

# Tesina di modelli econometrici

Erik De Luca

7 novembre 2023

## Indice

<b>1</b>	<b>Tavola 1</b>	<b>2</b>
1.1	Modello senza vincoli . . . . .	2
1.1.1	Test di normalità dei residui . . . . .	2
1.1.2	Test di White per l'eteroschedasticità . . . . .	2
1.1.3	Test di RESET . . . . .	3
1.1.4	Test di CHOW . . . . .	3
1.1.5	Significatività dell'intercetta . . . . .	4
1.2	Modello con vincoli . . . . .	4
1.2.1	Test di normalità dei residui . . . . .	4
1.2.2	Test di White per l'eteroschedasticità . . . . .	4
1.2.3	Test di RESET . . . . .	4
1.2.4	Test di CHOW . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Tavola 2</b>	<b>5</b>
2.1	Modello senza vincoli . . . . .	5
2.1.1	Test di normalità dei residui . . . . .	5
2.1.2	Test di White per l'eteroschedasticità . . . . .	6
2.1.3	Test di RESET . . . . .	6
2.1.4	Test di CHOW . . . . .	6
2.1.5	Significatività dell'intercetta . . . . .	6
2.2	Modello con vincoli . . . . .	7
2.2.1	Test di normalità dei residui . . . . .	7
2.2.2	Test di White per l'eteroschedasticità . . . . .	8
2.2.3	Test di RESET . . . . .	8
2.2.4	Test di CHOW . . . . .	8

# Consegna

Si legga l'articolo di Mankiw, Romer and Weil (MRW) riportato in pdf nell'area risorse di Moodle e utilizzando i dati in GRETL o excel associati, relativi a 75 paesi (campione Intermediate), si replichino le stime della "Table I" e "Table II" (colonna Intermediate) dell'articolo. Per ogni modello stimato si effettuino i test di Normalità dei residui, di eteroschedasticità ed il test RESET. Inoltre si verifichi se vi sono eterogeneità nei parametri rispetto al gruppo di paesi OECD/non OECD in generale e anche in particolare con riferimento a differenze nell'intercetta del modello nei due gruppi di paesi.

Si riportino le stime, i test e i commenti in un file word o pdf da caricare in moodle.

## Introduzione

Il modello di Solow afferma essenzialmente che i tassi di risparmio e la crescita della popolazione, entrambi fattori esogeni, determinano il livello di equilibrio dinamico, ovvero lo stato stazionario nel tempo. Nell'applicare tale modello a un dataset, si è scoperto che le previsioni del modello di Solow erano corrette per quanto riguarda la 'direzione' degli effetti dei regressori del modello sul reddito pro capite. Inoltre, più della metà della variazione del reddito pro capite dei Paesi analizzati poteva essere spiegata dai soli due regressori, risparmio e crescita della popolazione.

Tuttavia, il modello ha commesso un errore di stima nelle previsioni degli effetti di questi due regressori sul reddito, prevedendo un impatto molto più ampio di quello reale. Per risolvere questo problema, gli autori del modello hanno deciso di ampliare il modello includendo l'accumulazione di capitale, sia umano che fisico, che ritenevano fosse la variabile responsabile dell'errore nelle stime.

Le variabili del dataset utilizzato per la stima riguardano gli anni 1960 - 1985 e includono il tasso di crescita medio della popolazione in età lavorativa (popgrow), la quota media di investimenti reali sul PIL reale (inv), il PIL reale per la forza lavoro nel 1985 (gdp85) e la percentuale media della popolazione in età lavorativa iscritta alla scuola secondaria (school).

