

## Forma funcional lineal

Se utilizaron las variables de la data **greene11\_3** en tasas de crecimiento para estimar el siguiente modelo de regresión lineal:

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1951–1985 ( $T = 35$ )  
Variable dependiente: pc\_C

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico $t$	valor p
const	0.917379	0.376027	2.440	0.0202
pc_Y	0.722665	0.0985844	7.330	2.05e-08
Media de la vble. dep.	3.349682	D.T. de la vble. dep.	1.671687	
Suma de cuad. residuos	36.15000	D.T. de la regresión	1.046640	
$R^2$	0.619531	$R^2$ corregido	0.608001	
$F(1, 33)$	53.73502	Valor p (de $F$ )	2.05e-08	
Log-verosimilitud	-50.22860	Criterio de Akaike	104.4572	
Criterio de Schwarz	107.5679	Hannan–Quinn	105.5310	
$\hat{\rho}$	-0.106674	Durbin–Watson	2.124016	

al cual se le realizaron pruebas de RESET de Ramsey para detectar posibles errores de especificación en la forma funcional del modelo. Se obtuvieron los siguientes resultados: Con

Prueba	Valor p	Rechaza $H_0$ al 95 %
Cuadrados	0.0182409	Sí
Cubos	0.0186227	Sí

Tabla 1: Valores p de las pruebas RESET de Ramsey para el Modelo 1.

base en los resultados de la tabla 1, se rechaza la hipótesis nula de especificación adecuada. Para la corrección de este supuesto se agregaron las variables pc\_Y<sup>2</sup> y pc\_Y<sup>3</sup> al modelo, obteniéndose el siguiente resultado:

Variable agregada	$R^2$	$R^2$ corregido	Prueba	Valor p	Rechaza $H_0$ al 95 %
sq_pc_Y	0.681204	0.661279	Cuadrados	0.78708	No
			Cubos	0.981524	No
cubo_pc_Y	0.679652	0.659630	Cuadrados	0.652204	No
			Cubos	0.527084	No

Tabla 2: Modelos con variables agregadas  
y resultados de las pruebas RESET de Ramsey.

Además de agregar las variables cuadráticas y cúbicas, se utilizó el método de mínimos cuadrados no lineales para estimar el siguiente modelo:

Modelo 6: MC. no lineales, usando las observaciones 1951–1985 ( $T = 35$ )

$$\text{pc\_C} = \text{alfa} + \text{beta} * \text{sgnY} * (\text{absY}^{\gamma})$$

	Estimación	Desv. Típica	Estadístico $t$	valor p
alfa	0.303938	0.449547	0.6761	0.5038
$\beta$	1.49164	0.401658	3.714	0.0008
$\gamma$	0.634669	0.135090	4.698	4.77e-05
Media de la vble. dep.	3.349682	D.T. de la vble. dep.	1.671687	
Suma de cuad. residuos	31.44268	D.T. de la regresión	0.991254	
$R^2$	0.669074	$R^2$ corregido	0.648391	
Log-verosimilitud	-47.78717	Criterio de Akaike	101.5743	
Criterio de Schwarz	106.2404	Hannan–Quinn	103.1851	
$\hat{\rho}$	-0.145914	Durbin–Watson	2.191558	

donde  $\text{sgnY} = \text{sign}(\text{pc\_Y})$  y  $\text{absY} = |\text{pc\_Y}|$ , ya que  $\text{pc\_Y}$  toma valores negativos, lo cual no permite elevarla a una potencia fraccionaria directamente.

Después de obtener tres modelos que corrigen el supuesto de forma funcional, notamos que cada uno es una posible solución al problema, pero por simplicidad y por capacidad explicativa se opta por el Modelo 2 (con variable cuadrática) como la mejor opción.

