

Proyección con Un Modelo de Equilibrio General para la Economía Peruana¹

Carlos Montoro LI. David Florian

BCRP

Encuentro de Economistas, 28 de Noviembre de 2008

¹Los puntos de vista expresados en esta presentación corresponden a la de los autores y no necesariamente reflejan aquellas del BCRP

Proyecto MEGA-D

- **MEGA-D:** Modelo de Equilibrio General Agregado con Dolarización
- Modelo de Equilibrio General para la economía Peruana.
- Capturar las regularidades empíricas y hacer ejercicios de política (i.e. política monetaria).
- Proyección de variables macroeconómicas.

¿Por qué un modelo de Equilibrio General?

- Provee un marco conceptual consistente para análisis de política.
- Modelos completamente microfundados.
- Evitan la crítica de Lucas (1976) al evaluar la política monetaria.
- Permite analizar política económica desde el punto de vista del bienestar.
- Permiten identificar las fuentes de las fluctuaciones. Ayudan a predecir los efectos de cambios en política, realizar experimentos contrafactuales y pueden ser utilizados para proyección.

Modelos de Equilibrio General para Análisis de política

Otros bancos centrales

- En proyección:
 - ▶ Canada (ToTEM), Banco de Inglaterra (BEQM), Noruega (NEMO), Suecia (RAMSES), Suiza (DSGE-CH), Chile (MAS), FED (SIGMA), Banco Central Europeo (NAWM), FMI (modelos multipais: GEM, GFM, GIMF)
- Implementando la proyección:
 - ▶ Colombia (PATACON), Perú (MEGA-D)
- Otros en desarrollo:
 - ▶ Brasil (SAMBA).
- Por Implementar:
 - ▶ Venezuela, Uruguay, Guatemala, Argentina.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (1)

- Las condiciones de primer orden de un modelo de equilibrio general tienen la siguiente forma:

$$E_t F(X_{t+1}, X_t, S_t, S_{t-1}, \varepsilon_t) = 0$$

donde:

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (1)

- Las condiciones de primer orden de un modelo de equilibrio general tienen la siguiente forma:

$$E_t F(X_{t+1}, X_t, S_t, S_{t-1}, \varepsilon_t) = 0$$

donde:

- - ▶ X_t son variables endógenas (control)
 - ▶ S_t son variables de estado
 - ▶ ε_t son choques.
 - ▶ E_t : indican expectativas con la información disponible al periodo t . (pueden ser expectativas racionales, adaptativas, con aprendizaje, etc...).

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (2)

- La (aproximación lineal de la) solución de este problema tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned} X_t &= AS_t \\ S_t &= BS_{t-1} + C\varepsilon_t \end{aligned} \quad (*)$$

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (2)

- La (aproximación lineal de la) solución de este problema tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned} X_t &= AS_t \\ S_t &= BS_{t-1} + C\varepsilon_t \end{aligned} \quad (*)$$

- esta forma funcional es la representación de estado-espacio del modelo (VAR).

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (2)

- La (aproximación lineal de la) solución de este problema tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned} X_t &= AS_t \\ S_t &= BS_{t-1} + C\varepsilon_t \end{aligned} \quad (*)$$

- esta forma funcional es la representación de estado-espacio del modelo (VAR).
- A , B y C son funciones de parametros (profundos) del modelo y de la regla de política.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (2)

- La (aproximación lineal de la) solución de este problema tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned} X_t &= AS_t \\ S_t &= BS_{t-1} + C\varepsilon_t \end{aligned} \quad (*)$$

- esta forma funcional es la representación de estado-espacio del modelo (VAR).
- A , B y C son funciones de parametros (profundos) del modelo y de la regla de política.
- Cambios en la forma de hacer la política monetaria (regla de Taylor) → Cambios en A , B y C .

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (3)

- Una vez que se tiene los valores de A , B y C , el modelo (*) puede usarse para proyectar:

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Metodología (3)

- Una vez que se tiene los valores de A , B y C , el modelo (*) puede usarse para proyectar:

$$\begin{aligned} E_t X_{t+1} &= E_t A S_{t+1} \\ &= E_t A (B S_t + C \varepsilon_t) \end{aligned}$$

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (1)

- Modelos de equilibrio general explican fluctuaciones alrededor de una tendencia (RBC, NK).