## 1 Tavola 1

### 1.1 Modello senza vincoli

Modello 1: OLS, usando le osservazioni 1-75

Variabile dipendente: l.gdp85

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto $t$	p-value
const	5,34587	1,54308	3,464	0,0009
l.rateInv	1,31755	0,170943	7,708	0,0000
l.rate005PopGrow	-2,01720	0,533866	-3,778	0,0003
Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente		0,951074
Somma quadr. residui	26,84751	E.S. della regressione		0,610641
$R^2$	0,598908	$R^2$ corretto		0,587767
$F(2, 72)$	53,75507	P-value( $F$ )		5,21e-15
Log-verosimiglianza	-67,89608	Criterio di Akaike		141,7922
Criterio di Schwarz	148,7446	Hannan-Quinn		144,5682

#### 1.1.1 Test di normalità dei residui

Test per l'ipotesi nulla di distribuzione normale: Chi-quadro(2) = 4,600 con p-value 0,10028. Con  $\alpha = 0,05$  accetto l'ipotesi nulla  $H_0$ .

#### 1.1.2 Test di White per l'eteroschedasticità

Statistica test:  $TR^2 = 4,367934$ , con  $p - value = P(\text{Chi-quadro}(5) > 4,367934) = 0,497745$ . Con  $\alpha = 0,05$  accetto l'ipotesi nulla  $H_0$  ovvero l'omoschedasticità e di conseguenza non avrò bisogno di testare il modello usando gli s.e. robusti.

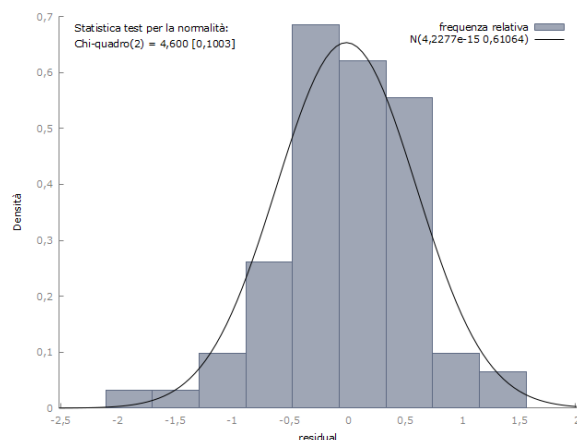


Figura 1: Istogramma dei residui e curva normale

### 1.1.3 Test di RESET

- Test RESET di specificazione (quadrati e cubi) Statistica test:  $F = 0,357307$ , con  $p - value = P(F(2, 70) > 0,357307) = 0,701$ .
- Test RESET di specificazione (solo quadrati) Statistica test:  $F = 0,470045$ , con  $p - value = P(F(1, 71) > 0,470045) = 0,495$ .
- Test RESET di specificazione (solo cubi) Statistica test:  $F = 0,444703$ , con  $p - value = P(F(1, 71) > 0,444703) = 0,507$ .

Accetto l'ipotesi nulla  $H_0$  in tutti e tre i casi, ovvero la corretta specificazione del modello.

### 1.1.4 Test di CHOW

Regressione aumentata per il test Chow

OLS, usando le osservazioni 1-75

Variabile dipendente: l\_gdp85

		errore std.	rapporto t	p-value
const	10,7499	2,36535	4,545	2,28e-05 ***
l_rateInv	1,08344	0,183827	5,894	1,25e-07 ***
l_rate005PopGrow	0,285895	0,928888	0,3078	0,7592
OECD	-2,72927	4,47593	-0,6098	0,5440
OE.l_rateInv	-0,583547	0,680128	-0,8580	0,3939
OE.l_rate005PopG~	-1,02782	1,58646	-0,6479	0,5192

Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente	0,951074	p-value
Somma quadr. residui	22,38248	E.S. della regressione	0,569547	2,28e-05 ***
R-quadro	0,665614	R-quadro corretto	0,641384	1,25e-07 ***
F(5, 69)	27,46972	P-value(F)	3,44e-15	0,7592
Log-verosimiglianza	-61,07502	Criterio di Akaike	134,1500	0,5440
Criterio di Schwarz	148,0550	Hannan-Quinn	139,7021	0,3939

Note: SQM = scarto quadratico medio; E.S. = errore standard

Lo scopo del Test di Chow è verificare la presenza di eterogeneità nei parametri rispetto ai gruppi di Paesi OECD vs Non OECD (differenza strutturale). Test Chow per differenza strutturale rispetto a OECD  $F(3, 69) = 4,58823$  con  $p - value = 0,0055$ , quindi l'ipotesi nulla viene rifiutata.