## Cambio estructural

Se utilizaron las variables de la data **data9-2** para estimar el siguiente modelo de regresión lineal:

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1961–1995 ( $T = 35$ )

Variable dependiente:  $\text{pc\_D}$

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico $t$	valor p
const	21.5575	48.9344	0.4405	0.6624
$\text{pc\_r}$	-1.23871	2.43345	-0.5090	0.6141
Media de la vble. dep.	17.77867	D.T. de la vble. dep.	283.0141	
Suma de cuad. residuos	2702081	D.T. de la regresión	286.1490	
$R^2$	0.007791	$R^2$ corregido	-0.022276	
$F(1, 33)$	0.259118	Valor p (de $F$ )	0.614114	
Log-verosimilitud	-246.6111	Criterio de Akaike	497.2222	
Criterio de Schwarz	500.3329	Hannan–Quinn	498.2960	
$\hat{\rho}$	-0.106771	Durbin–Watson	1.644262	

Al cual se le aplicó la prueba RV de Quandt para detectar posibles cambios estructurales en los parámetros del modelo. Se obtuvo el siguiente gráfico:

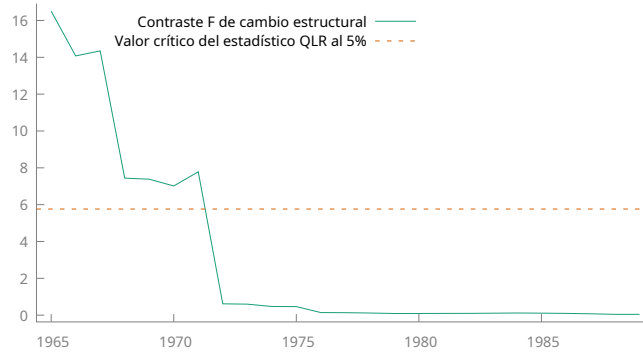


Figura 1: Resultados prueba RV de Quandt.

En la figura 1 se observa que el valor del estadístico de la prueba es mayor que el valor crítico al 5% en varios puntos antes del año 1973. También se obtuvo un valor

$$p_{\text{asintótico}} = 2.27933e - 06,$$

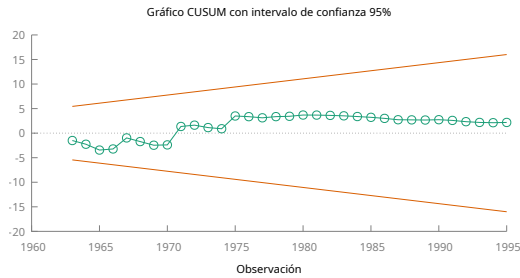
por lo que se rechaza la hipótesis nula de que no hay cambio estructural.

También se realizó la prueba de Chow para un posible cambio estructural en 1971, obteniéndose:

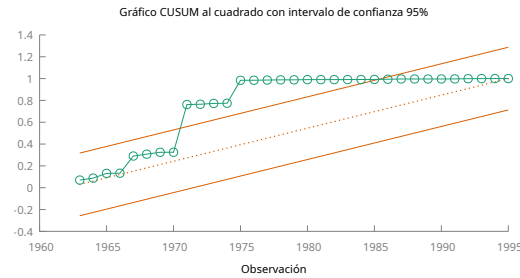
$$p = 0.0018241.$$

Chow también rechaza la hipótesis nula de que no hay cambio estructural en 1971.

Por último se realizaron las pruebas CUSUM y CUSUMSQ, obteniéndose los siguientes gráficos:



(a) Prueba CUSUM.



(b) Prueba CUSUMSQ.

Figura 2: Gráficos de las pruebas CUSUM y CUSUMSQ.

La figura 2b muestra que la serie sale de las bandas de confianza, por lo tanto hay evidencia de cambio estructural según la prueba CUSUMSQ.

Dado que tres de las cuatro pruebas realizadas indican la presencia de un cambio estructural, se concluye que el modelo presenta un cambio estructural en sus parámetros durante el periodo analizado.

