

N° 506

LA MACROECONOMÍA
DE LA CUARENTENA:
UN MODELO DE
DOS SECTORES

Waldo Mendoza, Luis Mancilla
y Rafael Velarde

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 506

La Macroeconomía de la cuarentena: Un modelo de dos sectores

Waldo Mendoza, Luis Mancilla y Rafael Velarde

Febrero, 2022



PUCP

Departamento
Académico de Economía

DOCUMENTO DE TRABAJO 506

<http://doi.org/10.18800/2079-8474.0506>

La Macroeconomía de la cuarentena: un modelo de dos sectores

Documento de Trabajo 506

© Waldo Mendoza, Luis Mancilla y Rafael Velarde

Editado e Impreso:

© Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria 1801, Lima 32 – Perú.

Teléfono: (51-1) 626-2000 anexos 4950 - 4951

econo@pucp.edu.pe

<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/publicaciones/documentos-de-trabajo/>

Encargada de la Serie: Roxana Barrantes Cáceres

Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú

Barrantes.r@pucp.edu.pe

Primera edición – Febrero, 2022

ISSN 2079-8474 (En línea)

LA MACROECONOMÍA DE LA CUARENTENA: UN MODELO DE DOS SECTORES¹

Waldo Mendoza, Luis Mancilla y Rafael Velarde²

RESUMEN

La caída del PBI en 11 por ciento en el año 2020 fue de las más duras en América Latina y la más severa en el Perú desde 1989. El desencadenante fue la COVID-19 y el principal instrumento para contenerla: la cuarentena. No obstante, la recuperación del 2021 ha sido una de las más vigorosas en la región.

En este documento se presenta un modelo macroeconómico de dos sectores, inspirado en Blanchard (2021), que busca reproducir los hechos descritos. Los dos sectores son keynesianos, pues la producción está determinada por la demanda; y los niveles de precios dependen del nivel esperado de precios y de la brecha del PBI en cada sector. La conexión intersectorial se produce porque los trabajadores consumen bienes de ambos sectores.

El sector 1 (hoteles, restaurantes, líneas aéreas, etc.) es el directamente afectado por la cuarentena y el sector 2 (producción de alimentos, y bienes y servicios indispensables) es afectado indirectamente por el shock de demanda negativo procedente del sector 1. Debido a la cuarentena, el descenso del PBI potencial y el consumo autónomo en el sector 1 desencadenan una recesión general. Sin embargo, el fin de la cuarentena y las políticas que impidieron el deterioro de la capacidad productiva de la economía permiten una recuperación también generalizada de esta economía.

Palabras claves: cuarentena, modelo de dos sectores, Covid-19, PBI sectorial.

Códigos JEL: E32, E23

¹ Este es un documento de trabajo que será la base del artículo que formará parte del libro en homenaje al profesor Félix Jiménez, *Crecimiento, ciclos económicos y políticas sectoriales*, editado por Oscar Dancourt y Waldo Mendoza.

² Profesor y jefes de práctica, respectivamente, del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Los autores agradecen los valiosos comentarios de Marco Vega, los cuales permitieron mejorar una versión anterior de este documento. Los errores subsistentes son de nuestra responsabilidad.

ABSTRACT

The Peruvian GDP's fall of 11% in 2020 was among the sharpest in LATAM and the worst the country had experienced since 1989. The triggering causes were the COVID-19 pandemic and the main control measure adopted by the government: the quarantine. However, the economic upturn in 2021 is among the strongest in the region.

In this document we present a two-sector macroeconomic model, inspired by Blanchard (2021), that attempts to reproduce the aforementioned facts. Both sectors operate under Keynesian assumptions, implying that production levels are determined by the aggregate demand; and each sector's price level depends on the expected price level and the output gap. The intersectoral connection emerges because workers consume goods of both sectors.

Sector 1 (hotels, restaurants, airlines, etc.) is directly affected by the curfew and Sector 2 (food production and other essential goods and services) is indirectly affected by a negative demand shock coming from the other sector. Due to the quarantine, a decrease in the first sector's potential output and autonomous consumption triggers a general recession. However, the quarantine's end and policies to prevent the deterioration of the productive capacity allow a general recovery of the economy.

JEL codes: E32, E23.

Key words: quarantine, two-sector model, Covid-19, sectorial GDP.

INTRODUCCIÓN

El año 2020 estuvo marcado por los derrumbes del PBI y el empleo, en 11 y 15 por ciento, respectivamente, entre los más pronunciados en América Latina y los más severos en el Perú desde 1989. Los desencadenantes fueron la pandemia de la COVID-19 y el principal instrumento para contenerla: la cuarentena³.

Debido a la cuarentena y a la prohibición de operación de algunos sectores, el PBI en esos sectores se contrae. El desplome de los ingresos de los trabajadores de estos sectores afecta la demanda y la producción del resto de sectores, aquellos con permiso para operar durante la cuarentena. A su vez, el descenso de los ingresos de estos últimos afecta a la demanda y al PBI de los sectores afectados por el cierre de actividades. Por último, debido al temor que produce la pandemia en los consumidores, el consumo se resiente, constituyendo un choque sobre la demanda, que afecta la producción en ambos sectores.

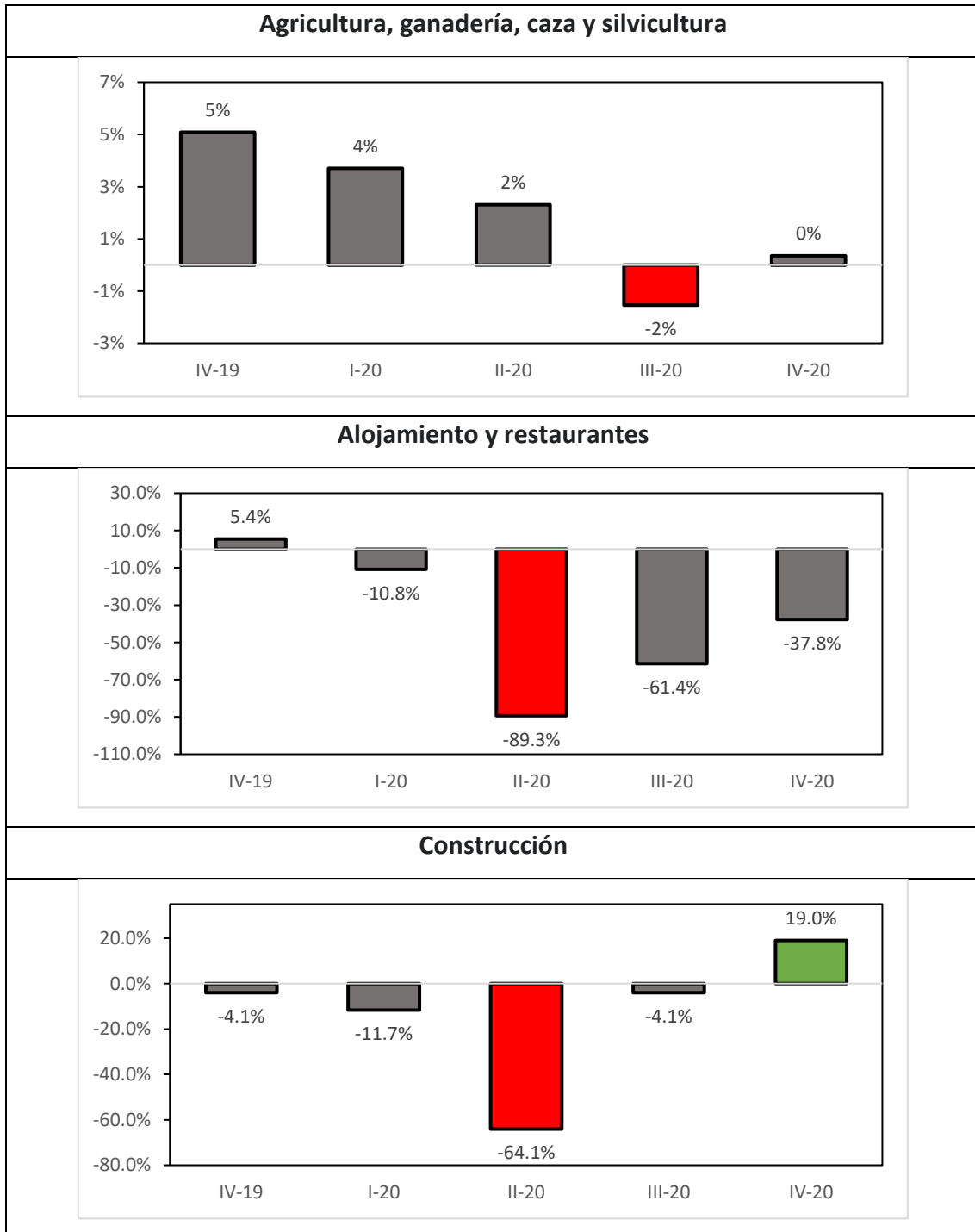
De esta manera, se produjo una contracción de la producción general pero muy desigual, dependiendo de la naturaleza de los sectores, tal como puede verse en el gráfico 1. El PBI en el sector Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, por ejemplo, proveedor de alimentos básicos para la población, y que siguió operando durante la cuarentena, casi no fue afectado. En contraste, en sectores como la Construcción, o el de Alojamiento y restaurantes, parados durante la cuarentena, el efecto fue monumental.

³ Puede leerse Mendoza (2021).

Gráfico 1

El colapso del 2020.2

(PBI sectorial, variación porcentual del índice de volumen físico)



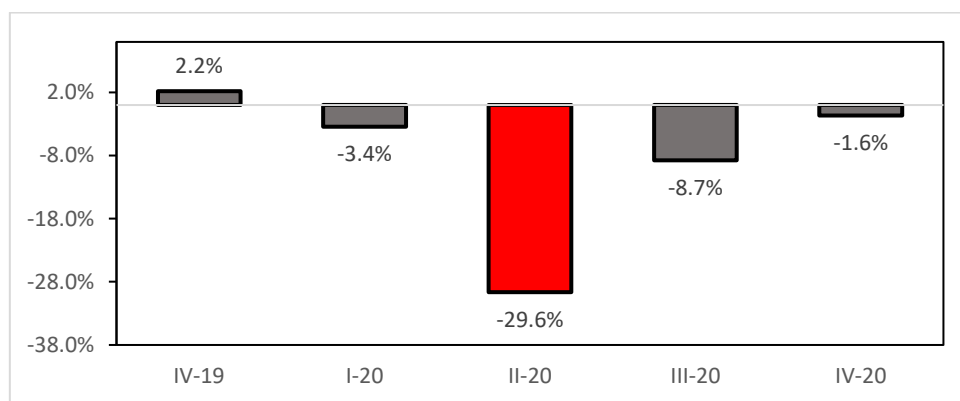
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Dirección de Cuentas Nacionales. Elaboración propia.

En el agregado, se produjo, en el segundo y tercer trimestre de 2020, la peor crisis económica desde la guerra con Chile: el PBI cayó en 30 y 9 por ciento, respectivamente; el empleo a nivel nacional en 35 y 16 por ciento, y el índice de pobreza monetaria saltó de 19 por ciento en el último trimestre de 2019 a 37 por ciento en el segundo trimestre de 2020, la cifra más alta de los últimos 11 años, tal como se observan en los gráficos 2, 3 y 4.

Gráfico 2

El colapso del 2020.2

(PBI, variación porcentual anualizada)

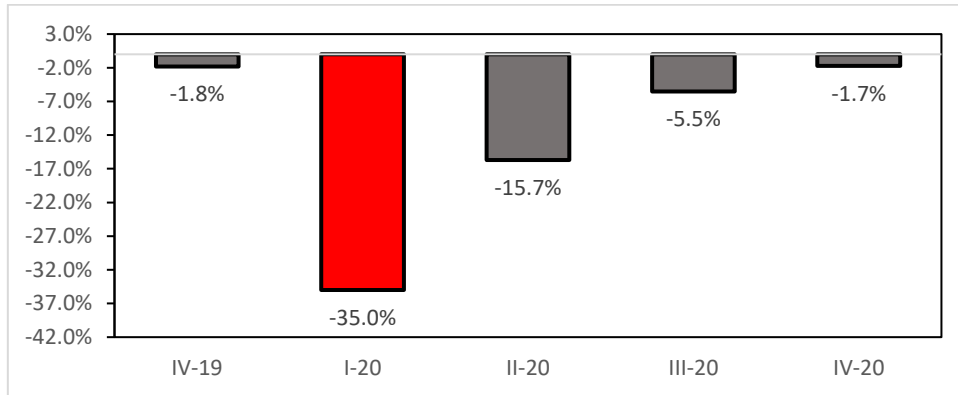


Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Dirección de Cuentas Nacionales. Elaboración propia.

Gráfico 3

El colapso del 2020.2

(PEA ocupada a nivel nacional, variación porcentual anual)

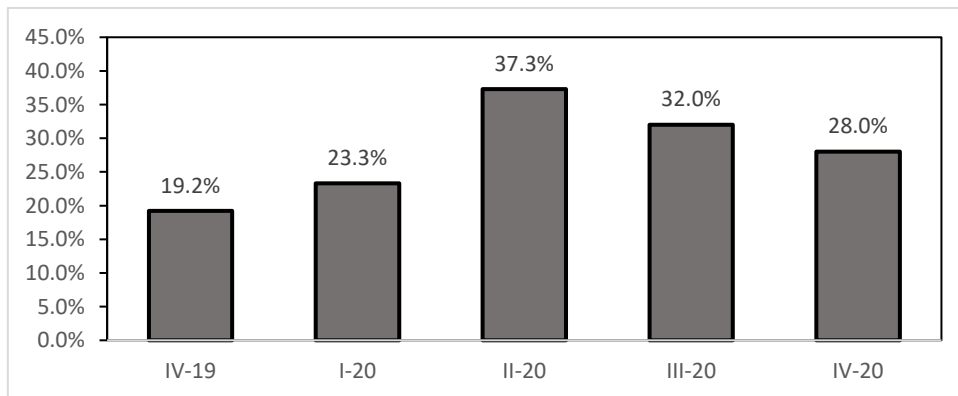


Fuente: BCRP.