Riferendoci ai Paesi OECD, i test di nullità dei coefficienti stabiliscono che la probabilità che i coefficienti di l\_rateInv (quota media di investimenti sul PIL reale) e dell'intercetta siano nulli è significativamente diversa da zero. Per le altre 4 variabili, non possiamo rifiutare l'ipotesi di nullità.

### 1.1.5 Significatività dell'intercetta

Valuto un nuovo modello dove includo la variabile dummy OECD, la stima del coefficiente di questa variabile rappresenterà la differenza tra i paesi OECD e quelli non. Nel modello risulta che vale 0,908721, questo mi porta a dire che i paesi OECD hanno un livello tecnologico più avanzato degli altri. Inoltre, la variabile dummy ha un  $p - value = 0,0006$ , ovvero le sue stime sono significative.

Modello 2: OLS, usando le osservazioni 1–75

Variabile dipendente: l\_gdp85

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto $t$	p-value
const	9,90663	1,91571	5,171	0,0000
l_rateInv	1,05192	0,174970	6,012	0,0000
l_rate005PopGrow	-0,0186636	0,746162	-0,02501	0,9801
OECD	0,908721	0,253935	3,579	0,0006
Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente		0,951074
Somma quadr. residui	22,74506	E.S. della regressione		0,565997
$R^2$	0,660198	$R^2$ corretto		0,645840
$F(3, 71)$	45,98165	P-value( $F$ )		1,27e-16
Log-verosimiglianza	-61,67763	Criterio di Akaike		131,3553
Criterio di Schwarz	140,6252	Hannan-Quinn		135,0566

## 1.2 Modello con vincoli

Il passo successivo è quello di imporre un vincolo ai coefficienti:  $\ln(s) = -\ln(n + g + \delta)$  ottenendo così un nuovo modello dove verranno applicati gli stessi test usati nel primo modello.

Modello 3: OLS, usando le osservazioni 1–75

Variabile dipendente: l\_gdp85

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto $t$	p-value
const	7,09292	0,145614	48,71	0,0000
diffVincoli	1,43096	0,139123	10,29	0,0000
Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente		0,951074
Somma quadr. residui	27,32977	E.S. della regressione		0,611866
$R^2$	0,591704	$R^2$ corretto		0,586111
$F(1, 73)$	105,7917	P-value( $F$ )		7,58e-16
Log-verosimiglianza	-68,56371	Criterio di Akaike		141,1274
Criterio di Schwarz	145,7624	Hannan-Quinn		142,9781

### 1.2.1 Test di normalità dei residui

Test per l'ipotesi nulla di distribuzione normale:  $Chi - quadro(2) = 6,031$  con  $p - value = 0,04901$ . Con  $\alpha = 0,05$  accetto l'ipotesi nulla  $H_0$ .

### 1.2.2 Test di White per l'eteroschedasticità

Statistica test:  $TR^2 = 1,683358$ , con  $p - value = P(Chi - quadro(2) > 1,683358) = 0,430986$ . Con  $\alpha = 0,05$  accetto l'ipotesi nulla  $H_0$  ovvero l'omoschedasticità e di conseguenza non avrò bisogno di testare il modello usando gli s.e. robusti.

### 1.2.3 Test di RESET

- Test RESET di specificazione (quadrati e cubi) Statistica test:  $F = 0,259749$ , con  $p - value = P(F(2, 71) > 0,259749) = 0,772$ .
- Test RESET di specificazione (solo quadrati) Statistica test:  $F = 0,478325$ , con  $p - value = P(F(1, 72) > 0,478325) = 0,491$ .

