ENECO 630 – Macroeconomía I
Cátedra 10

Inversión
Introducción y Modelo Neoclásico

Eduardo Engel

Magíster en Economía, FEN, U. de Chile.

Mayo 2021.

Historia

Modelo neoclásico

Aplicación

Historia

Modelo neoclásico

Aplicación

Inversión: Definición

Capital: un insumo durable que se utiliza en la producción de otros bienes

- incluye: capital físico, capital humano, conocimiento no incorporado (en inglés: disembodied knowledge, v.g. patentes)
- durable: tasa de depreciación inferior al 100%

Inversión: proceso mediante el cual el stock de capital se ajusta a su nivel deseado

- la inversión consiste en la compra de bienes de capital

Relación entre capital e inversión

Suponga que el capital se deprecia a tasa δ.

Notación:

- K_t: capital al **final** del período t.
- I_t: inversión durante el período t.

Secuencia de eventos ('timeline'):

- La firma termina el período $t-1$ con capital K_{t-1}
- *Comienza el período* t
- El capital se deprecia y pasa a $(1-\delta)K_{t-1}$
- La firma invierte I_t, su capital pasa a $K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_t$
- *Termina el período* t

Entonces:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_t. \iff I_t = \Delta K_t + \delta K_{t-1}.$$

Mercado de Arriendo de Capital

Simplificación que se utiliza en cursos de pregrado:

- no es realista: las firmas son dueñas de la mayor parte de su capital.
- no permite modelar fenómenos como la quiebra.
- no es útil para modelos de equilibrio general: alguien es el dueño del capital.

Si c denota el precio al cual se arrienda el capital y el beneficio de la firma en un momento del tiempo viene dado por

$$\pi(K, X_1, ..., X_n) - cK,$$

donde K denota el capital que la firma arrienda y los X_i son variables que toma como dadas (en el caso de una firma que enfrenta mercados de bienes e insumos competitivos incluyen el precio del bien que vende y los precios de otros insumos).

Entonces tendremos que la CPO respecto de K lleva a:

$$\pi_k(K, X_1, ..., X_n) = c. \tag{1}$$

Luego la firma arrienda capital hasta el punto donde su ingreso marginal es igual al arriendo que paga.

Derivando la expresión anterior implícitamente respecto de c se obtiene

$$\frac{\partial K}{\partial c} = \frac{1}{\pi_{k,k}(K, X_1, ..., X_n)}.$$

Como $\pi_{k,k} < 0$ (retornos decrecientes), concluimos que la demanda por capital (arrendado) será decreciente en el precio del arriendo.

Clasificación de Inversión

- Fija, no residencial (fixed business investment, non residential): estructuras, equipos y software
- Residencial
- Cambios en inventarios privados
- I&D privado

Teoría del Acelerador

Clark (1917)

Supuestos:

1. Tecnología de proporciones fijas (Leontieff) determina el capital deseado K^*:

$$Y_t = \text{mín}(L_t, K_t/a)$$

2. Producto exógeno, no es afectado por decisiones de inversión

Entonces $K_t = aY_t$ y tomando la primera diferencia (asumiendo $\delta = 0$):

$$I_t = a\Delta Y_t$$

La inversión es mayor cuando se **acelera** la tasa a la cual crece el producto.

Ajuste pobre de los datos: en los datos la persistencia de I_t es mucho mayor que la de ΔY_t.

Acelerador flexible

Clark (1944), Koyck (1954).

Primera noción de fricciones.

La inversión toma tiempo:

$$I_t = \sum_{j=0}^{\infty} \gamma_j (K^*_{t-j} - K^*_{t-j-1})$$

donde K^*_t captura la noción de "capital deseado" si no hubiera fricciones.

Agregando un término para capturar la depreciación, se estima

$$I_t = a \sum_{j=0}^{\infty} \gamma_j \Delta Y_{t-j} + \delta K_{t-1} + \varepsilon_t$$

con buenos resultados

Problemas con el Acelerador

En la mayoría de los modelos, tanto I como Y son endógenos (shocks de productividad en el caso de modelos de ciclos reales, shocks adicionales en modelos más sofisticados).

Ningún rol para precios: precio del capital, tasa de interés, tasas de impuestos corporativos, ...

No considera costos de ajuste.

No considera expectativas sobre rentabilidad futura del capital.