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (1)

- Modelos de equilibrio general explican fluctuaciones alrededor de una tendencia (RBC, NK).
- La estimación de la tendencia (no observable) de las variables es muy importante:

$$x_t = X_t - \bar{X}_t$$

dependiendo de la estimación de \bar{X}_t : $x_t \gtrless 0$

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (2)

Solución 1: usar variables filtradas (por ejemplo HP).

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (2)

Solución 1: usar variables filtradas (por ejemplo HP).

- Ventajas: facilidad de usar.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (2)

Solución 1: usar variables filtradas (por ejemplo HP).

- Ventajas: facilidad de usar.
- Problemas:
 - ▶ Inconsistencias entre las tendencias: si $X_t = Y_t + Z_t$, no necesariamente $\bar{X}_t = \bar{Y}_t + \bar{Z}_t$.
 - ▶ Sezgo al final de la muestra.
 - ▶ Dificultad de explicar.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (3)

Solución 2: trabajar con variables en diferencias (demean).

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$$

$$\Delta x_t = \Delta X_t - \sum \frac{\Delta X_t}{T}$$

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (3)

Solución 2: trabajar con variables en diferencias (demean).

$$\begin{aligned}\Delta X_t &= X_t - X_{t-1} \\ \Delta x_t &= \Delta X_t - \sum \frac{\Delta X_t}{T}\end{aligned}$$

- Ventajas: más fácil de explicar (tasas de crecimiento).
- Problemas: no todas las variables tienen las mismas tendencias
→ todavía hay inconsistencia en la suma de tendencias.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (4)

Solución 3: modelar las tendencias.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: Tendencias (4)

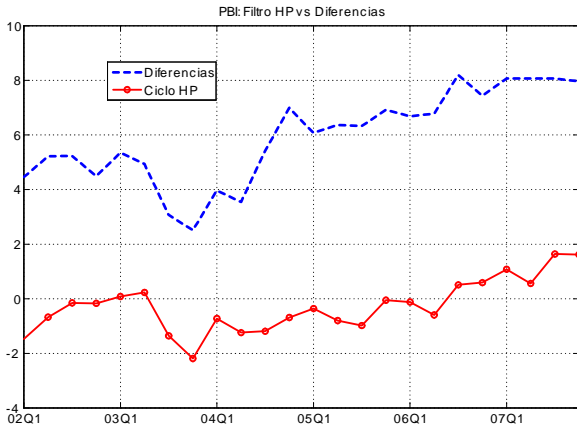
Solución 3: modelar las tendencias.

- Modelo de crecimiento en equilibrio general.
- Modelo ad-hoc para las tendencias + DSGE (solución Banco de Canada)

Proyección con un modelo de Equilibrio General

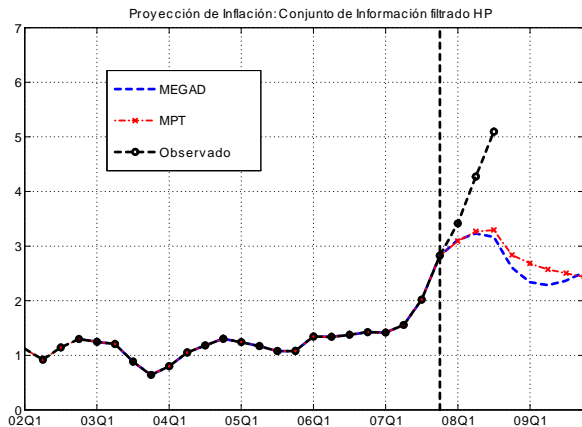
Ejemplo: proyección con tendencias vs proyección en diferencias

Serie de brecha de PBI utilizando el HP y primeras diferencias.