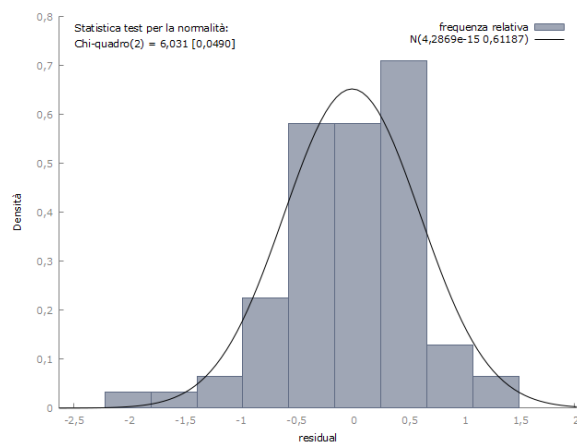


Figura 2: Istogramma dei residui e curva normale

- Test RESET di specificazione (solo cubi) Statistica test:  $F = 0,467759$ , con  $p - value = P(F(1, 72) > 0,467759) = 0,496$

#### 1.2.4 Test di CHOW

Regressione aumentata per il test Chow				
OLS, usando le osservazioni 1-75				
Variabile dipendente: l_gdp85				
	coefficiente	errore std.	rapporto t	p-value
const	7,23380	0,150055	48,21	5,44e-056 ***
diffVincoli	1,07037	0,183934	5,819	1,57e-07 ***
OECD	1,39058	0,839354	1,657	0,1020
OE_diffVincoli	-0,516523	0,594840	-0,8683	0,3881

Test Chow per differenza strutturale rispetto a OECD  $F(2, 71) = 6,48079$  con  $p - value = 0,0026$ .

## 2 Tavola 2

### 2.1 Modello senza vincoli

Modello 4: OLS, usando le osservazioni 1-75  
Variabile dipendente: l\_gdp85

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto t	p-value
const	4,42701	1,15525	3,832	0,0003
l_rateInv	0,700367	0,150583	4,651	0,0000
l_rate005PopGrow	-1,49978	0,403216	-3,720	0,0004
l_school	0,730549	0,0952292	7,671	0,0000
Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente		0,951074
Somma quadr. residui	14,67963	E.S. della regressione		0,454704
$R^2$	0,780692	$R^2$ corretto		0,771425
$F(3, 71)$	84,24848	P-value( $F$ )		2,44e-23
Log-verosimiglianza	-45,25687	Criterio di Akaike		98,51375
Criterio di Schwarz	107,7837	Hannan-Quinn		102,2151

#### 2.1.1 Test di normalità dei residui

Test per l'ipotesi nulla di distribuzione normale:  $Chi - quadro(2) = 2,123$  con  $p - value = 0,34593$ .

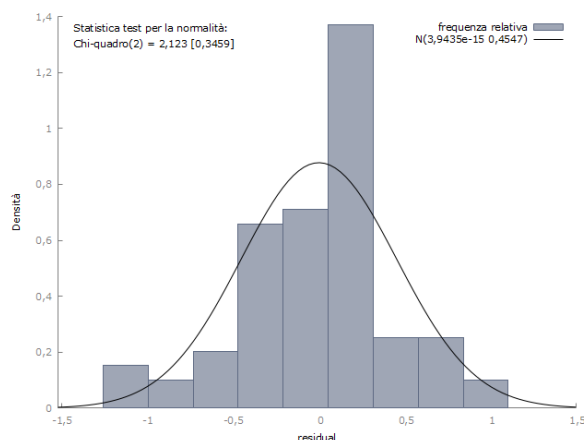


Figura 3: Istogramma dei residui e curva normale

### 2.1.2 Test di White per l'eteroschedasticità

Statistica test:  $TR^2 = 8,594657$ , con  $p - value = P(Chi - quadro(9) > 8,594657) = 0,475500$ . Con  $\alpha = 0,05$  accetto l'ipotesi nulla  $H_0$  ovvero l'omoschedasticità e di conseguenza non avrò bisogno di testare il modello usando gli s.e. robusti.