Gráfico 4

El colapso del 2020.2

(índices de pobreza monetaria)



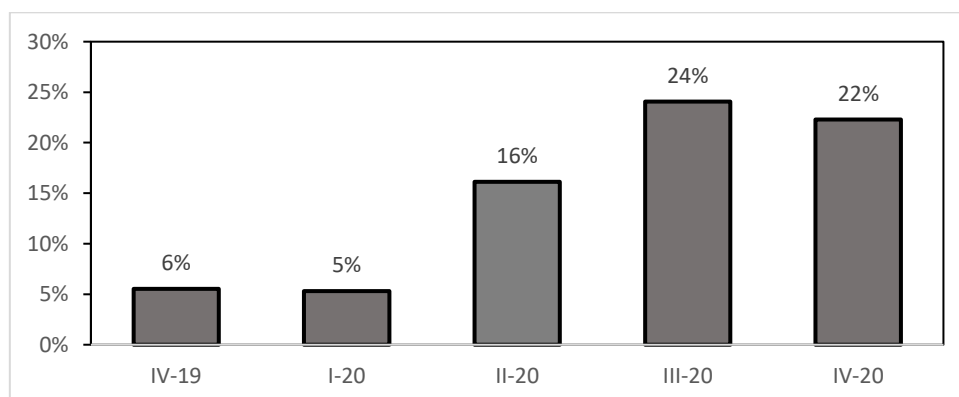
Fuente: INEI.

La recuperación vigorosa de la producción y el empleo durante el 2021 tiene su explicación en el potente programa crediticio puesto en marcha por el BCRP y el MEF en el 2020 y el 2021, siendo el programa emblemático Reactiva Perú.

El impacto total de los programas de crédito se resume en el comportamiento del crédito del sistema financiero dirigido a las empresas del sector productivo. Tal como puede observarse en el gráfico 5, la tasa de crecimiento anual del crédito bancario a las empresas subió de 5,8 por ciento promedio en el 2019 y de 5,3 por ciento en el primer trimestre de 2020, a un ritmo promedio de 22,3 por ciento anual entre mayo y diciembre

de 2020. En la historia económica del país, es inusual una expansión crediticia de esta magnitud en plena contracción económica.

Gráfico 5
El milagro del crédito
(Crédito de las sociedades de depósito a las empresas,
variación porcentual anual)



Fuente: BCRP.

El crédito bancario fue, sin exagerar, como el ventilador mecánico que salvó miles de vidas humanas, el instrumento que permitió la sobrevivencia de miles de empresas, especialmente micro y pequeñas, que está permitiendo la recuperación rápida de la economía peruana. En términos del modelo que presentaremos, permitió, al cabo de un tiempo, el restablecimiento del PBI potencial previo a la pandemia.

El objetivo central de este documento es la presentación de un modelo macroeconómico que procure reproducir los hechos descritos, simulando los efectos macroeconómicos de una cuarentena en una economía con dos sectores: el sector 1, afectado directamente por el cierre de actividades durante la cuarentena, y el sector 2, que pudo seguir operando durante la cuarentena, pero que recibe el efecto demanda del otro sector. Con el modelo, simulamos también los efectos del fin de la cuarentena.

El documento es breve. En la siguiente sección, se presenta el modelo macroeconómico, inspirado en Blanchard (2021), y elaborado con el instrumental de Mendoza (2016 y 2018). En la sección 2, se presentan los distintos subsistemas del modelo: el corto plazo, el equilibrio estacionario y el tránsito hacia el equilibrio estacionario. En la sección 3, se

simulan los efectos de la cuarentena, como un descenso del PBI potencial en el sector 1 y una caída equivalente del consumo autónomo en ese sector; así como los efectos de la reversión de estos eventos. Finalmente, en la sección 4, se presentan algunas conclusiones.

1. EL MODELO

Este es un desarrollo del modelo de dos sectores inspirado en Blanchard (2021), y elaborado con el instrumental de Mendoza (2016 y 2018), para tratar los efectos macroeconómicos de la cuarentena. Ambos sectores son keynesianos, en el sentido de que en el mercado de bienes la producción está determinada por la demanda. En ambos sectores, el nivel de precios depende del nivel esperado de precios y de la brecha del PBI. El sector 1 es el directamente afectado por la cuarentena (hoteles, restaurantes, líneas aéreas, etc.) y el sector 2 es el indirectamente afectado (producción de alimentos, y bienes y servicios indispensables, por ejemplo). Ambos sectores están conectados a través del consumo de los trabajadores de ambos sectores.

El sistema macroeconómico es como el del modelo IS-MR-DA-OA de Mendoza (2016 y 2018). En el mercado monetario de ese modelo, el banco central fija la tasa de interés de corto plazo, la oferta monetaria nominal es endógena, y no influye en la determinación de la producción. La conexión entre el mercado de bienes y el mercado monetario es la tasa de interés solamente, por lo que podemos prescindir de la LM.

1.1 El sector 1

Demanda agregada

En el mercado de bienes, la producción (Y_1) está determinada por la demanda (D_1), la cual viene a su vez explicada por los componentes habituales en una economía cerrada: el consumo, la inversión y el gasto público.

$$Y_1 = D_1 = C_1 + I_1 + G_1 \tag{1}$$

En primer lugar, asumimos que el consumo es una función directa del ingreso disponible del sector 1 y del sector 2, de la riqueza real y de un componente autónomo propio del sector 1. Respecto al ingreso disponible, este se define como el ingreso neto de impuestos, $Y_1 - T_1$ y $Y_2 - T_2$, y como los impuestos son una fracción del ingreso, $T_1 = tY_1$ y $T_2 = tY_2$, el ingreso disponible del sector 1 y el sector 2 viene dado, respectivamente, por $Y_1 - tY_1 = (1 - t)Y_1$ y $Y_2 - tY_2 = (1 - t)Y_2$. En relación a la riqueza real, esta se define como la riqueza nominal del sector 1, Q_1 , deflactada por el nivel de precios de dicho sector, P_1 , es decir, $(Q_1 - P_1)$ ⁴. Por último, el componente autónomo, C_{01} , recoge el resto de variables que influyen en el consumo. De esta manera, la función consumo en el sector 1 está dada por:

$$C_1 = C_{01} + c_1(1 - t)Y_1 + c_1(1 - t)Y_2 + c_2(Q_1 - P_1) \quad (2)$$

Donde c_1 es la propensión marginal a consumir respecto al ingreso disponible del sector 1 y el sector 2, c_2 es la propensión marginal a consumir respecto a la riqueza del sector 1 y el sector 2, y t es la tasa impositiva.⁵

El componente exógeno C_{01} , al corresponder a un sector no esencial, no está asociado a un consumo de subsistencia. Este componente depende las expectativas de ingreso futuro como puede ser fundamentado con el modelo de consumo intertemporal descrito en Mendoza (2018). Por lo tanto, este componente es susceptible de caer ante una crisis sanitaria.

En segundo lugar, se asume que la inversión depende negativamente de una tasa de interés⁶, r , común a ambos sectores, y positivamente de un componente autónomo propio del sector 1, I_{01} , que recoge el resto de influencias.

$$I_1 = I_{01} - br \quad (3)$$

Por último, se supone que el gasto público en el sector 1 (G_1) es exógeno. Esto asume, implícitamente, que el gobierno no tiene restricciones para financiarse.

⁴ Para mantener el carácter estrictamente lineal del modelo, estamos modelando la riqueza real en una forma lineal, donde se reemplaza la fórmula clásica de $\frac{Q}{P}$ por $Q - P$. Esto no debería afectar el signo obtenido en los resultados de estática comparativa.

⁵ Se asume que la propensión marginal a consumir respecto al ingreso disponible y respecto a la riqueza real, así como la tasa impositiva, son las mismas en ambos sectores.

⁶ En rigor, la inversión privada depende de la tasa de interés real de largo plazo.

$$G_1 = G_{01} \quad (4)$$

Introduciendo (2), (3) y (4) en (1) podemos hallar los determinantes de la producción,

$$Y_1 = k[A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - c_2P_1 - br] \quad (5)$$

Donde, $A_{01} = C_{01} + I_{01} + G_{01} + c_2Q_1$ es el componente autónomo de la demanda del sector 1 y $k = \frac{1}{1-c_1(1-t)}$ es el multiplicador keynesiano, cuyo valor es mayor que la unidad.

En este modelo keynesiano de dos sectores, la producción del sector 1 depende de la demanda, la cual es una función directa de la propensión marginal a consumir respecto al ingreso disponible, las variables que se encuentran en el componente autónomo de la demanda y el ingreso del sector 2. Y, a su vez, la demanda es una función inversa del nivel de precios en el sector 1, la tasa impositiva y la tasa de interés.

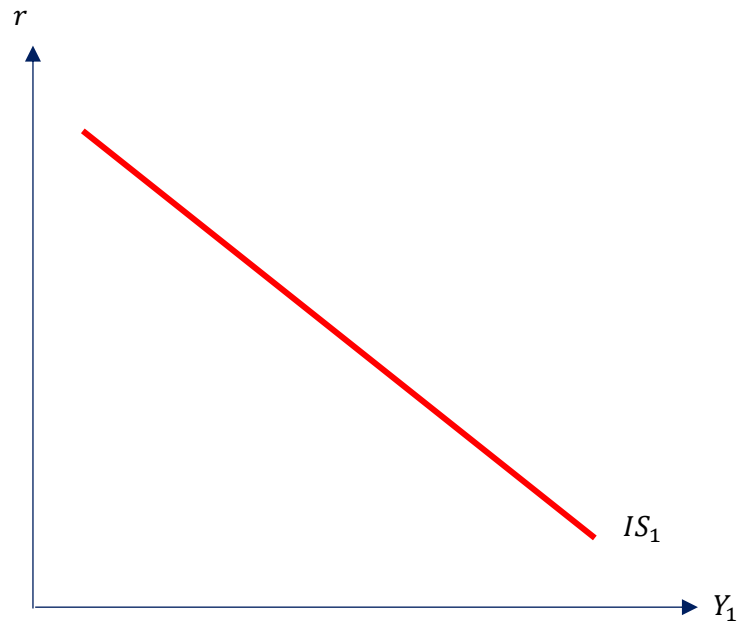
Reordenando la ecuación (5) se deriva la recta *IS* del sector 1, IS_1 , que representa todas las combinaciones de tasas de interés y producción que mantienen en equilibrio al mercado de bienes del primer sector.

$$r = \frac{A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - c_2P_1}{b} - \frac{1}{kb}Y_1 \quad (6)$$

En la figura 1, se muestra la recta *IS* del sector 1.

Figura 1

IS del sector 1



En este modelo IS-MR de dos sectores, la tasa de interés es una variable exógena que, al ser el instrumento de política monetaria, está determinada por el banco central⁷, y la oferta monetaria nominal es la variable de ajuste que mantiene en equilibrio el mercado monetario⁸. En la figura 2, se representa la tasa de interés fijada por la autoridad monetaria como la recta MR (*Monetary Rule*). Esta es la regla de política monetaria.

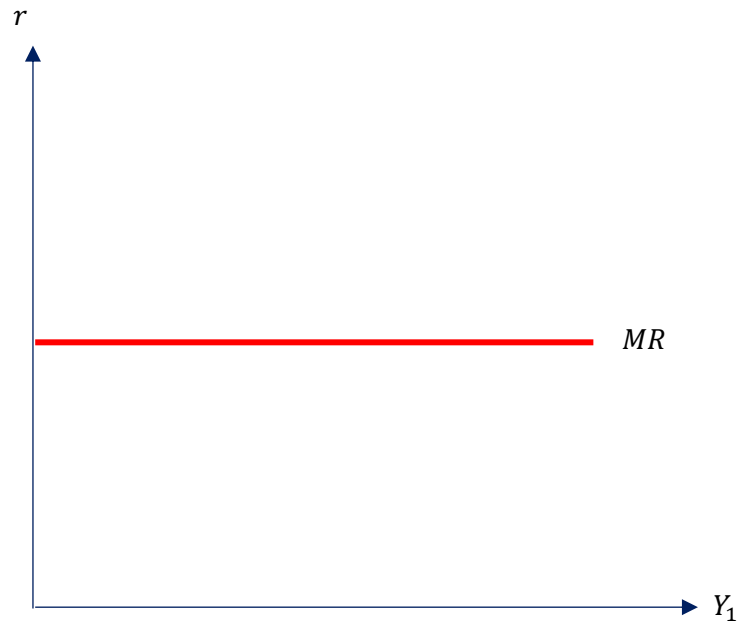
$$r = r_0 \tag{7}$$

⁷ En rigor, el banco central administra una tasa de interés nominal de corto plazo. No obstante, dado que en esta presentación se supone que la inflación esperada es nula, siguiendo a la ecuación de Fisher ($r = i - \pi^e$), no se hace distinción entre la tasa de interés nominal y real.

⁸ En esta presentación, se prescinde de la oferta monetaria nominal y de la LM dado que la primera es una variable residual que se determina en el mercado monetario (o LM) y no incide sobre el resto de variables endógenas del modelo (la producción y el nivel de precios).