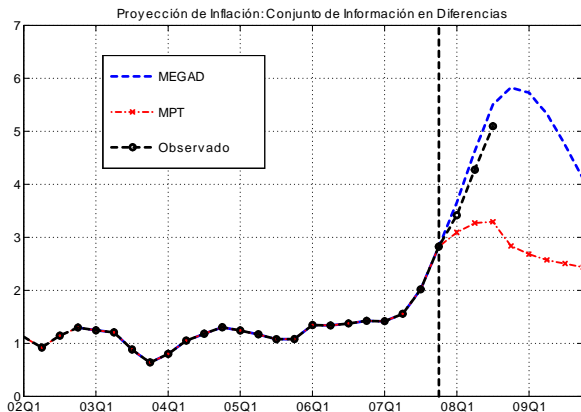
Proyección con un modelo de Equilibrio General

Ejemplo: proyección con filtrado HP



Proyección con un modelo de Equilibrio General

Ejemplo: proyección con variables en diferencias



Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: punto inicial (1)

- El punto inicial: X_t es importante.
- Problema: no todas las variables son conocidas en el punto inicial (por ejemplo: costos marginales, la tasa de renta del capital, etc).

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: punto inicial (2)

Alternativa 1: usar filtros de Kalman para estimación de variables no observadas.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: punto inicial (2)

Alternativa 1: usar filtros de Kalman para estimación de variables no observadas.

- Ventajas: consistencia entre el modelo y los datos.
- Problemas:
 - ▶ Si algunas ecuaciones tienen un buen ajuste y otras no: mala estimación de variables.
 - ▶ Muy sensible al set de información. ¿Cuál es el set de información más eficiente?
- Alternativa utilizada en el modelo de **Chile (MAS)**.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Algunos aspectos: punto inicial (3)

Alternativa 2: no necesitamos todo X_t , sino solo S_t . Completar S_t con el mejor conjunto de información posible.

Proyección con un modelo de Equilibrio General

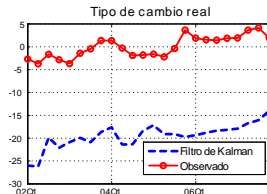
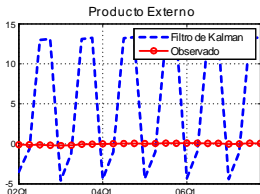
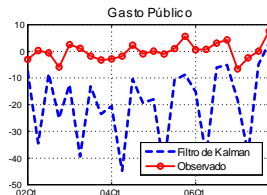
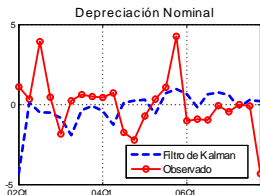
Algunos aspectos: punto inicial (3)

Alternativa 2: no necesitamos todo X_t , sino solo S_t . Completar S_t con el mejor conjunto de información posible.

- Variables que tenemos: variables de cuentas nacionales, precios relativos, etc.
- Variables que tenemos (con dificultad): salarios reales,...
- Variables importantes que no tenemos: Q de Tobin, el nivel de patrimonio neto (pero se tiene el ratio de apalancamiento).
- Alternativa utilizada en el modelo de **Suiza (DSGE-CH)**.

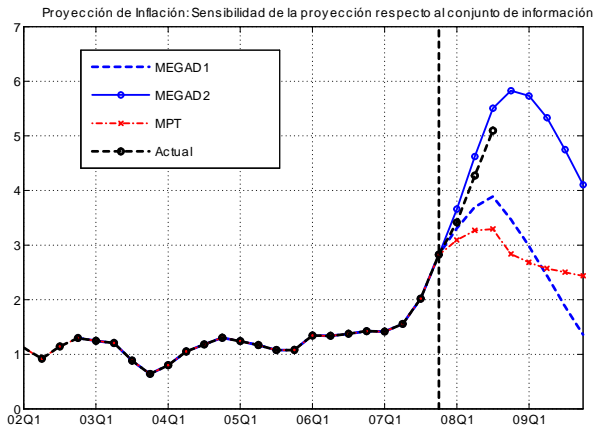
Proyección con un modelo de Equilibrio General

Ejemplo: estimación del punto inicial con el filtro de Kalman (1)



Proyección con un modelo de Equilibrio General

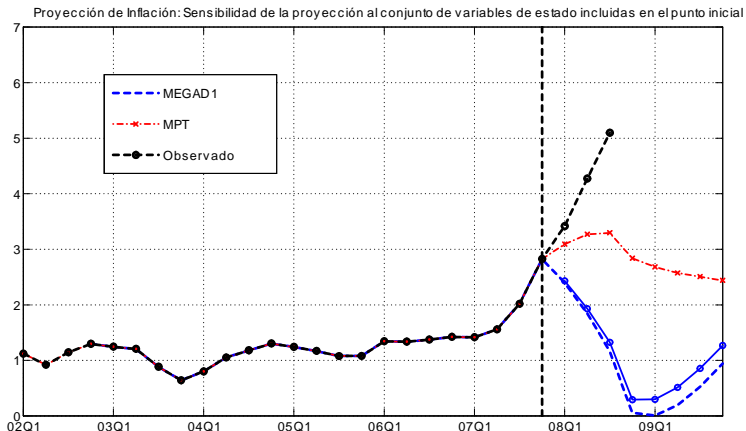
Ejemplo: estimación del punto inicial con el filtro de Kalman (2)