El producto es exógeno: los efectos de I sobre el producto futuro son ignorados. En los 60 Samuelson incluyó este feedback.

Keynes, Teoría General

Rol de la tasa de interés: la firma calcula la tasa interna de retorno que lleva a que el VP de beneficios menos costos sea igual a cero e invierte si y sólo si esta tasa es mayor que la tasa de interés corriente.

Los costos se incurren principalmente al inicio ('upfront'), los retornos vienen más tarde. Esta idea es capturada parcialmente por Hicks en la curva IS.

Expectativas: la inversión responde poco a la tasa de interés, su principal determinante son los "espíritus animales" (animal spirits) de los emprendedores.

Historia

Modelo neoclásico

Aplicación

Historia

Modelo neoclásico

Aplicación

Modelo Neoclásico

Jorgenson (1963), Hall y Jorgenson (1967).

La firma maximiza el valor de las acciones (definido como el valor presente de las utilidades, descontadas a la tasa de interés libre de riesgo): el modelo ignora temas de control corporativo.

Accionistas neutros al riesgo: el modelo ignora los efectos del riesgo sobre el retorno que exigen los inversionistas.

Las firmas no emiten deuda: el modelo ignora la decisión de financiamiento de la firma (deuda vs. capital).

Partimos asumiendo que la firma no paga impuestos, la contribución principal de Hall y Jorgenson (1967) fue incorporar impuestos, la veremos más adelante.

La firma es tomadora de precios en todos los mercados, no hay asimetrías de información.

Mercados de capitales perfectos. Las firmas emiten las acciones que desean a una tasa de retorno determinada por la tasa de interés libre de riesgo.

Como consecuencia de los supuestos anteriores: financiamiento interno (de utilidades retenidas) y externo son sustitutos perfecto lo cual separa las decisiones reales y financieras de la empresa (como en Modigliani-Miller, 1961).

Relajaremos varios de los supuestos anteriores más adelante.

Costo del usuario del capital

Si la firma compra ΔK unidades de capital en t y las vende en $t+\Delta t$ el beneficio que obtiene es

$$-p_{K,t}\Delta K + \int_t^{t+\Delta t} [\pi(K_s+\Delta K, X_s) - \pi(K_s, X_s)] e^{-r(s-t)}\,\mathrm{d}s + \frac{1}{1+r\Delta t}(1-\delta\Delta t) p_{K,t+\Delta t}\Delta K.$$

Mediante desarrollos de Taylor y tomando límite cuando ΔK tiende a cero (la demostración rigurosa la veremos más adelante como un caso particular del modelo q) se obtiene:

$$-p_{K,t} + \pi_K(K_t, X_t)\Delta t + \frac{1}{1+r\Delta t}(1-\delta\Delta t) p_{K,t+\Delta t}.$$

Este beneficio deber ser igual al que obtiene si ahorra a tasa de interés r, es decir, igual a cero:

$$-p_{K,t} + \frac{1}{1+r\Delta t}(1+r\Delta t) p_{K,t} = 0.$$

Costo del usuario del capital

Tomando un desarrollo de Taylor de primer orden en Δt y denotando

$$\dot{p}_{K,t} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{p_{K,t+\Delta t} - p_{K,t}}{\Delta t}$$

obtenemos

$$\boxed{\pi_K(K_t, X_t) = (\delta + r_t) p_{K,t} - \dot{p}_{K,t}} \tag{2}$$

Comparando (2) con (1) definimos

$$c_t \equiv (\delta + r_t) p_{K,t} - \dot{p}_{K,t} \tag{3}$$

y obtenemos, nuevamente

$$\pi_K(K_t, X_t) = c_t.$$

c_t se conoce como el **costo del usuario del capital** ('user cost of capital'). Es igual al costo de arriendo implícito del capital.

c_t se puede calcular a partir de los precios de compraventa de capital, la tasa de depreciación y la tasa de interés.

Sin embargo, cuando sólo hay mercado de arriendo de capital, no es obvio cómo se mide c_t.

Como veremos, c_t se puede generalizar para incorporar diversos tipos de impuestos. Esto es muy útil en trabajos empíricos de inversión.

c_t es creciente en $p_{K,t}$, r_t y δ y decreciente en $\dot{p}_{K,t}$. La intuición en cada caso es obvia.

COSTO DEL USUARIO (CONT.)