### 2.1.3 Test di RESET

- Test RESET di specificazione (quadrati e cubi) Statistica test:  $F = 0,765695$ , con  $p - value = P(F(2, 69) > 0,765695) = 0,469$ .
- Test RESET di specificazione (solo quadrati) Statistica test:  $F = 1,553304$ , con  $p - value = P(F(1, 70) > 1,5533) = 0,217$ .
- Test RESET di specificazione (solo cubi) Statistica test:  $F = 1,552062$ , con  $p - value = P(F(1, 70) > 1,55206) = 0,217$ .

Accetto l'ipotesi nulla  $H_0$  in tutti e tre i casi, ovvero la corretta specificazione del modello.

### 2.1.4 Test di CHOW

Regressione aumentata per il test Chow				
OLS, usando le osservazioni 1-75				
Variabile dipendente: l_gdp85				
	coefficiente	errore std.	rapporto t	p-value
const	8,97318	1,79850	4,989	4,56e-06 ***
lrateInv	0,561413	0,156657	3,584	0,0006 ***
lrate005PopGrow	0,357497	0,699517	0,5111	0,6110
lschool	0,672092	0,0944468	7,116	9,38e-010 ***
OECD	-3,87108	3,67721	-1,053	0,2963
OE.lrateInv	-0,285280	0,529155	-0,5391	0,5916
OE.lrate005PopG~	-1,43300	1,20606	-1,188	0,2390
OE.lschool	0,0954788	0,392687	0,2431	0,8086

Test Chow per differenza strutturale rispetto a OECD  $F(4, 67) = 3,20338$  con  $p - value = 0,0181$ .

### 2.1.5 Significatività dell'intercetta

Valuto un nuovo modello dove includo la variabile dummy OECD, la stima del coefficiente di questa variabile rappresenterà la differenza tra i paesi OECD e quelli non. Nel modello risulta che vale

Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente	0,951074
Somma quadr. residui	12,32292	E.S. della regressione	0,428864
R-quadro	0,815900	R-quadro corretto	0,796666
F(7, 67)	42,41903	P-value(F)	3,25e-22
Log-verosimiglianza	-38,69437	Criterio di Akaike	93,38874
Criterio di Schwarz	111,9286	Hannan-Quinn	100,7915

Note: SQM = scarto quadratico medio; E.S. = errore standard

0,653649, in questo caso il valore si è ridotto perché in parte assorbito dalla variabile school. Inoltre, la variabile dummy ha un  $p - value = 0,0006$ , ovvero le sue stime sono significative.

Modello 5: OLS, usando le osservazioni 1–75  
Variabile dipendente: l\_gdp85

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto $t$	p-value
const	7,77511	1,46517	5,307	0,0000
l_rateInv	0,554643	0,147099	3,771	0,0003
l_rate005PopGrow	-0,100235	0,559922	-0,1790	0,8584
l_school	0,676875	0,0903430	7,492	0,0000
OECD	0,653649	0,193536	3,377	0,0012
Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente	0,951074	
Somma quadr. residui	12,62269	E.S. della regressione	0,424646	
$R^2$	0,811422	$R^2$ corretto	0,800646	
F(4, 70)	75,29969	P-value(F)	1,29e-24	
Log-verosimiglianza	-39,59570	Criterio di Akaike	89,19139	
Criterio di Schwarz	100,7788	Hannan-Quinn	93,81813	

## 2.2 Modello con vincoli

Il passo successivo è quello di imporre due vincoli ai coefficienti:

1.  $\ln(s) - \ln(n + g + \delta)$
2.  $\ln(SCHOOL) - \ln(n + g + \delta)$

Ottenendo così un nuovo modello dove verranno applicati gli stessi test usati nel primo modello.