Proyección con un modelo de Equilibrio General

Ejemplo: estimación del punto inicial con el mejor set de información de variables de estado

Proyección se hace menos sensible al conjunto de información.



Proyección con un modelo de Equilibrio General

Interpretación de resultados: descomposición histórica y contrafactuales

- Ejemplo: ejercicio con datos simulados.
- Economía consta de 5 ecuaciones:

$$y_t = E_t y_{t+1} - \varphi (i_t - E_t \pi_{t+1}) + tcr_t + g_t$$

$$\pi_t = \kappa y_t + \beta E_t \pi_{t+1} + u_t$$

$$\Delta tcr_t = \Delta s_t - \pi_t$$

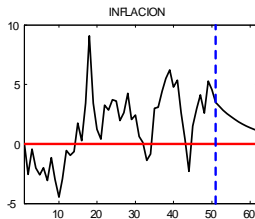
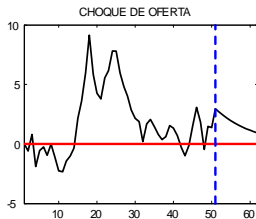
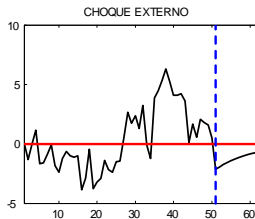
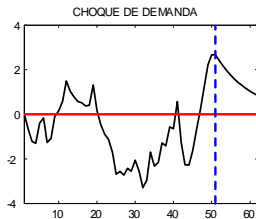
$$E_t \Delta s_{t+1} = i_t - i_t^*$$

$$i_t = \phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t$$

Proyección con un modelo de Equilibrio General

Ejemplo: descomposición histórica y de la proyección.

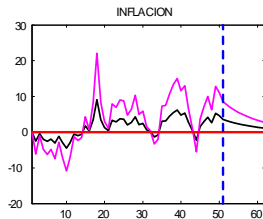
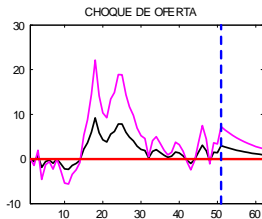
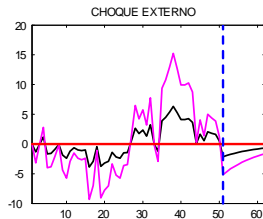
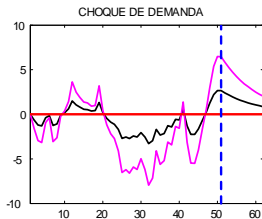
La historia de inflación se puede explicar por el tipo de choque:



Proyección con un modelo de Equilibrio General

Ejemplo: contrafactual de descomposición histórica y de la proyección.

¿Qué pasa si el BC pierde credibilidad?



Tipo de cambio real de equilibrio (TCR-FEER)

Efectos de la crisis financiera en el estado estacionario (1)

El tipo de cambio real de equilibrio equilibra la cuenta corriente:

$$\overline{XN/Y} = TCR \times \frac{P^X}{P^*} \times \overline{X/Y} - \overline{M/Y}$$

Tipo de cambio real de equilibrio (TCR-FEER)

Efectos de la crisis financiera en el estado estacionario (1)

El tipo de cambio real de equilibrio equilibra la cuenta corriente:

$$\overline{XN/Y} = TCR \times \frac{P^X}{P^*} \times \overline{X/Y} - \overline{M/Y}$$

donde el ratio de exportaciones netas sobre el producto esta determinado por la posición de pasivos externos netos (PEN):

$$\overline{XN/Y} = (r - g) \times \overline{PEN/Y}$$

Si $\overline{PEN/Y} \uparrow$, entonces $\overline{XN/Y} \uparrow$ para equilibrar la cuenta corriente.