Por el Teorema de la Envolvente tenemos que π_K en (2) se puede interpretar tanto como una derivada parcial (sólo respecto de K_t) o una derivada total, que también considera cómo varían los valores óptimos de los X_i con K. Lo cual ilustramos a continuación.

Consideremos una función de producción Cobb-Douglas para la economía

$$Y_t = K_t^{\alpha} L_t^{1-\alpha}$$

donde el trabajo L_t es un insumo variable y donde denotamos mediante $p_{Y,t}$ el precio del bien (o nivel de precios de la economía).

Costo del usuario: Caso Cobb-Douglas

Tenemos

$$\pi(K_t, w_t, p_{Y,t}) = p_{Y,t} Y_t - w_t L_t^*(K_t) = p_{Y,t} K_t^{\alpha} [L_t^*(K_t)]^{1-\alpha} - w_t L_t^*(K_t)$$

donde $L^*(K)$ denota el valor óptimo de L dado K.

Entonces

$$\frac{\partial \pi}{\partial K} = \alpha p_{Y,t} K_t^{\alpha-1} [L_t^*(K_t)]^{1-\alpha} = \alpha p_{Y,t} \frac{Y_t}{K_t}.$$

La derivada total satisface:

$$\frac{d\pi}{dK} = \alpha p_{Y,t} \frac{Y_t}{K_t} + \frac{1}{L_t^*(K_t)} \left\{ (1-\alpha) p_{Y,t} Y_t - w_t L_t^*(K_t) \right\} (L_t^*)'(K_t)$$

y como el término entre llaves es cero, pues equivale a la condición de optimalidad para L, concluimos que es igual a la derivada parcial.

Concluimos entonces que

$$K_t^* = \alpha \frac{p_{Y,t} Y_t}{c_t}$$

lo cual significa que las elasticidades del capital deseado respecto del producto y del costo del usuario tienen el mismo valor (absoluto): uno.

Para pasar del capital deseado a inversión volvemos a usar rezagos distribuidos ('distributed lags'):

$$I_t = \sum_{j \geq 0} \gamma_j \Delta K_{t-j}^* + \delta K_{t-1}.$$

Costo del usuario: Caso Cobb-Douglas

En consecuencia:

$$\begin{aligned}
\frac{I_t}{K_{t-1}} &= \sum_{j\geq 0} \gamma_j \frac{\Delta K^*_{t-j}}{K_{t-j-1}} + \delta \\
&\simeq \sum_{j\geq 0} \gamma_j \frac{\Delta K^*_{t-j}}{K^*_{t-j-1}} + \delta \\
&\simeq \sum_{j\geq 0} \gamma_j \log(K^*_{t-j}/K^*_{t-j-1}) + \delta \\
&= \sum_{j\geq 0} \gamma_j \left\{\Delta \log(p_{Y,t-j} Y_{t-j}) - \Delta \log c_{t-j}\right\} + \delta,
\end{aligned}$$

donde al introducir logs se usó la aproximación $\log(1+x) \simeq x$.

Costo del usuario: Caso Cobb-Douglas

Cuando Jorgenson estimó ecuaciones del tipo

$$\frac{I_t}{K_{t-1}} = \text{const.} + \sum_{j\geq 0} \gamma_j \left\{ \Delta \log(p_{Y,t-j} Y_{t-j}) - \Delta \log c_{t-j} \right\} + \varepsilon_t$$

obtuvo valores positivos y significativos para los γ_j lo cual interpretó como un éxito de su teoría, pues mostraba que los precios que emergen de su teoría son determinantes de la inversión.

Sin embargo, estimando ecuaciones del tipo

$$\frac{I_t}{K_{t-1}} = \text{const.} + \sum_{j\geq 0} \eta_j \Delta \log(p_{Y,t+1-j} Y_{t+1-j}) - \sum_{j\geq 0} \mu_j \Delta \log c_{t+1-j} + \varepsilon_t,$$

Eisner y Nadiri (1968) encontraron que sólo los η_j eran significativos, concluyendo que los valores significativos de γ_j que obtuvo Jorgenson se debían a los términos de tipo acelerador ($\Delta \log Y$ en la ecuación anterior) y no a la presencia de costos del usuario.

Modelo Neoclásico: Conclusión

Importante avance en modelación: un modelo de demanda por capital derivada del comportamiento optimizante de una firma en un contexto dinámico.

Paso de demanda por capital a inversión: ad hoc, no es parte del modelo.