Figura 2

La MR



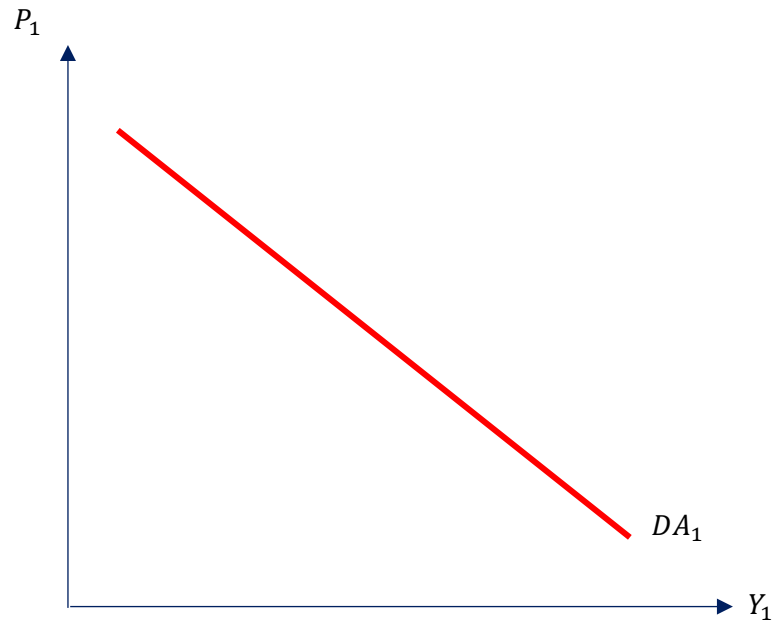
Insertando (7) en (5) y reordenando la expresión, obtenemos la curva de demanda agregada del sector 1, DA_1 .

$$P_1 = \frac{A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2}Y_1 \quad (8)$$

En la figura 3, se grafica la curva DA_1 en el plano (Y, P) . Como es usual, la pendiente de esta recta es negativa. Esto representa la relación inversa que existe en el mercado de bienes entre los precios y la producción.

Figura 3

Demanda agregada del sector 1



Oferta agregada

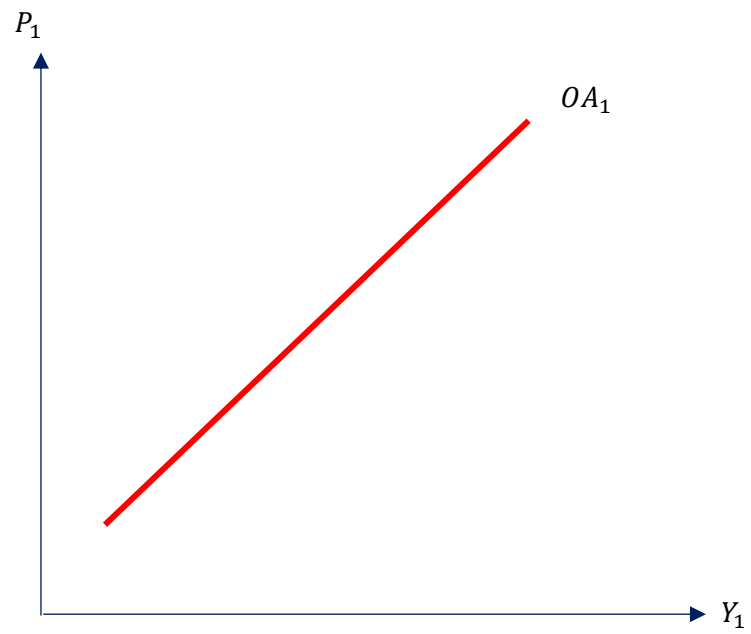
El nivel de precios en este sector, P_1 , es una función creciente en el nivel de precios esperado, P_1^e , y en la brecha del PBI del sector. Esta última se define como la diferencia entre el PBI observado y el PBI potencial en el sector 1, $(Y_1 - \bar{Y}_1)$.

$$P_1 = P_1^e + \lambda(Y_1 - \bar{Y}_1) \quad (9)$$

En la figura 4, se representa la curva de oferta agregada del sector 1, OA_1 , cuya pendiente es positiva.

Figura 4

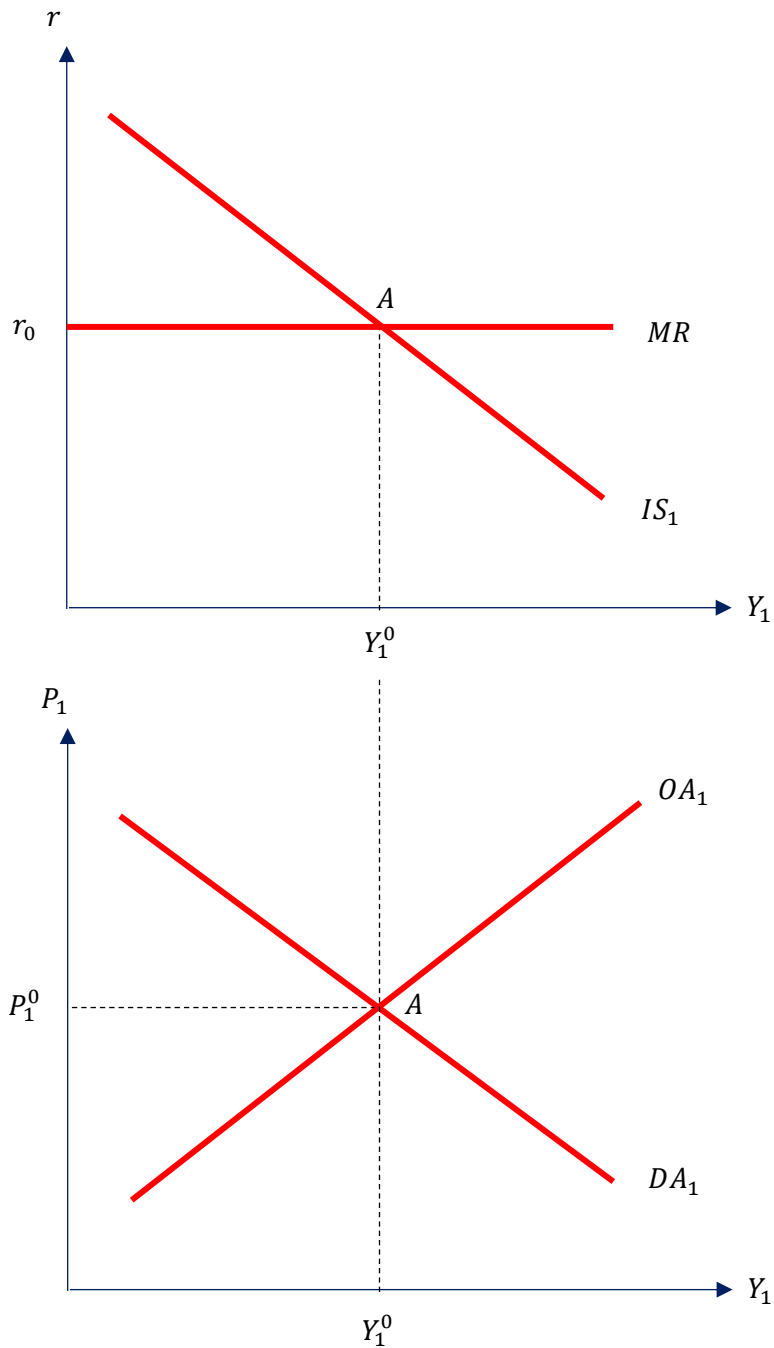
Oferta agregada del sector 1



El sector 1 en su conjunto se presenta en la figura 5. En la parte superior, se observa la IS y la MR, y en la parte inferior la DA y la OA.

Figura 5

Sector 1



1.2 El sector 2

Demanda agregada

El mercado de bienes es similar al del sector 1, y la tasa de interés que enfrenta el sector 2 es la misma que la que enfrenta el primer sector.

$$Y_2 = D_2 = C_{02} + c_1(1-t)Y_2 + c_1(1-t)Y_1 + c_2(Q_2 - P_2) + I_{02} - br + G_{02} \quad (10)$$

De (10) se hallan los determinantes de la producción en el sector 2,

$$Y_2 = k[A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - c_2P_2 - br] \quad (11)$$

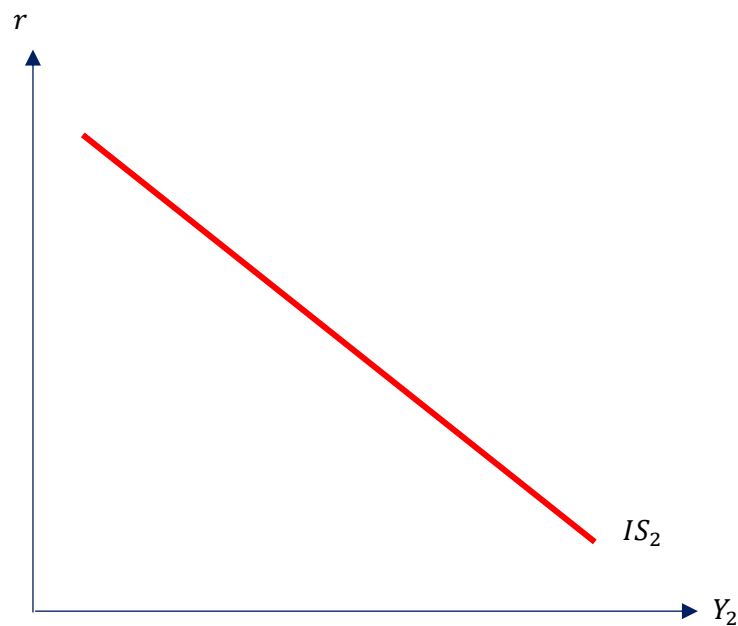
Donde, $A_{02} = C_{02} + I_{02} + G_{02} + c_2Q_2$ es el componente autónomo de la demanda del sector 2.

A partir de la ecuación (11), se deriva la recta IS del sector 2, IS_2 ,

$$r = \frac{A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - c_2P_2}{b} - \frac{1}{kb}Y_2 \quad (12)$$

Figura 6

IS del sector 2



La tasa de interés establecida por el banco central es la misma para ambos sectores,

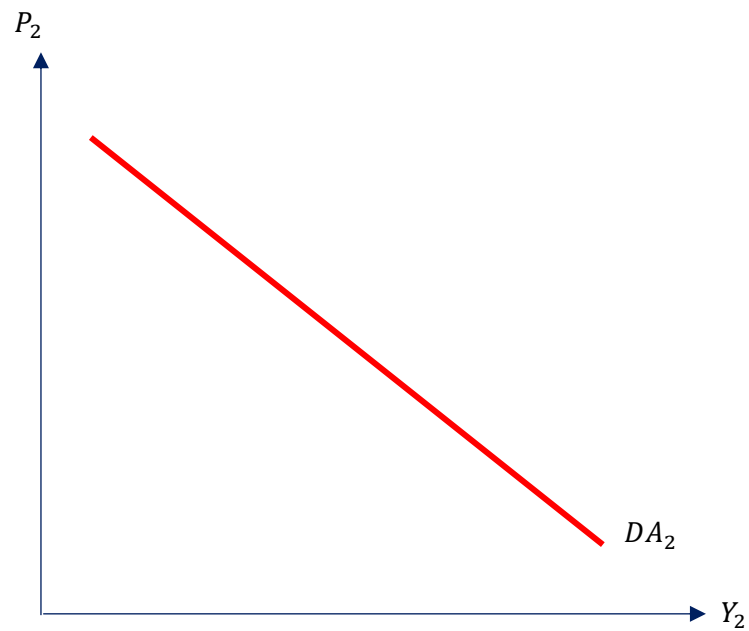
$$r = r_0 \quad (7)$$

De (11) y (7) obtenemos la curva DA en el sector 2,

$$P_2 = \frac{A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_2 \quad (13)$$

Figura 7

Demanda agregada del sector 2



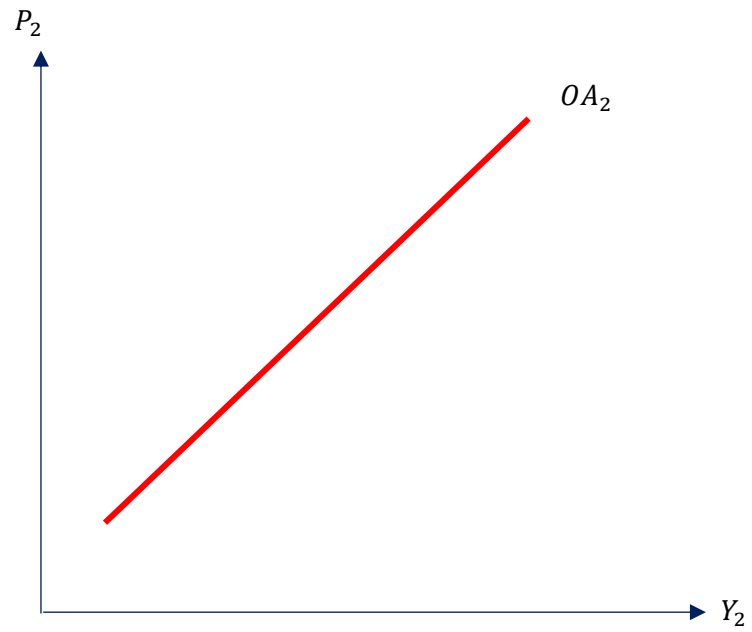
Oferta agregada

La oferta agregada del sector 2 tiene los mismos determinantes que el sector 1, el precio esperado y la brecha del PBI del sector.

