explicativa X	
	Un ejemplo	
11.7	Resumen y conclusiones	358
	Ejercicios	359
	Apéndice 11A	363
	11A.1 Consecuencias de incluir una variable irrelevante: la propiedad de insesgamiento	363
	11A.2 Prueba de la ecuación (11.6.10)	363

Parte III Temas en econometría 365

12	Regresión con una variable dicotómica	367
12.1	Naturaleza de las variables dicotómicas	367
	Ejemplo 12.1: Los salarios de los profesores según el sexo	369
12.2	Regresión con una variable independiente cuantitativa y una cualitativa con dos clases o categorías	370
	Ejemplo 12.2: ¿Son los inventarios sensibles a las tasas de interés?	
12.3	Regresión en una variable independiente cuantitativa y una variable cualitativa con más de dos clases	374
12.4	Regresión en una variable independiente cuantitativa y dos cualitativas	376
	Generalización	
12.5	Ejemplo 12.3: La economía del “doble empleo”	377
12.6	Comparación de dos regresiones: Ideas básicas	379
	Ejemplo 12.4: Ahorros e ingresos, Reino Unido, 1946-1963	379
12.7	Comparación de dos regresiones: Prueba de Chow	381
12.8	Comparación de dos regresiones: Enfoque de la variable dicotómica	384

12.9	Comaparación de dos regresiones: Ilustración adicional Ejemplo 12.5: El comportamiento del desempleo y de las vacantes sin llenar: Gran Bretaña, 1958-1971	386
12.10	Efectos de interacción	388
12.11	El uso de las variables dicotómicas en el análisis estacional Ejemplo 12.6: Comportamiento de las ganancias-ventas en la industria manufacturera en los Estados Unidos	389
12.12	Regresión discontinua o lineal por etapas o tramos	392
12.13	Resumen y conclusiones	394
	Ejercicios	395
	Apéndice 12A	403
	12A.1 Matriz de datos para la regresión (12.9.2)	403
	12A.2 Matriz de datos para la regresión (12.11.2)	404
13	Regresión en una variable dependiente dicotómica: Los modelos MPL, Logit y Probit	405
13.1	Variable dependiente dicotómica	405
13.2	El modelo de probabilidad lineal (MPL)	406
13.3	Estimación de los MPL	407
13.4	MPL: Ejemplo numérico	411
13.5	Aplicaciones del MPL	413
13.6	Alternativas al MPL	418
13.7	El modelo Logit	420
13.8	Estimación del modelo Logit	422
13.9	El modelo Logit: Un ejemplo numérico	425
13.10	El modelo Logit: Ejemplos ilustrativos	428
13.11	El modelo Probit	430
13.12	El modelo Probit: Ejemplo numérico Logit vs. Probit	434
13.13	El modelo Probit: Ejemplo ilustrativo	436
13.14	Resumen y conclusiones Ejercicios	439 440
14	Modelos autorregresivos y rezagos distribuidos	445
14.1	El papel del “tiempo” o “rezagos” en la economía	446
14.2	Razones que explican los rezagos	450
14.3	Estimación de los modelos de rezagos distribuidos Estimación <i>Ad hoc</i> de los modelos de rezagos distribuidos	452
14.4	El enfoque de Koyck para los modelos de rezagos distribuidos Media y mediana de los rezagos	453
14.5	Racionalización del modelo de Koyck: El modelo de expectativas adaptables	457
14.6	Otra racionalización del modelo Koyck: El modelo de ajuste de existencias o ajuste parcial	460
14.7	Combinación de los modelos de esperanzas adaptables y de ajuste parcial	463
14.8	Estimación de los modelos autorregresivos	464
14.9	Método de variables instrumentales (VI)	466
14.10	Cómo detectar autocorrelación en los modelos autorregresivos: Prueba <i>h</i> de Durbin	467
14.11	Ejemplo numérico: La demanda de dinero en la India	470

14.12	Ejemplos ilustrativos	472
14.13	El enfoque de Almon a los modelos de rezagos distribuidos: El modelo de rezagos polinomiales de Almon Ejemplo numérico	477
14.14	Causalidad en economía: La prueba de Granger La prueba de Granger Resultados empíricos	484
14.15	Resumen y conclusiones Ejercicios	486 489

Parte IV Modelos de ecuaciones simultáneas 497

15	Modelos de ecuaciones simultáneas	499
15.1	Naturaleza de los modelos de ecuaciones simultáneas	499
15.2	Ejemplos de modelos de ecuaciones simultáneas	500
15.3	El sesgo en las ecuaciones simultáneas: Inconsistencia de los estimadores de MCO	507
15.4	El sesgo en los modelos de ecuaciones simultáneas: Ejemplo numérico	510
15.5	Resumen y conclusiones Ejercicios	512 512
16	El problema de la identificación	517
16.1	Notación y definiciones	517
16.2	El problema de la identificación Subidentificación Identificación justa o exacta Sobreidentificación	521
16.3	Reglas para la identificación de un modelo La condición de orden de identificabilidad La condición de rango de identificabilidad	530
16.4	Resumen y conclusiones Ejercicios	535 536
17	Métodos de ecuaciones simultáneas	539
17.1	Enfoque para la estimación de un modelo	539
17.2	Modelos recursivos y el método de mínimos cuadrados ordinarios	541
17.3	Estimación de una ecuación exactamente identificada: El método de mínimos cuadrados indirectos Propiedades de los estimadores con el método de MCI	544
17.4	Estimación de una ecuación sobreidentificada: El método de mínimos cuadrados en dos etapas. (MC2E) Características sobresalientes de los estimadores con el método de MC2E	548
17.5	MC2E: ejemplo numérico	553
17.6	Ejemplos ilustrativos	555
17.7	Resumen y conclusiones Ejercicios	561 562

	Apéndice 17	565
	17A.1 El sesgo de los estimadores de mínimos cuadrados indirectos	565
	17A.2 Estimación de los errores estándar de los estimadores de MC2E	566
	Apéndices	
A	Lista de algunos paquetes estadísticos de computador	568
B	Tablas estadísticas	571
	Tabla B.1 Áreas bajo la distribución normal estandarizada	
	Tabla B.2 Puntos porcentuales de la distribución t	
	Tabla B.3 Puntos porcentuales superiores de la distribución F	
	Tabla B.4 Puntos porcentuales superiores de la distribución χ^2	
	Tabla B.5 Estadística d de Durbin-Watson: Puntos de significancia d_L y d_U a niveles de significancia de 0.05 y 0.01	
	Tabla B.6 Valores críticos para diferentes rachas en la prueba de rachas	
	Bibliografía	588
	Índice	591