Ajuste empírico: pobre.

Historia

Modelo neoclásico

Aplicación

Historia

Modelo neoclásico

Aplicación

Aplicación

Objetivo: estudiar cómo varía la demanda por capital con la tasa de impuesto a las utilidades de las empresas

El punto de partida es notar que, denotando por $\tau \in [0,1)$ la tasa de impuesto corporativa, se tiene que el valor de K_0 que maximiza

$$(1-\tau)\int_0^\infty [F(K_t, L_t) - wL_t - p_{K,t} I_t] e^{-rt}\, \mathrm{d}t$$

no dependerá de τ.

El motivo es que si $f(x)$ alcanza el máximo en x^* entonces, cualesquiera sea la constant positiva c tendremos que $cf(x)$ también alcanza su máximo en x^*.

Para quebrar la neutralidad de la tasa corporativa

Bustos, Engel y Galetovic (2004, J. of Development Economics) introducen dos supuestos que abren la posibilidad de que la demanda por capital dependa de la tasa impositiva τ:

- los pagos de intereses por la deuda se descuentan de la base imponible (es decir, se imputan como un costo)
- la depreciación contable permite reducir la base imponible

Descontando pago de intereses

Al descontar los pagos de intereses por deuda de la base imponible, las empresas buscarán financiarse lo más posible vía deuda.

Los bancos, sin embargo, querrán que parte del financiamiento corporativo sea vía capital, ya que esto alinea mejor los incentivos (resuelve un problema de riesgo moral).

La digresión anterior se puede capturar, de manera un tanto simplificada, suponiendo que una fracción exógena, $b \in [0,1]$, de la inversión se financia vía deuda.

DEPRECIACIÓN CONTABLE

Depreciación: si invierto 1 en t puedo contabilizar δ_s como costo en $t+s$ donde $\delta_s \geq 0$ y $\int_0^\infty \delta_s \,\mathrm{d}s = 1$.

El ahorro en impuestos de la empresa, en valor presente, gracias a la depreciación acelerada, producto de invertir 1 en t, sera proporcional a

$$z \equiv \int_0^\infty e^{-rs}\delta_s \,\mathrm{d}s.$$

Tenemos que $z \in [0,1]$ con $z = 1$ cuando se tiene depreciación instantánea

Notar que la expresión de la transparencia 28 se puede interpretar como el caso $b = 0$ y $z = 1$.

Derivación de demanda por capital

Suponemos que la empresa maximiza el valor presente de los dividendos, donde estos vienen dados por

$$\mathrm{Div}_t = (1-\tau)[F(K_t, L_t) - wL_t - rD_t] + \tau\Delta_t - (1-b)p_t I_t.$$

Donde $\Delta_t \equiv \int_0^t \delta_{t-s} p_s I_s \, \mathrm{d}s$ es la suma de los descuentos por depreciación permitidos en t y $D_t \equiv b\int_0^t p_s I_s \, \mathrm{d}s$ denota la deuda acumulada en t.

Usando un argumento análogo al que usamos para derivar (2) se obtiene:

$$\boxed{\Pi_k(K_t, L_t(K_t)) = \frac{1-\tau(b+z)}{1-\tau}[(\delta + r_t)p_{K,t} - \dot{p}_{K,t}]} \tag{4}$$

Demanda por capital y tasa corporativa

De (4) y el hecho que $0 \leq b+z \leq 2$ se sigue que:

- $b+z<1$: $\quad \tau \uparrow \implies K \downarrow$
- $b+z=1$: $\quad \tau \uparrow \implies \Delta K = 0$
- $b+z>1$: $\quad \tau \uparrow \implies K \uparrow$

Concluimos que, si los incentivos para invertir (vía reducción de impuestos por pago de intereses y depreciación acelerada) son muy potentes, de modo que $b+z>1$, tendremos que un incremento de la tasa corporativo lleva a un mayor nivel de demanda por capital.

La evidencia

BEG (2004) estiman los valores de b, z y los costos de usuario del capital para el panel de empresas grandes chilenas (aquellas con FECUs)

Encuentran que los valores de $b+z$ son cercanos a uno.

BEG (2004) también extienden el marco teórico al caso en que las empresas eligen su stock de capital considerando los impuestos personales que pagan sus dueños y los resultados anteriores se mantienen.