$$P_2 = P_2^e + \lambda(Y_2 - \bar{Y}_2) \quad (14)$$

Figura 8

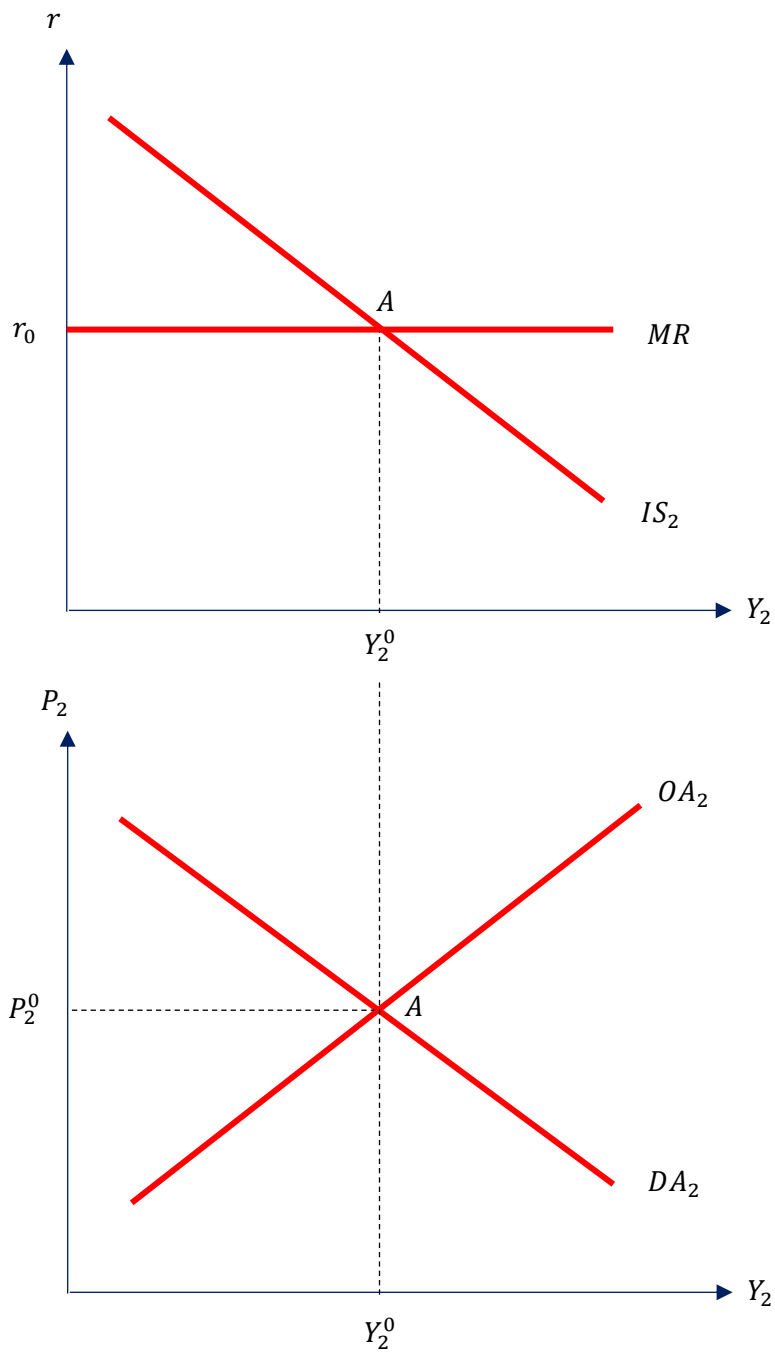
Oferta agregada del sector 2



El sector 2 en su conjunto se presenta en la figura 9. En la parte superior, se observa la IS y la MR, y en la parte inferior la DA y la OA.

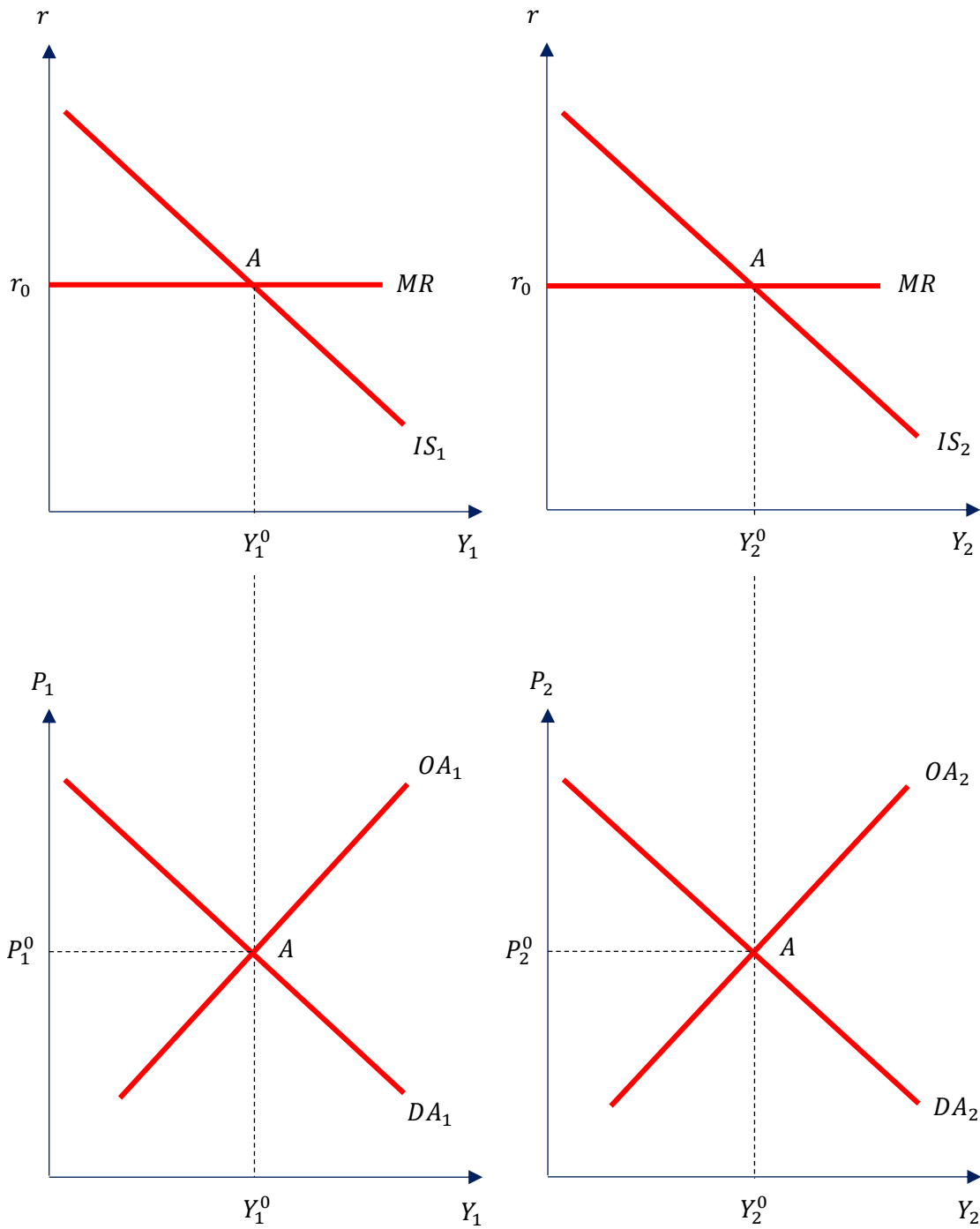
Figura 9

Sector 2



Para culminar con la presente sección, la figura 10 registra el modelo IS-MR-DA-OA en su conjunto, con los sectores 1 y 2.

Figura 10
Sectores 1 y 2



2. CORTO PLAZO, EQUILIBRIO ESTACIONARIO Y TRÁNSITO HACIA EL EQUILIBRIO ESTACIONARIO

En esta sección, siguiendo a Mendoza (2016), se presentan los tres subsistemas que se pueden derivar del modelo general⁹: el subsistema de corto plazo, el del equilibrio estacionario y el del tránsito hacia el equilibrio estacionario.

Esta definición de los plazos es analítica y no cronológica. En el corto plazo, el precio esperado está dado, es decir, es exógeno. En el equilibrio estacionario, el precio esperado debe igualarse al precio observado. En el tránsito hacia el equilibrio estacionario, las expectativas sobre los precios están en movimiento.

2.1 El subsistema del corto plazo

En el corto plazo, el precio esperado en los dos sectores es exógeno: $P_1^e = P_{10}^e$ y $P_2^e = P_{20}^e$. De esta manera, el sistema macroeconómico estaría descrito por las siguientes ecuaciones de demanda y oferta agregadas. Es importante precisar que, en el corto plazo, la producción se determina en la demanda agregada y el nivel de precios, en la oferta agregada.

$$P_1 = \frac{A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_1 \quad (8)$$

$$P_1 = P_{10}^e + \lambda(Y_1 - \bar{Y}_1) \quad (15)$$

$$P_2 = \frac{A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_2 \quad (13)$$

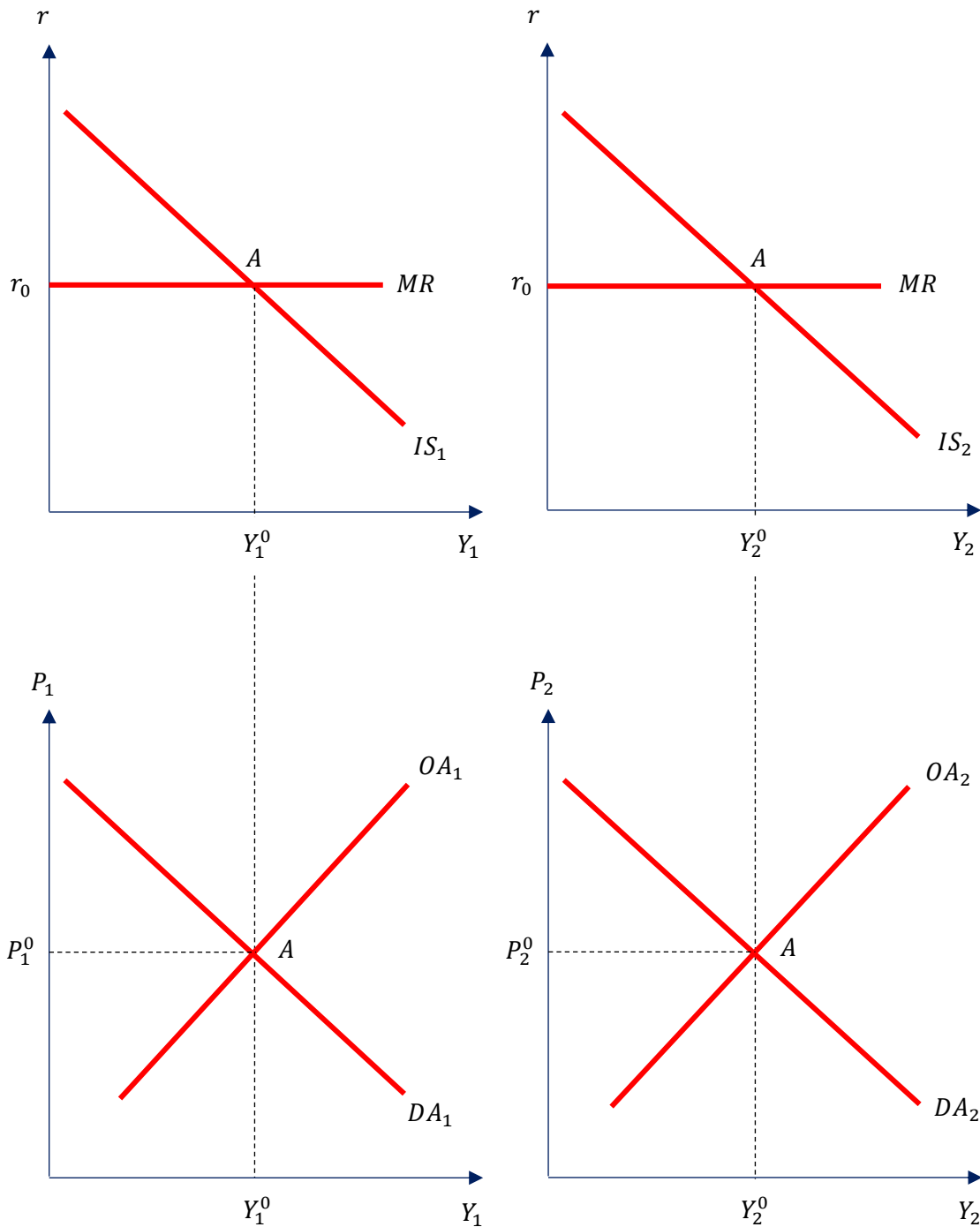
$$P_2 = P_{20}^e + \lambda(Y_2 - \bar{Y}_2) \quad (16)$$

En la figura 11, se representa cómo la intersección de las curvas DA y OA determina la producción y el nivel de precios de equilibrio en los dos sectores. Este es el subsistema del corto plazo.

⁹ Como Mendoza (2016) ilustra, el modelo también puede extenderse para el subsistema en el que los agentes tienen expectativas racionales.