Tipo de cambio real de equilibrio (TCR-FEER)

Efectos de la crisis financiera en el estado estacionario (2)

- Posibles efectos de la crisis financiera:
 - ▶ Pérdida en el nivel de RIN/PBI ($\overline{PEN/Y} \uparrow$)
 - ▶ Reducción en la cantidad de exportaciones ($\overline{X/Y} \downarrow$) y en su precio ($\frac{P^X}{P^*} \downarrow$)

Tipo de cambio real de equilibrio (TCR-FEER)

Efectos de la crisis financiera en el estado estacionario (2)

- Posibles efectos de la crisis financiera:
 - ▶ Pérdida en el nivel de RIN/PBI ($\overline{PEN/Y} \uparrow$)
 - ▶ Reducción en la cantidad de exportaciones ($\overline{X/Y} \downarrow$) y en su precio ($\frac{P^X}{P^*} \downarrow$)
- Entonces el tipo de cambio real de equilibrio se depreciaría ($TCR \uparrow$).

Tipo de cambio real de equilibrio (TCR-FEER)

Efectos de la crisis financiera en el estado estacionario (2)

- Posibles efectos de la crisis financiera:
 - ▶ Pérdida en el nivel de RIN/PBI ($\overline{PEN/Y} \uparrow$)
 - ▶ Reducción en la cantidad de exportaciones ($\overline{X/Y} \downarrow$) y en su precio ($\frac{P^X}{P^*} \downarrow$)

Tipo de cambio real de equilibrio (TCR-FEER)

Efectos de la crisis financiera en el estado estacionario (2)

- Posibles efectos de la crisis financiera:
 - ▶ Pérdida en el nivel de RIN/PBI ($\overline{PEN/Y} \uparrow$)
 - ▶ Reducción en la cantidad de exportaciones ($\overline{X/Y} \downarrow$) y en su precio ($\frac{P^X}{P^*} \downarrow$)
- Entonces el tipo de cambio real de equilibrio se depreciaría ($TCR \uparrow$).

Resultado cuantitativo

Supuestos sobre variables exógenas según escenario

Variable	Base	Crisis A	Crisis B	Crisis C
g	4%	3%	3%	3%
g^*	4%	3%	3%	3%
Π^*	4%	2%	2%	2%
prima riesgo externa	2%	3%	3%	3%
prima riesgo interna	1%	3%	3%	3%
PEN/Y	40%	45%	50%	45%
Y^*/Y	1	0.99	0.99	0.90
P^X/P^*	1.11	1.11	1.11	1.11

Resultado cuantitativo

Supuestos sobre variables exógenas según escenario

Variable	Base	Crisis A	Crisis B	Crisis C
g	4%	3%	3%	3%
g^*	4%	3%	3%	3%
Π^*	4%	2%	2%	2%
prima riesgo externa	2%	3%	3%	3%
prima riesgo interna	1%	3%	3%	3%
PEN/Y	40%	45%	50%	45%
Y^*/Y	1	0.99	0.99	0.90
P^X/P^*	1.11	1.11	1.11	1.11

Variable	Base	Crisis A	Crisis B	Crisis C
RER	1.000	1.023	1.033	1.158

Agenda Pendiente

- Análisis de política en tiempo real:
 - ▶ Proyecciones (descomposición por choques)

Agenda Pendiente

- Análisis de política en tiempo real:
 - ▶ Proyecciones (descomposición por choques)
 - ▶ Estimación de variables no observables.

Agenda Pendiente

- Análisis de política en tiempo real:
 - ▶ Proyecciones (descomposición por choques)
 - ▶ Estimación de variables no observables.
- Inclusión de otros mecanismos claves:
 - ▶ Política fiscal (agentes no ricardianos, reglas fiscales)
 - ▶ *Commodities*
 - ▶ No transables

Agenda Pendiente

- Análisis de política en tiempo real:
 - ▶ Proyecciones (descomposición por choques)
 - ▶ Estimación de variables no observables.
- Inclusión de otros mecanismos claves:
 - ▶ Política fiscal (agentes no ricardianos, reglas fiscales)
 - ▶ *Commodities*
 - ▶ No transables
- Re-estimación