EVIDENCIA: $b + z$

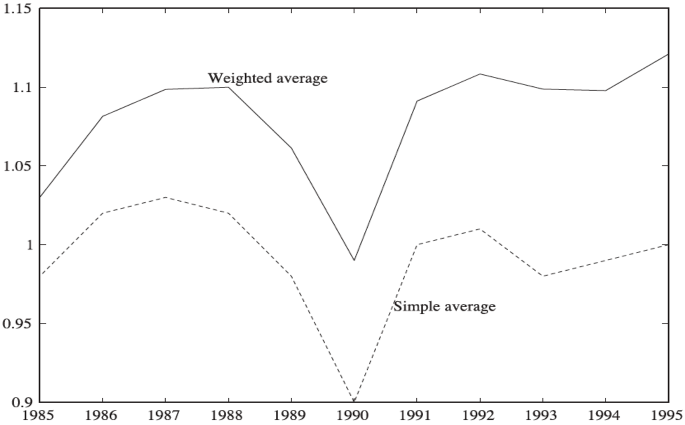

Fig. 3. Average values of $b+z$. The figure shows weighted (by firms' assets) and simple averages of $bi+zit$ for the 83 firms in the sample, between 1985 and 1995.

Componentes del costo del usuario: Variaciones

El logaritmo del costo del usuario de (4) se puede descomponer en la suma de tres componentes:

$$\log c_t = \log \frac{1-\tau(b+z)}{1-\tau} + \log p_{K,t} + \log\left(r_t + \delta - \frac{\dot{p}_{K,t}}{p_{K,t}}\right)$$

las cuales denominamos componentes 1, 2 y 3 respectivamente.

Componentes del costo del usuario: Variaciones (cont.)

La lámina que sigue muestra la evolución de las tres componentes. Está claro que las fluctuaciones de la tasa corporativa explican una fracción pequeñísima de la fluctuación del costo del usuario del capital.

Como la demanda por capital depende de la tasa corporativa solo a través del costo del usuario, esto sugiere un impacto menor de fluctuaciones de la tasa corporativa.

La lámina subsiguiente reporta el impacto de fluctuaciones en la tasa corporativa sobre demanda por capital, para los valores promedios de $b+z$ en dos años particulares. Los efectos son menores.

Componentes del costo del usuario: Variaciones (cont.)

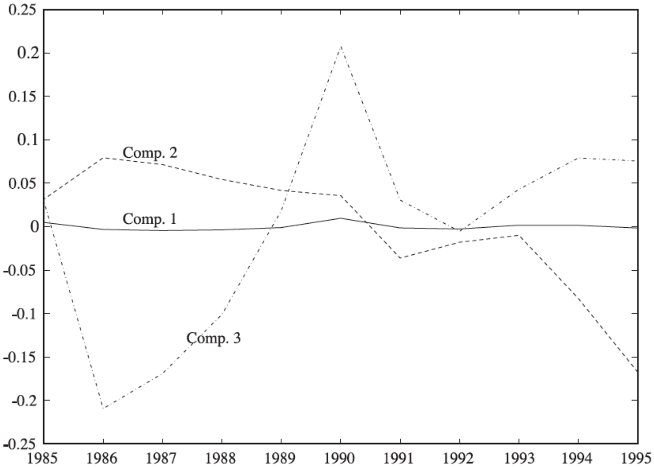

Fig. 2. Breakdown of the logarithm of the user cost of capital. The figure shows the three components of the user cost of capital with corporate veil. Logarithms have been broken down as in the text, between 1985 and 1995.

Demanda por capital y τ

Los valores de $b+z$ observados significan que la demanda por capital varía poco con la tasa corporativa.

Table 4
Capital stock and corporate tax

Corporate tax	Capital stock 1990	Capital stock 1995
0%	100	100
5%	99.97	100.25
10%	99.93	100.54
15%	99.90	100.87
20%	99.88	101.25

Variation of the aggregate desired capital stock. Desired stock when $\tau = 0$ has been normalized to 100.

Conclusión: En Chile, durante el período considerado, variaciones del precio relativo de los bienes de capital y la tasa de interés afectan el costo del usuario del capital mucho más que las tasas corporativas.

ENECO 630 – Macroeconomía I
Cátedra 10

Inversión
Introducción y Modelo Neoclásico

Eduardo Engel

ENECO 630. Macroeconomía I

Magíster en Economía, FEN, U. de Chile.

Mayo, 2021.