Figura 11

Sectores 1 y 2 en el corto plazo



A partir de (8) y (15), y (13) y (16), puede obtenerse la producción y el nivel de precios de equilibrio parcial del sector 1 y el sector 2, respectivamente. En este primer equilibrio, las variables endógenas del otro sector se consideran como dadas:

$$Y_1^{eq} = \frac{k}{1+kc_2\lambda} [A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - br_0 - c_2P_{10}^e + c_2\lambda\bar{Y}_1] \quad (17)$$

$$P_1^{eq} = \frac{1}{1+kc_2\lambda} [P_{10}^e + \lambda k(A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - br_0) - \lambda\bar{Y}_1] \quad (18)$$

$$Y_2^{eq} = \frac{k}{1+kc_2\lambda} [A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - br_0 - c_2P_{20}^e + c_2\lambda\bar{Y}_2] \quad (19)$$

$$P_2^{eq} = \frac{1}{1+kc_2\lambda} [P_{20}^e + \lambda k(A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - br_0) - \lambda\bar{Y}_2] \quad (20)$$

Luego, al resolver este sistema de ecuaciones, pueden hallarse los valores de equilibrio general de la producción y el nivel de precios en el subsistema del corto plazo. Este es el modelo en su forma reducida.

$$Y_1^{eqg} = \frac{1+kc_2\lambda}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \left[B_1 + \frac{c_1(1-t)k}{1+kc_2\lambda} B_2 \right] \quad (21)$$

$$P_1^{eqg} = \frac{1}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \{ k[1 - 2c_1(1-t) + c_2\lambda(1 - c_1(1-t))] (P_{10}^e - \lambda\bar{Y}_1) + \lambda[(1 + kc_2\lambda)(A_{01} - br_0) + c_1(1-t)kB_2] \} \quad (22)$$

$$Y_2^{eqg} = \frac{1+kc_2\lambda}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \left[B_2 + \frac{c_1(1-t)k}{1+kc_2\lambda} B_1 \right] \quad (23)$$

$$P_2^{eqg} = \frac{1}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \{ k[1 - 2c_1(1-t) + c_2\lambda(1 - c_1(1-t))] (P_{20}^e - \lambda\bar{Y}_2) + \lambda[(1 + kc_2\lambda)(A_{02} - br_0) + c_1(1-t)kB_1] \} \quad (24)$$

Donde:

$$B_1 = [A_{01} - br_0 - c_2P_{10}^e + c_2\lambda\bar{Y}_1]$$

$$B_2 = [A_{02} - br_0 - c_2P_{20}^e + c_2\lambda\bar{Y}_2]$$

Notar que siempre se cumple: $0 < 2c_1 < 1$, ya que $2c_1$ es la propensión marginal a consumir *total* de los dos trabajadores, la cual es la suma de las propensiones a consumir

respecto al bien 1 (c_1) y al bien 2 (c_1).¹⁰ Por tanto, $1 - 2c_1(1 - t) > 0$, y con esta condición se puede garantizar (1) la coherencia económica de los resultados matemáticos de la estática comparativa y (2) la estabilidad del modelo. Este último punto se demostrará en la sección 2.3.

2.2 El subsistema del equilibrio estacionario

En el equilibrio estacionario, en cada sector, el nivel de precios esperado es igual al nivel de precios observado: $P_1^e = P_1$ y $P_2^e = P_2$. Considerando esto último en las ecuaciones de oferta agregada (9) y (14) se obtienen las curvas OA_1 y OA_2 en el equilibrio estacionario:

$$Y_1 = \bar{Y}_1 \quad (25)$$

$$Y_2 = \bar{Y}_2 \quad (26)$$

A su vez, teniendo en cuenta que las curvas de demanda agregada no han cambiado, entonces el sistema macroeconómico del equilibrio estacionario estaría descrito por las siguientes ecuaciones. En este subsistema, a diferencia del modelo de corto plazo, el producto se determina en la oferta agregada y los precios, en la demanda agregada.

$$P_1 = \frac{A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_1 \quad (8)$$

$$Y_1 = \bar{Y}_1 \quad (25)$$

$$P_2 = \frac{A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_2 \quad (13)$$

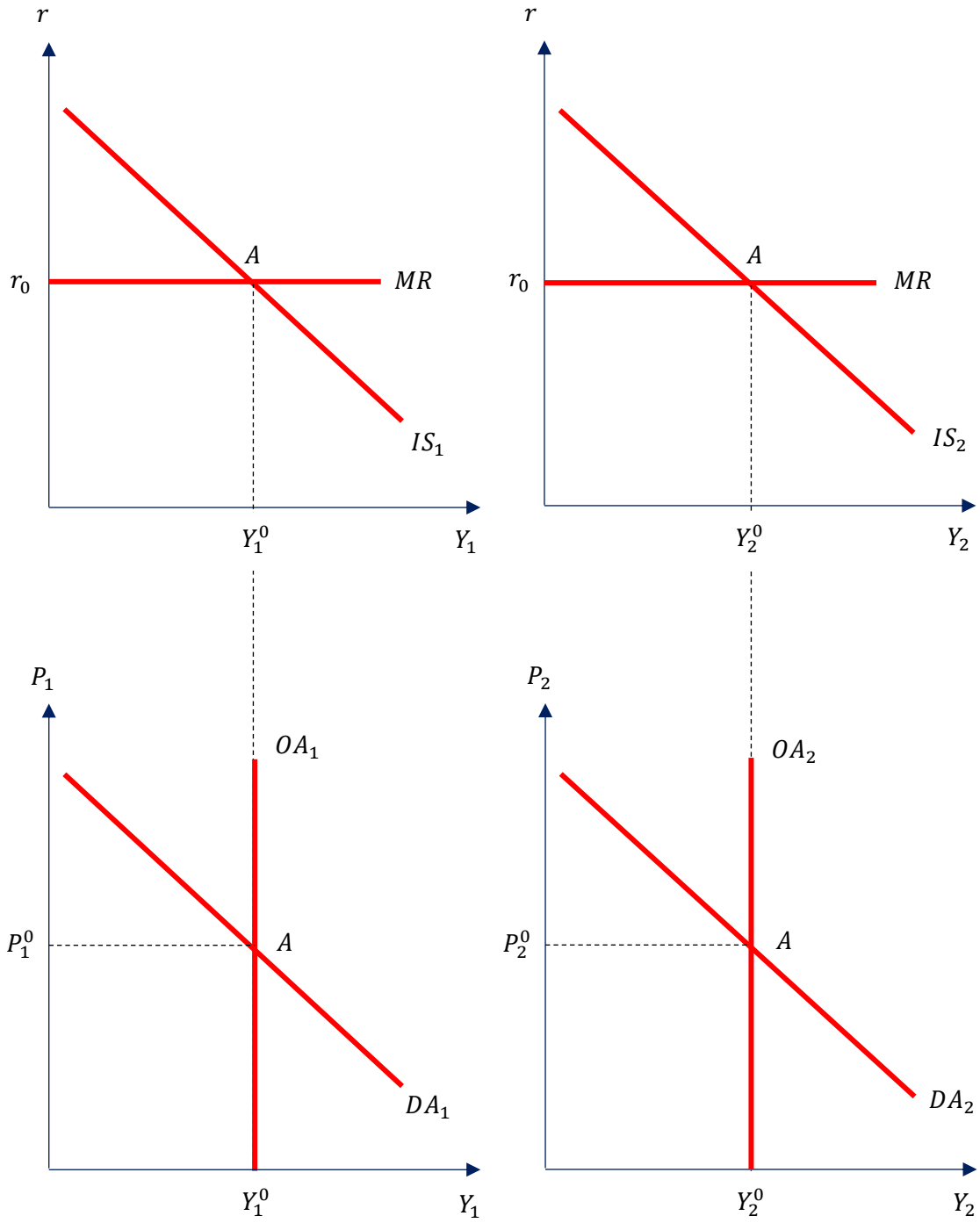
$$Y_2 = \bar{Y}_2 \quad (26)$$

En la figura 12, se representa el subsistema de equilibrio estacionario. La novedad es el carácter vertical de la recta OA. Esto indica que, en el largo plazo, el producto depende únicamente del nivel del PBI potencial.

¹⁰ Ver Anexo.

Figura 12

Sectores 1 y 2 en el equilibrio estacionario



Finalmente, al igual que en el subsistema del corto plazo, se puede obtener el equilibrio parcial y el equilibrio general. A continuación, se muestra solo el equilibrio general (que equivale a la forma reducida) en el subsistema del equilibrio estacionario.

$$Y_1^{eqg} = \bar{Y}_1 \quad (27)$$

$$P_1^{eqg} = \frac{A_{01} + c_1(1-t)\bar{Y}_2 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} \bar{Y}_1 \quad (28)$$

$$Y_2^{eqg} = \bar{Y}_2 \quad (29)$$

$$P_2^{eqg} = \frac{A_{02} + c_1(1-t)\bar{Y}_1 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} \bar{Y}_2 \quad (30)$$

2.3 El subsistema del tránsito hacia el equilibrio estacionario

Los dos anteriores subsistemas son modelos estáticos, es decir, las variables endógenas se determinan simultáneamente en un único momento del tiempo: el periodo de impacto en el caso del primer subsistema y el equilibrio final en el caso del segundo subsistema. Esta es una limitación de la estática comparativa.

En cambio, como se verá a continuación, en el subsistema del tránsito hacia el equilibrio estacionario, el modelo macroeconómico es dinámico (las variables endógenas están referidas a dos momentos: el presente, periodo t y el pasado, periodo $t - 1$). Por consiguiente, además de conocer los valores de equilibrio de la producción y el nivel de precios en el periodo de impacto y en el equilibrio final, se puede estudiar cómo estas variables endógenas transitan del equilibrio estacionario inicial al equilibrio estacionario final.

En este contexto, con el propósito de introducir dinámica en el modelo, se asume que los agentes económicos proyectan sus expectativas solo a partir de la información sobre los precios en el periodo previo.¹¹

$$P_1^e = P_{1,t-1} \quad (31)$$

¹¹ Para simplificar la notación, se omite el subíndice t de todas las variables del presente. Así, por ejemplo, en la ecuación (31) el precio esperado para el primer sector en el periodo presente se expresa como P_1^e .

$$P_2^e = P_{2,t-1} \quad (32)$$

Al insertar las ecuaciones (31) y (32) en las curvas de oferta agregada (9) y (14) del modelo general, se obtiene el sistema dinámico del tránsito al equilibrio estacionario:

$$P_1 = \frac{A_{01} + c_1(1-t)Y_2 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_1 \quad (8)$$

$$P_1 = P_{1,t-1} + \lambda(Y_1 - \bar{Y}_1) \quad (33)$$

$$P_2 = \frac{A_{02} + c_1(1-t)Y_1 - br_0}{c_2} - \frac{1}{kc_2} Y_2 \quad (13)$$

$$P_2 = P_{2,t-1} + \lambda(Y_2 - \bar{Y}_2) \quad (34)$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones, se encuentra la forma reducida (o equilibrio general) en el subsistema del tránsito al equilibrio estacionario:

$$Y_1^{eqg} = \frac{1 + kc_2\lambda}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \left[B_1 + \frac{c_1(1-t)k}{1+kc_2\lambda} B_2 \right] \quad (35)$$

$$P_1^{eqg} = \frac{1}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \left\{ k[1 - 2c_1(1-t) + c_2\lambda(1 - c_1(1-t))](P_{1,t-1} - \lambda\bar{Y}_1) + \lambda[(1 + kc_2\lambda)(A_{01} - br_0) + c_1(1-t)kB_2] \right\} \quad (36)$$

$$Y_2^{eqg} = \frac{1 + kc_2\lambda}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \left[B_2 + \frac{c_1(1-t)k}{1+kc_2\lambda} B_1 \right] \quad (37)$$

$$P_2^{eqg} = \frac{1}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \left\{ k[1 - 2c_1(1-t) + c_2\lambda(1 - c_1(1-t))](P_{2,t-1} - \lambda\bar{Y}_2) + \lambda[(1 + kc_2\lambda)(A_{02} - br_0) + c_1(1-t)kB_1] \right\} \quad (38)$$

Donde:

$$B_1 = [A_{01} - br_0 - c_2P_{1,t-1} + c_2\lambda\bar{Y}_1]$$

$$B_2 = [A_{02} - br_0 - c_2P_{2,t-1} + c_2\lambda\bar{Y}_2]$$

A continuación, se estudia la estabilidad del modelo. Esto implica analizar la trayectoria de las variables endógenas hacia el equilibrio estacionario, es decir, 1) la existencia o inexistencia de convergencia al estado estacionario y 2) en caso hubiese, la forma de convergencia: con o sin ciclos. Para estudiar la estabilidad, recuerde la forma reducida de los precios:

$$P_1^{eqg} = \frac{1}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \{k[1-2c_1(1-t)+c_2\lambda(1-c_1(1-t))](P_{1,t-1}^e - \lambda\bar{Y}_1) + \lambda[(1+kc_2\lambda)(A_{01}-br_0)+c_1(1-t)kB_2]\} \quad (36)$$

$$P_2^{eqg} = \frac{1}{k(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} \{k[1-2c_1(1-t)+c_2\lambda(1-c_1(1-t))](P_{2,t-1}^e - \lambda\bar{Y}_2) + \lambda[(1+kc_2\lambda)(A_{02}-br_0)+c_1(1-t)kB_1]\} \quad (38)$$

La cual tienen la siguiente estructura:

$$P_1^{eqg} = a_0 + a_1P_{1,t-1} \quad (39)$$

$$P_2^{eqg} = b_0 + b_1P_{2,t-1} \quad (40)$$

Donde a_1 y b_1 son los coeficientes asociados a los precios del periodo anterior, y a_0 y b_0 agrupan al resto de variables exógenas de la forma reducida. En este caso, se cumple que:

$$a_1 = b_1 = \frac{1-2c_1(1-t)+c_2\lambda(1-c_1(1-t))}{(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))}$$

Como demuestra Mendoza (2018), la condición necesaria para garantizar que el modelo sea estable y converja al equilibrio estacionario sin fluctuaciones es que los coeficientes que acompañen a los precios del periodo anterior se encuentren entre 0 y 1, es decir, $0 < a_1 < 1$ y $0 < b_1 < 1$. Esto, en el contexto del presente modelo, implica que:

$$0 < \frac{1-2c_1(1-t)+c_2\lambda(1-c_1(1-t))}{(1+c_2\lambda)(1+c_2\lambda-2c_1(1-t))} < 1$$

Para verificar si esta condición se cumple, se analizará las dos desigualdades por separado. En primer lugar, para la primera desigualdad, reordenando la anterior expresión, se obtiene:

$$0 < \frac{(1 - 2c_1(1 - t)) + c_2\lambda(1 - c_1(1 - t))}{(1 + c_2\lambda)(1 - 2c_1(1 - t) + c_2\lambda)}$$

Note que: $1 > 2c_1(1 - t)$ y $1 > c_1(1 - t)$ porque $0 < 2c_1 < 1^{12}$ y $0 < t < 1$. Por tanto, dado que el numerador y el denominador son positivos, entonces la expresión referida es mayor a 0. De esta manera, se ha comprobado el primer requerimiento.