[ht] Modello 6: OLS, usando le osservazioni 1–75  
Variabile dipendente: l\_gdp85

	Coefficiente	Errore Std.	rapporto $t$	p-value
const	4,59047	0,335481	13,68	0,0000
diff_inv_popGrow	0,709078	0,137653	5,151	0,0000
diff_school_popGrow	0,733038	0,0930925	7,874	0,0000
Media var. dipendente	8,402521	SQM var. dipendente	0,951074	
Somma quadr. residui	14,68416	E.S. della regressione	0,451605	
$R^2$	0,780624	$R^2$ corretto	0,774531	
F(2, 72)	128,1020	P-value(F)	1,92e-24	
Log-verosimiglianza	-45,26844	Criterio di Akaike	96,53687	
Criterio di Schwarz	103,4893	Hannan-Quinn	99,31291	

### 2.2.1 Test di normalità dei residui

Test per l'ipotesi nulla di distribuzione normale:  $Chi - quadro(2) = 2,228$  con  $p - value = 0,32831$ .

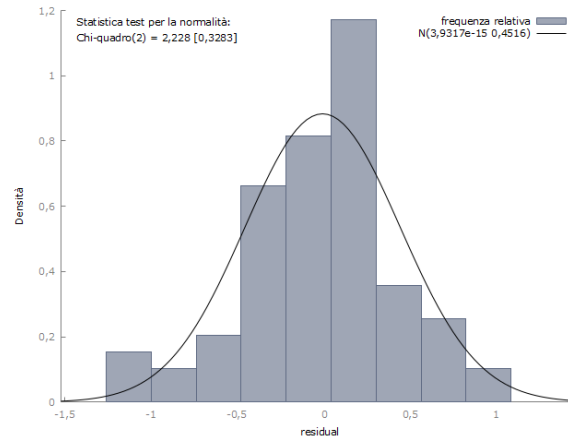


Figura 4: Istogramma dei residui e curva normale

### 2.2.2 Test di White per l'eteroschedasticità

Statistica test:  $TR^2 = 5,926438$ , con  $p - value = P(Chi - quadro(5) > 5,926438) = 0,313443$  Con  $\alpha = 0,05$  accetto l'ipotesi nulla  $H_0$  ovvero l'omoschedasticità e di conseguenza non avrò bisogno di testare il modello usando gli s.e. robusti.

### 2.2.3 Test di RESET

- Test RESET di specificazione (quadrati e cubi) Statistica test:  $F = 0,616863$ , con  $p - value = P(F(2, 70) > 0,616863) = 0,543$ .
- Test RESET di specificazione (solo quadrati) Statistica test:  $F = 1,248747$ , con  $p - value = P(F(1, 71) > 1,24875) = 0,268$ .
- Test RESET di specificazione (solo cubi) Statistica test:  $F = 1,242627$ , con  $p - value = P(F(1, 71) > 1,24263) = 0,269$ .

### 2.2.4 Test di CHOW

Regressione aumentata per il test Chow				
OLS, usando le osservazioni 1-75				
Variabile dipendente: l_gdp85				
	coefficiente	errore std.	rapporto t	p-value
const	4,92194	0,356267	13,82	1,50e-021 ***
diff_inv_popGrow	0,553830	0,160293	3,455	0,0009 ***
diff_school_popG~	0,662344	0,0965627	6,859	2,39e-09 ***
OECD	0,255007	1,88835	0,1350	0,8930
OE_diff_inv_popG~	-0,270960	0,483568	-0,5603	0,5771
OE_diff_school_p~	0,106228	0,400233	0,2654	0,7915

Test Chow per differenza strutturale rispetto a OECD  $F(3, 69) = 2,40774$  con  $p - value = 0,0745$