Para corregir este supuesto, se restringió la muestra, el periodo analizado fue de 1976 a 1975, y se obtuvo el siguiente modelo:

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1976–1995 ( $T = 20$ )  
Variable dependiente: pc\_D

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico $t$	valor p
const	10.8798	7.13391	1.525	0.1446
pc_r	-0.491531	0.326291	-1.506	0.1493
Media de la vble. dep.	10.16971	D.T. de la vble. dep.	32.88025	
Suma de cuad. residuos	18241.38	D.T. de la regresión	31.83410	
$R^2$	0.111957	$R^2$ corregido	0.062622	
$F(1, 18)$	2.269297	Valor p (de $F$ )	0.149308	
Log-verosimilitud	-96.53593	Criterio de Akaike	197.0719	
Criterio de Schwarz	199.0633	Hannan–Quinn	197.4606	
$\hat{\rho}$	-0.020072	Durbin–Watson	2.010282	

Lo primero que observamos es que a pesar de que pc\_r no es estadísticamente significativa, el valor de  $R^2$  y  $R^2$  corregido mejoró con respecto al modelo 1. Además, al aplicar las pruebas de cambio estructural al modelo 2, se obtuvieron los siguientes resultados:

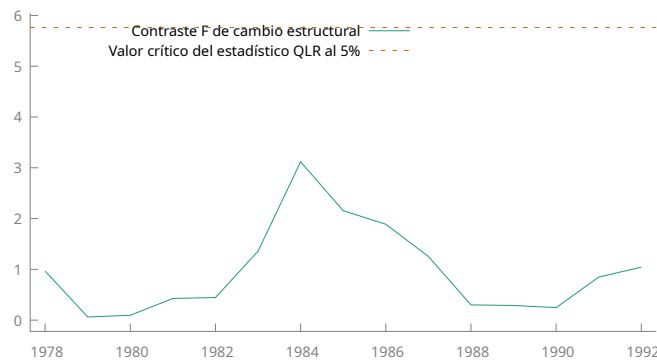


Figura 3: Resultados prueba RV de Quandt.

En este caso el valor del estadístico de la prueba es menor que el valor crítico al 5 % en todos los puntos, y se obtuvo un valor

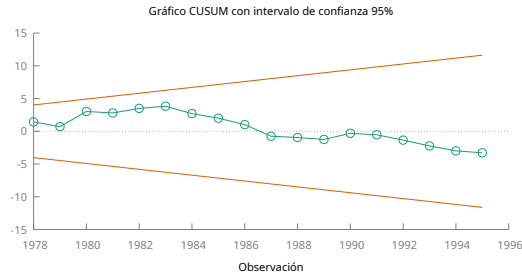
$$p_{\text{asintótico}} = 0.38144,$$

por lo que no se rechaza la hipótesis nula. El valor máximo de la prueba se encuentra en 1984. Se realizó la prueba de Chow para un posible cambio estructural en 1984, obteniéndose:

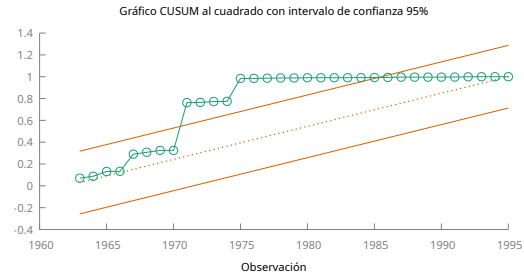
$$p = 0.0718637.$$

Chow no rechaza la hipótesis nula de que no hay cambio estructural en 1984.

Por último se realizaron las pruebas CUSUM y CUSUMSQ, obteniéndose los siguientes gráficos:



(a) Prueba CUSUM.



(b) Prueba CUSUMSQ.

Figura 4: Gráficos de las pruebas CUSUM y CUSUMSQ.

La prueba CUSUM (figura 4a) muestra que la serie se mantiene dentro de las bandas de confianza, pero la figura 4b muestra que la serie sale de las bandas de confianza. Sin embargo, dado que la mayoría de las pruebas no indican la presencia de un cambio estructural, se concluye que el modelo 2 no presenta un cambio estructural en sus parámetros durante el periodo analizado.

Por lo que se considera que se ha corregido el supuesto de cambio estructural en el modelo original.