En segundo lugar, se analizará la segunda desigualdad:

$$\frac{1 - 2c_1(1 - t) + c_2\lambda(1 - c_1(1 - t))}{(1 + c_2\lambda)(1 + c_2\lambda - 2c_1(1 - t))} < 1$$

La cual puede ser reescrita de la siguiente forma:

$$0 < c_2\lambda(1 - c_1(1 - t) + c_2\lambda)$$

Esta última expresión siempre se cumple ya que $1 > c_1(1 - t)$. Así, se ha demostrado el segundo requerimiento.

En síntesis, se ha logrado verificar que $0 < a_1 < 1$ y $0 < b_1 < 1$. Por consiguiente, se concluye que el presente modelo de dos sectores es dinámicamente estable y converge al equilibrio estacionario sin fluctuaciones.

3. EFECTOS MACROECONÓMICOS DE LA CUARENTENA

¿Cómo podemos simular una cuarentena en el modelo presentado? El impacto inicial se registra en el sector 1, el sector donde se aplica la cuarentena. En este sector, la cuarentena actúa a través de dos vías. En primer lugar, en el terreno de la oferta agregada, la cuarentena envía a los trabajadores a sus hogares, lo cual significa una reducción inmediata del producto potencial en este sector ($d\bar{Y}_1 < 0$). Por otro lado, como los consumidores saben que las empresas no están produciendo, o porque la cuarentena les impide hacer las compras, el consumo autónomo en este sector se reduce, podemos suponer con una fuerza similar a la del producto potencial ($dC_{01} = d\bar{Y}_1 < 0$).

¹² Ver Anexo.

¿Cuál es el efecto sobre la producción y los precios en la economía de este choque combinado de oferta y demanda en el sector 1?

Proponemos dos tipos de ejercicios.¹³ En el primer ejercicio, se supone que las caídas del producto potencial y del consumo autónomo en el sector 1 son permanentes; es decir, que sus nuevos niveles se mantienen en el nuevo equilibrio estacionario. En el segundo ejercicio, se supone —de una forma más realista— que las caídas del PBI potencial y el consumo autónomo son transitorios, en el sentido de que sus valores se reestablecen al cabo de unos periodos.

3.1 Ejercicio con choques permanentes de oferta y demanda

En primer lugar, se analiza los efectos sobre la producción y los precios de una caída permanente del producto potencial y del consumo autónomo en el sector 1.

3.1.1 En el corto plazo

¿Cuál es el efecto de la cuarentena en el primer periodo o periodo de impacto?

Primero, comenzamos el análisis en el sector 1, el sector directamente afectado por la cuarentena. En el mercado de bienes, por un lado, la reducción del producto potencial eleva la brecha producto, lo cual eleva el nivel de precios en este sector y, por tanto, conduce a una caída de la riqueza real y el consumo. Por otro lado, la disminución en el componente autónomo del consumo refuerza su caída. Así, ambos choques producen una reducción en el consumo y en la demanda que, al generar un exceso de oferta en el mercado de bienes, induce a los productores del sector 1 a contraer la producción. Por último, esta caída en las ventas reduce el ingreso disponible y el consumo de los trabajadores del sector 1, lo cual acentúa la recesión en dicho sector.

En el campo de la oferta agregada del primer sector, el efecto del menor nivel de la actividad económica predomina sobre la contracción del producto potencial, generando una caída en la brecha producto que induce a una reducción en el nivel de precios. Notar que el subsistema de corto plazo es estático, por lo que el canal de transmisión explicado aquí, donde se distinguieron etapas donde (1) incrementaba la brecha del producto por

¹³ En ambos ejercicios, se asume que, en el momento inicial, la producción y los precios se encuentran en su nivel de equilibrio estacionario.

una caída del producto potencial y (2) se reducía la brecha por una caída del producto observado, es solamente teórico y para fines didácticos. En el modelo matemático todos estos efectos se dan contemporáneamente.

Segundo, continuamos el análisis en el sector 2. Para esto, consideramos la interacción entre los dos sectores, la cual se produce a través del consumo, dado que los trabajadores de cada sector compran los dos bienes. En esa línea, en el mercado de bienes, la reducción del ingreso disponible en el sector 1 no solo afecta la demanda en dicho sector, sino que también da origen a una caída en la demanda y, por tanto, en la producción del sector 2. Este es, precisamente, el efecto indirecto de la cuarentena: el sector 2 que continuó operando es afectado por la menor demanda proveniente del sector 1 que fue perjudicado por el cierre de actividades. Para finalizar con el análisis del mercado de bienes, la caída de los ingresos laborales en el sector 2 acentúa la caída del consumo, la demanda y el PBI en los dos sectores.

En el terreno de la oferta agregada del sector 2, la reducción de la producción conduce a una menor brecha producto y, por tanto, a un menor nivel de precios.

En resumen, en el corto plazo, se observa una disminución de la producción y el nivel de precios de los dos bienes. Asimismo, a pesar de que la caída de los precios en ambos sectores es equivalente, la recesión es más grave en el sector directamente afectado por la cuarentena (el sector 1).

En la figura 13, se muestran los efectos de la cuarentena en el periodo 1, partiendo del equilibrio inicial en el punto A.

En el sector 1, en el gráfico inferior de la columna 1, por un lado, la reducción del producto potencial desplaza a la curva de oferta agregada a la izquierda. Por otro lado, la caída del consumo autónomo en el sector 1 y del ingreso en el sector 2 conducen a un desplazamiento de la curva de demanda agregada a la izquierda. Como resultado y, dado que el desplazamiento de la curva de demanda es mayor al de la curva de oferta, el equilibrio se traslada de *A* hacia *B*, con un menor nivel de producción y de precios.

En el gráfico superior de la columna 1, por un lado, la MR no se desplaza, ya que el banco central no modifica su tasa de política. Por otro lado, la IS se desplaza a la izquierda porque el efecto conjunto de la reducción del consumo autónomo en el sector 1 y del

nivel de ingresos en el sector 2 (IS hacia la izquierda) predomina sobre el menor nivel precios en el sector 1 (IS hacia la derecha). Como resultado, el equilibrio se traslada de *A* hacia *B*, con un menor nivel de producción y un mismo nivel de tasa de interés.

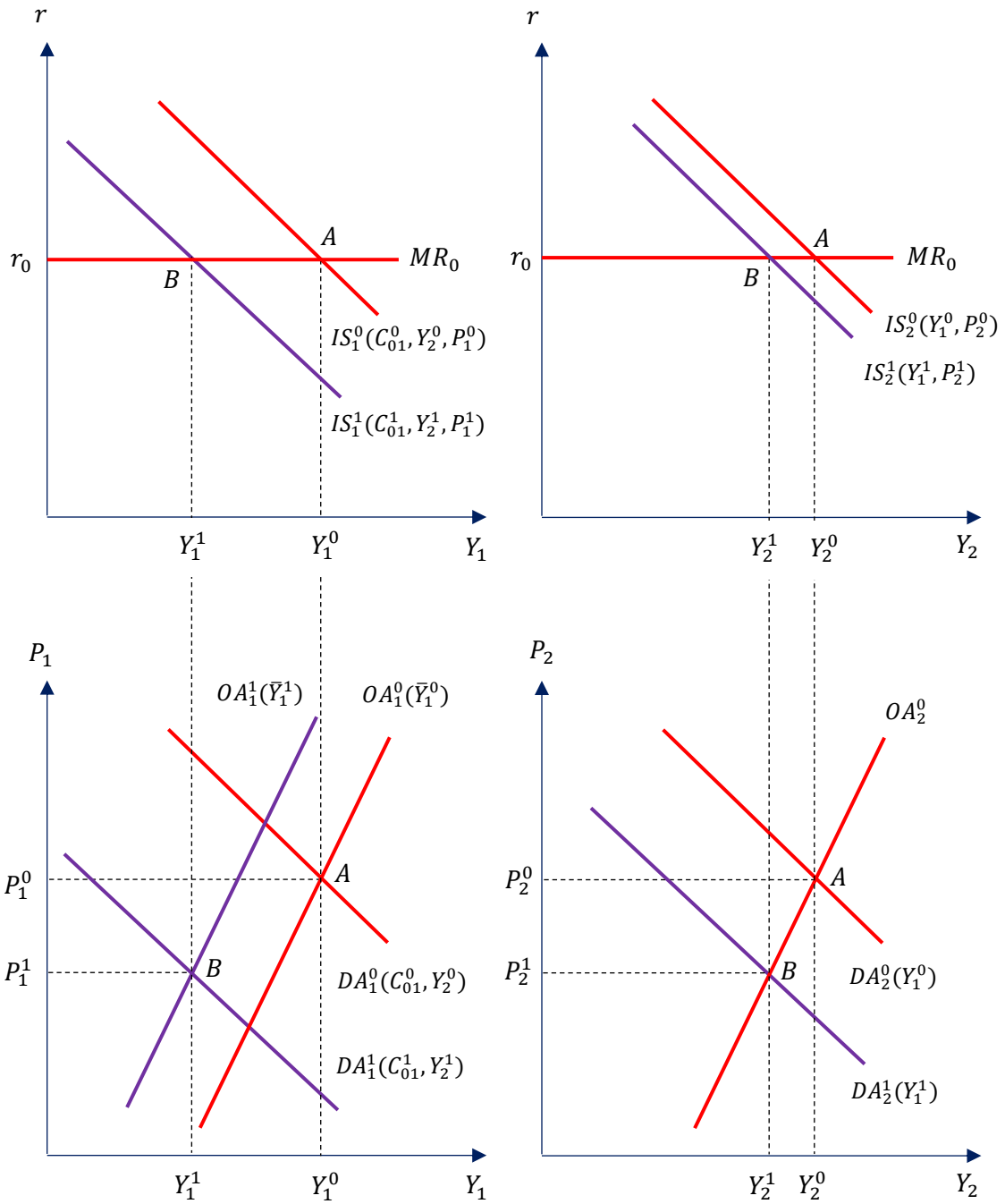
En el sector 2, en el gráfico inferior de la columna 2, por un lado, la curva de oferta agregada no se ve afectada. Por otro lado, la curva de demanda agregada se desplaza a la izquierda por la reducción en los ingresos en el sector 1. En consecuencia, en el nuevo punto de equilibrio *B*, tanto el nivel de producción como el nivel de precios son menores.

En el gráfico superior de la columna 2, igual que en el caso del sector 1, la *MR* no se desplaza. En relación a la *IS*, esta se desplaza a la izquierda como efecto neto de la reducción en los ingresos del sector 1 (IS a la izquierda) y el menor nivel de precios en el sector 2 (IS a la derecha). Como resultado, en el punto de equilibrio final, punto *B*, se tiene una menor producción y un mismo nivel de tasa de interés.

En resumen, en ambos sectores, la tasa de interés no cambia, y la producción y los precios disminuyen. No obstante, como se representa en la figura 13, la reducción del producto es más aguda en el sector 1.

Figura 13

Efectos de la cuarentena en el corto plazo



Las respuestas matemáticas para los dos sectores se obtienen a partir de las ecuaciones (21), (22), (23) y (24):¹⁴

$$dY_1 = \frac{1 + kc_2\lambda}{k[1 + c_2\lambda - 2c_1(1 - t)]} d\bar{Y}_1 < 0$$

$$dP_1 = \frac{\lambda c_1(1 - t)}{1 + c_2\lambda - 2c_1(1 - t)} d\bar{Y}_1 < 0$$

$$dY_2 = \frac{c_1(1 - t)}{1 + c_2\lambda - 2c_1(1 - t)} d\bar{Y}_1 < 0$$

$$dP_2 = \frac{\lambda c_1(1 - t)}{1 + c_2\lambda - 2c_1(1 - t)} d\bar{Y}_1 < 0$$

Note que la reducción en el nivel de precios es equivalente en ambos sectores y que la caída en la producción observada en el sector 1 es mayor que la reducción del producto observado en el sector 2 y la caída del producto potencial en el sector 1.

3.1.2 En el equilibrio estacionario

¿Cuál es el efecto de la cuarentena en el equilibrio estacionario? Recuerde que, en este subsistema, la producción se determina en la oferta agregada y los precios en la demanda.

En primer lugar, en el sector 1, en el terreno de la oferta agregada, la caída del producto potencial conduce a una contracción del producto. En el mercado de bienes, por un lado, la caída del PBI del sector 1 produce un exceso de demanda en este sector que lleva a un aumento en el nivel de precios. Por otro lado, la reducción del producto genera una caída del ingreso disponible y del consumo en el sector 1. Esto, sumado a la disminución del consumo autónomo, se traduce en una menor demanda y, por ende, en un exceso de oferta que lleva a una disminución en el nivel de precios. ¿Qué pasa entonces con los precios en el sector 1? Más adelante, se demuestra matemáticamente que los precios en el primer sector se reducen.

¹⁴ Recuerde que: $1 - 2c_1(1 - t) > 0$.

En segundo lugar, en el sector 2, el producto potencial no varía, en consecuencia, la producción no se ve modificada. No obstante, en el mercado de bienes, por la conexión entre sectores, la caída del ingreso disponible en el sector 1 produce una disminución en el consumo del sector 2. Esto último, conduce a una menor demanda y, por tanto, a un exceso de oferta, lo cual produce una presión a la baja en el nivel de precios del sector 2.

En resumen, en el nuevo equilibrio estacionario, la producción del sector 1 se reduce y la producción del sector 2 no se ve modificada. Asimismo, en ambos sectores, se observa una caída de precios en la misma magnitud.

En la figura 14, se muestran los efectos de la cuarentena en el equilibrio estacionario. El punto de partida es el equilibrio inicial representado en el punto A.

En el sector 1, en el gráfico inferior de la columna 1, por un lado, la curva de oferta agregada se desplaza paralelamente a la izquierda por la caída del PBI potencial. Por otro lado, la curva de demanda agregada se desplaza hacia la izquierda por la caída en el consumo autónomo del sector 1. Como resultado, el equilibrio se traslada de *A* hacia *B*, con un menor nivel de producción y de precios.

En el gráfico superior de la columna 1, por un lado, la *MR* no se desplaza. Por otro lado, la *IS* se desplaza a la izquierda como efecto neto de la reducción del consumo autónomo (*IS* hacia la izquierda) y la caída en el nivel precios en el sector 1 (*IS* hacia la derecha). De esta manera, en el equilibrio final *B*, se tiene un menor nivel de producción y un mismo nivel de tasa de interés.

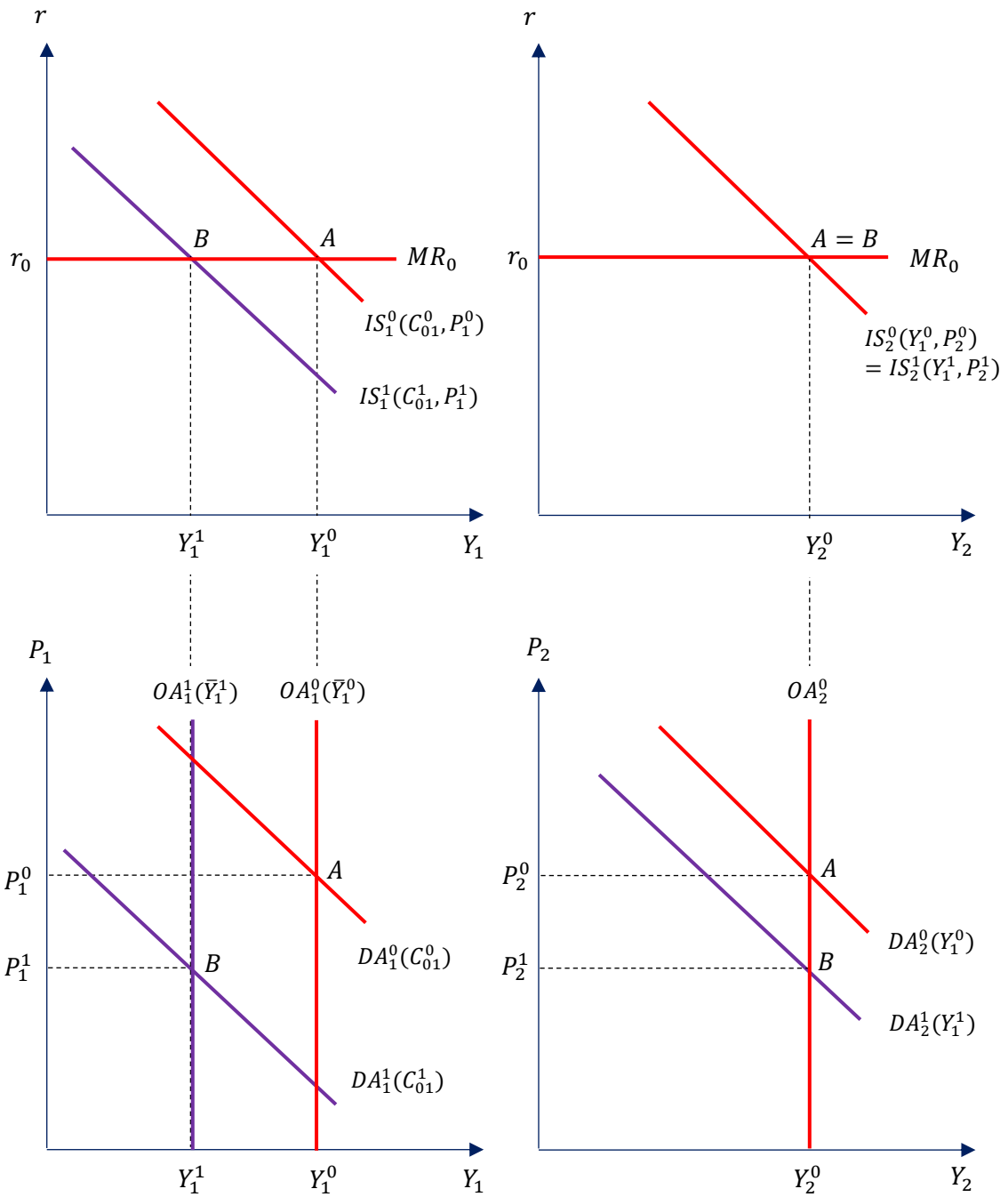
En el sector 2, en el gráfico inferior de la columna 2, por un lado, la curva de oferta agregada no se ve alterada. Por otro lado, la curva *DA* se desplaza a la izquierda por la contracción en los ingresos del primer sector. En consecuencia, en el nuevo punto de equilibrio *B*, la producción no varía y el nivel de precios es menor.

En el gráfico superior de la columna 2, al igual que en el caso del sector 1, la *MR* no se desplaza. En relación a la *IS*, esta tampoco se desplaza, ya que el efecto de la reducción en los ingresos del sector 1 (*IS* a la izquierda) se ve neutralizado completamente por el menor nivel de precios en el sector 2 (*IS* a la derecha). Como resultado, en el punto de equilibrio final, se tiene un mismo nivel de producto y de tasa de interés.

En resumen, en ambos sectores, la tasa de interés no cambia y los precios disminuyen. Respecto al producto, este disminuye en el sector 1 y se mantiene constante en el sector 2.

Figura 14

Efectos de la cuarentena en el equilibrio estacionario



Las respuestas matemáticas para el equilibrio estacionario se obtienen a partir de las ecuaciones (27), (28), (29) y (30):

$$dY_1 = d\bar{Y}_1 < 0$$

$$dP_1 = \frac{c_1(1-t)}{c_2} d\bar{Y}_1 < 0$$

$$dY_2 = 0$$

$$dP_2 = \frac{c_1(1-t)}{c_2} d\bar{Y}_1 < 0$$

3.1.3 En el tránsito al equilibrio estacionario

Después del primer periodo, ¿qué efectos tendrá la cuarentena en los periodos subsiguientes? Para este análisis, situándonos en el segundo periodo, consideramos que en el periodo anterior (el corto plazo) se produjo una reducción de precios en los dos sectores.

En primer lugar, en el sector 1, la caída en los precios de dicho sector en el periodo 1 conduce a una reducción en el nivel de precios esperado en el periodo 2, lo cual conduce a una reducción del nivel de precios en ese periodo. Estos menores precios conducen a un aumento de la riqueza real y del consumo. En consecuencia, la demanda se incrementa y esto produce una reactivación en la producción del sector 1.

En el terreno de la oferta agregada, como se indicó, el menor nivel esperado de precios lleva a una caída en el costo de los bienes del sector 1. No obstante, el aumento en la producción del sector conduce a una elevación de la brecha producto que presiona al alza el nivel de precios. Como resultado neto, se encuentra que los precios en el sector 1 se reducen.

En segundo lugar, en el sector 2, los resultados son análogos. La economía se recupera producto del mayor nivel de consumo y los precios disminuyen porque el efecto del menor nivel de precios esperado predomina sobre el aumento en la brecha producto.

Por último, analizamos las interacciones entre los dos sectores. En ambos casos, el incremento de la producción eleva el ingreso disponible de los trabajadores del sector respectivo. En consecuencia, los trabajadores del sector 1 y del sector 2 aumentan su

consumo de ambos bienes. De esta manera, la conexión intersectorial refuerza la reactivación del PBI en el sector 1 y el sector 2.

En resumen, en el segundo periodo, se produce una recuperación de la producción y una caída de los precios en ambos sectores. En los periodos subsiguientes, el nivel de precios esperado continuará disminuyendo conduciendo a una dinámica de aumento del producto y caída de precios. Este proceso persistirá hasta que la economía alcance un nuevo equilibrio estacionario, con el nuevo producto potencial del sector 1 y el mismo producto potencial del sector 2.

En la figura 15, se muestra la dinámica hacia el nuevo equilibrio estacionario que se produce como consecuencia de las reducciones sucesivas en el nivel de precios esperado. Este tránsito de la economía se produce desde el punto B (equilibrio de corto plazo) hasta el punto Z (equilibrio de estado estacionario final).

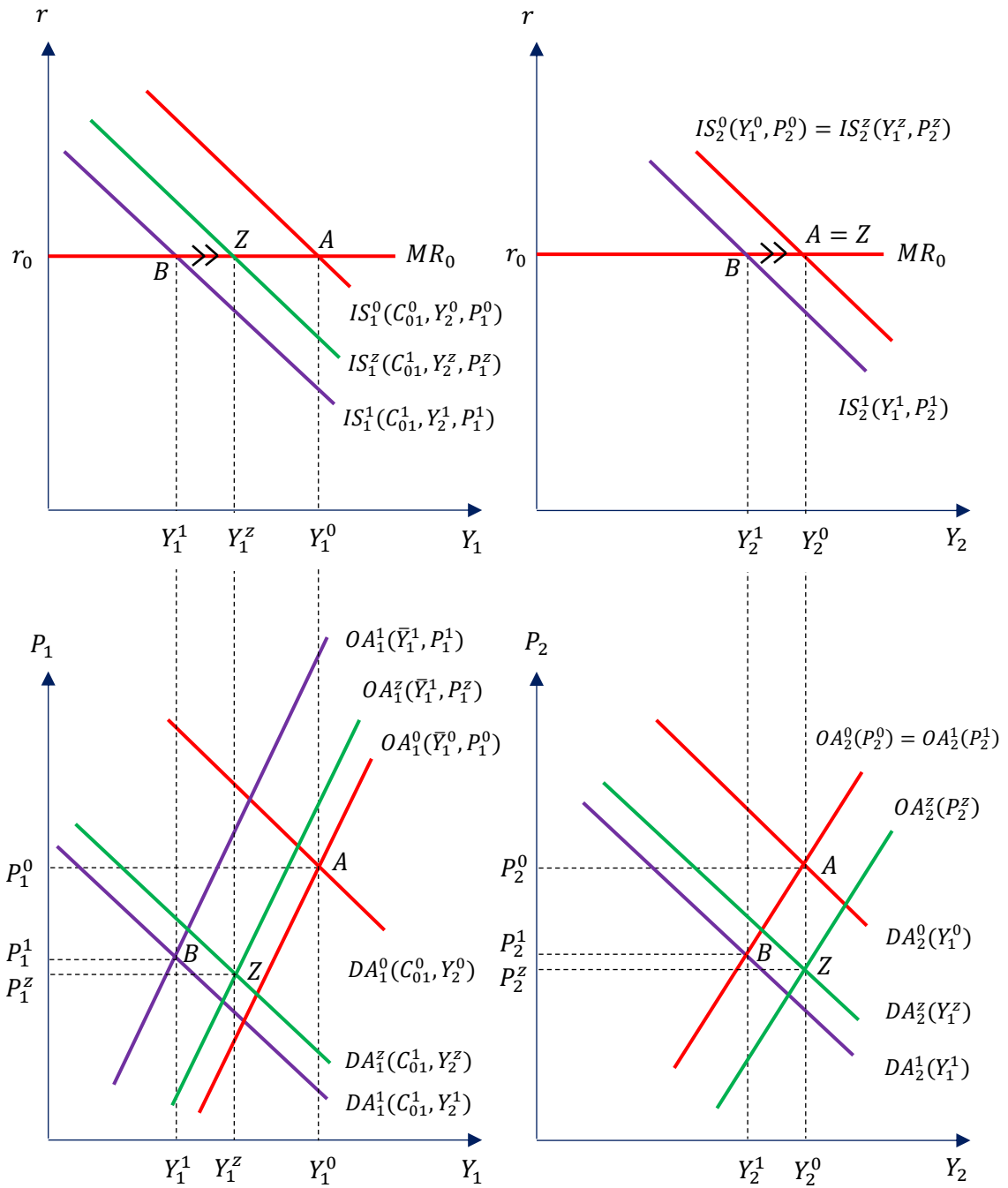
En ambos sectores, en el gráfico inferior, partiendo del punto B, se registran periodo tras periodo desplazamientos hacia la derecha de las curvas de demanda y de oferta agregadas hasta llegar al punto Z. Estos desplazamientos obedecen a los mayores ingresos en el otro sector (DA) y la caída en el nivel de precios esperado del mismo sector (OA). Como resultado, en el tránsito, la producción aumenta y los precios disminuyen.

En el gráfico superior, por un lado, la MR no se desplaza en ninguno de los dos sectores. En relación a la curva IS, en ambos casos, partiendo del punto B, esta se desplaza hacia la derecha producto del incremento en los ingresos del otro sector y la caída de los precios en el mismo sector. De esta manera, periodo tras periodo, siguiendo el camino indicado por las flechas, la tasa de interés se mantendrá constante y la producción aumentará hasta que las curvas MR e IS se intercepten en el punto de equilibrio final Z.

En resumen, en los dos sectores, en el tránsito al equilibrio estacionario, la tasa de interés no cambia, la producción aumenta y los precios disminuyen.

Figura 15

Efectos de la cuarentena en el tránsito al equilibrio estacionario



Las respuestas matemáticas en el periodo 2 se obtienen introduciendo los diferenciales de los precios del periodo 1 o del corto plazo en las ecuaciones (35), (36), (37) y (38):¹⁵

$$dY_1 = -\frac{c_2 \lambda c_1 (1-t)}{[1 + c_2 \lambda - 2c_1 (1-t)]^2} d\bar{Y}_1 > 0$$

$$dP_1 = \frac{\lambda c_1 (1-t)[1 - 2c_1 (1-t)]}{[1 + c_2 \lambda - 2c_1 (1-t)]^2} d\bar{Y}_1 < 0$$

$$dY_2 = -\frac{c_2 \lambda c_1 (1-t)}{[1 + c_2 \lambda - 2c_1 (1-t)]^2} d\bar{Y}_1 > 0$$

$$dP_2 = \frac{\lambda c_1 (1-t)[1 - 2c_1 (1-t)]}{[1 + c_2 \lambda - 2c_1 (1-t)]^2} d\bar{Y}_1 < 0$$

Realizando un procedimiento similar para los siguientes periodos se puede demostrar que en los dos sectores los diferenciales de la producción y de los precios son iguales y presentan la siguiente forma.

$$dY_{1,s} = dY_{2,s} = -\frac{c_2 \lambda c_1 (1-t)[1 - 2c_1 (1-t)]^{s-2}}{[1 + c_2 \lambda - 2c_1 (1-t)]^s} d\bar{Y}_1 > 0, \forall s = 2, 3, \dots$$

$$dP_{1,s} = dP_{2,s} = \frac{\lambda c_1 (1-t)[1 - 2c_1 (1-t)]^{s-1}}{[1 + c_2 \lambda - 2c_1 (1-t)]^s} d\bar{Y}_1 < 0, \forall s = 1, 2, \dots$$

3.2 Ejercicio con choques transitorios de oferta y demanda

En segundo lugar, se analizan los efectos sobre la producción y los precios de una caída transitoria del producto potencial y del consumo autónomo en el sector 1.

Para este segundo ejercicio, se utiliza el método de las simulaciones. Los valores que se asumen para los parámetros y las variables exógenas del modelo son los siguientes: $C_{01} = C_{02} = 10$, $c_1 = 0.25$, $t = 0.3$, $c_2 = 0.50$, $Q_1 = Q_2 = 70$, $I_{01} = I_{02} = 20.018$, $b = 0.8$, $r = 0.0225$, $G_{01} = G_{02} = 10$, $\lambda = 0.2$ y $\bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = 100$.

Con esta calibración, en el equilibrio estacionario inicial, los niveles de producción y de precios son iguales en los dos sectores y toman valores de 100 y 20, respectivamente.

¹⁵ Recuerde que: $1 - 2c_1(1-t) > 0$.

Finalmente, se asume que, en el primer trimestre, la caída del producto potencial y el consumo autónomo es de 40, y que ambas variables retornan a sus niveles originales en el cuarto trimestre.¹⁶

En la figura 16, se representan los efectos de la cuarentena sobre la producción y los precios cuando los choques son de carácter transitorio.

En primer lugar, se aprecia que, entre el primer y tercer trimestre, los efectos sobre el PBI y los precios son los mismos que con choques permanentes. En esa línea, en los dos sectores, en el primer periodo, se registra una caída de la producción y de los precios, que es seguida en el segundo y tercer periodo por una recuperación paulatina de la actividad económica y un descenso de precios.

No obstante, en el cuarto trimestre, como los choques son transitorios, el PBI potencial y el consumo autónomo del sector 1 retornan a sus valores originales prepandemia. Esto, como un espejo inverso de lo acontecido en el primer periodo, conduce a un fuerte aumento del producto acompañado de un ascenso en los precios. Es importante notar que, con esta alza del producto, este se ubica en el cuarto trimestre por encima de su nivel potencial (calibrado en 100).

En el quinto trimestre, el incremento en los precios del periodo previo conducirá a un ascenso en el precio esperado y, por tanto, a una caída del producto y a un alza de precios. Esta dinámica de menor producto y mayores precios continuará en los siguientes periodos hasta que ambas variables retornen a su nivel inicial de estado estacionario.

En resumen, cuando los choques son transitorios, en el cuarto trimestre—el periodo en el cual se restablecen los valores del producto potencial y el consumo autónomo—, la economía ya se encuentra operando por encima de su nivel potencial. Y, por tanto, la recuperación de la actividad económica es mucho más rápida que en el caso de choques permanentes.

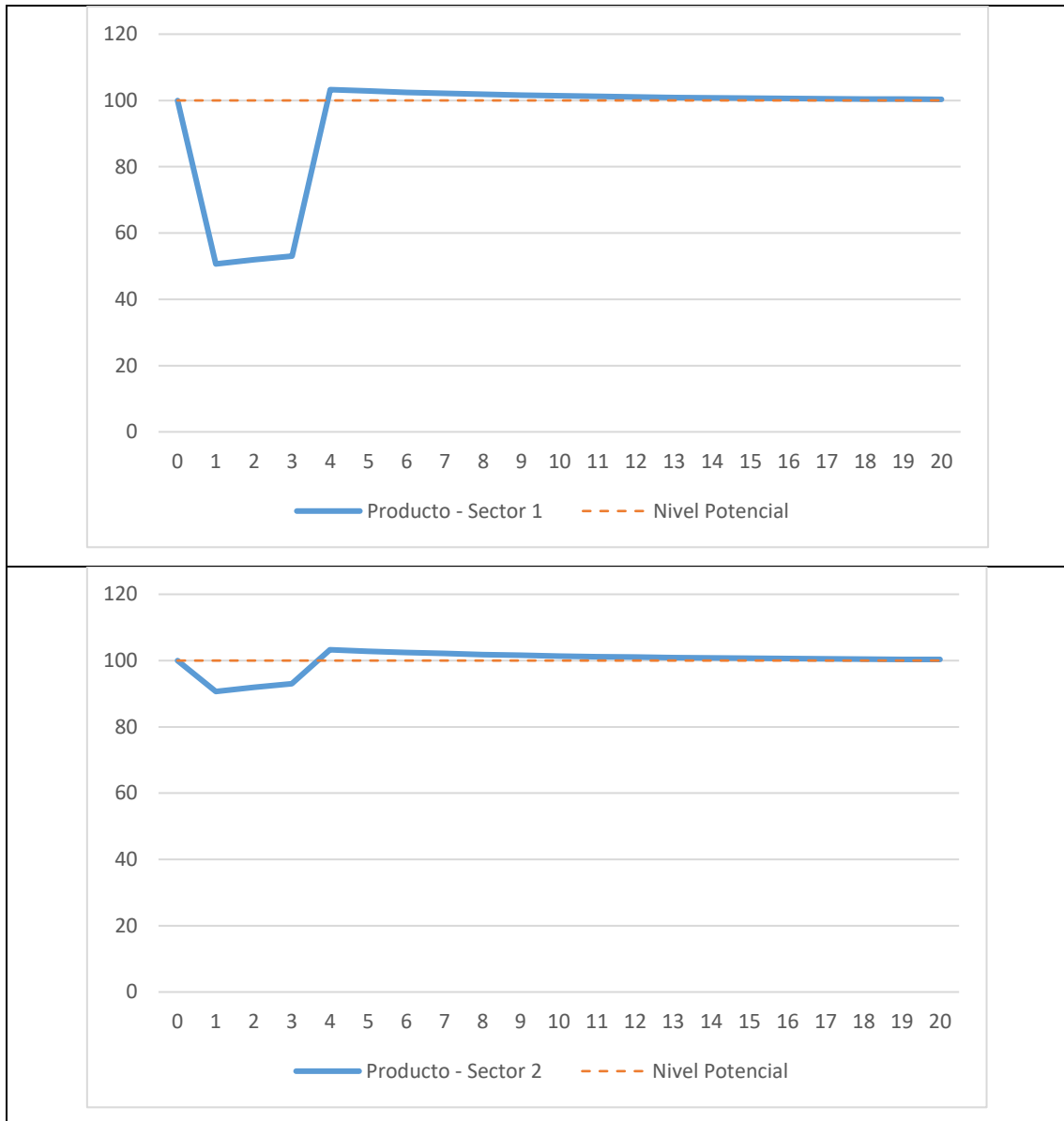
El comportamiento descrito se asemeja más a los hechos estilizados de la introducción de este documento: recuperación vigorosa, al punto de que el PBI ya está por encima

¹⁶ En este segundo ejercicio, para hacer un nexo con la introducción del documento, nos referimos a los “periodos” como trimestres.

de sus niveles pre pandemia. La explicación de Mendoza (2021), se debe a la política crediticia aplicada durante el 2020 y el 2021, la más potente en América Latina, que evitó la quiebra masiva de empresas, que hubiese impedido la recuperación del PBI potencial.

Figura 16

Efectos de la cuarentena sobre el producto - choques transitorios

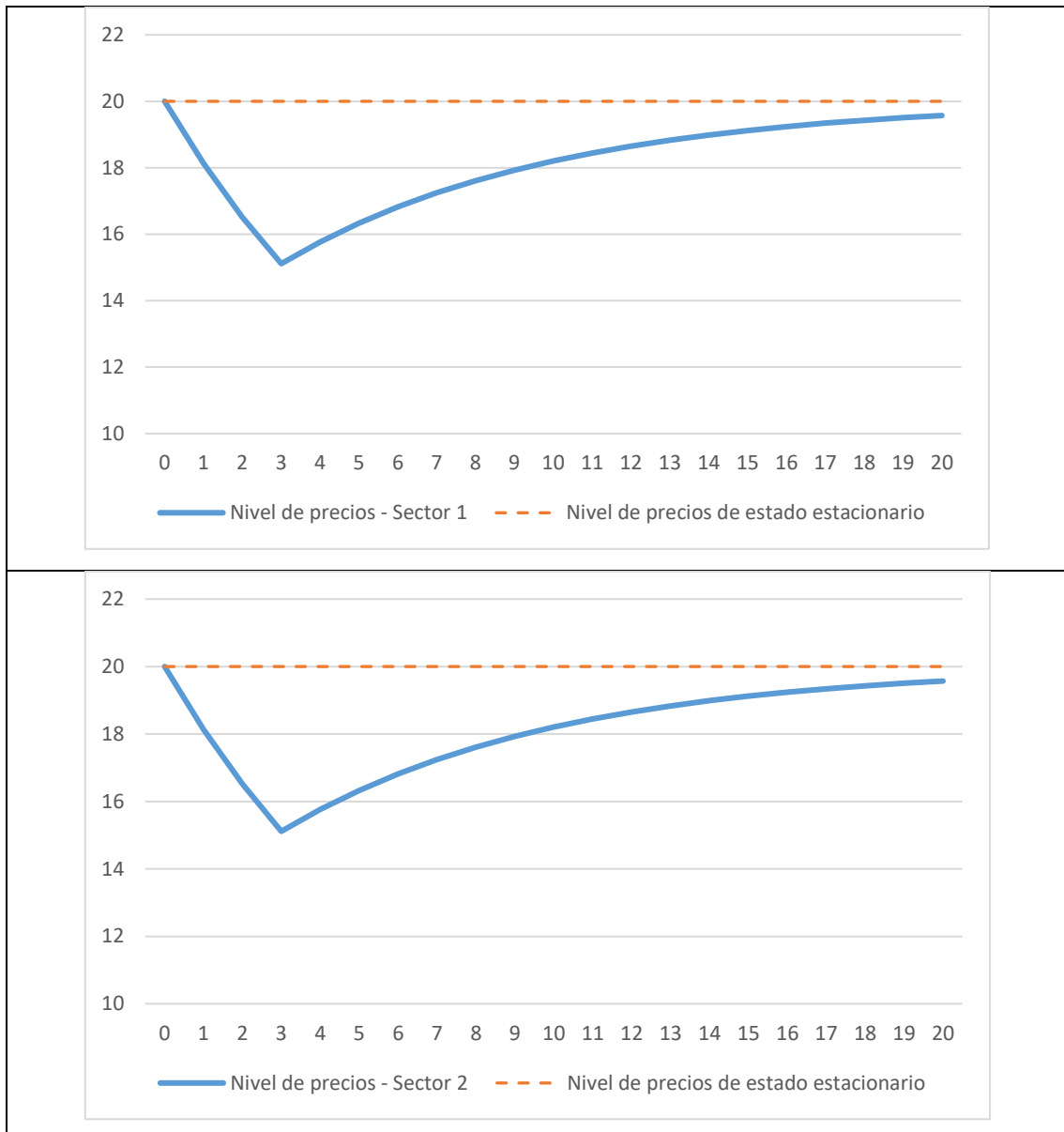


Fuente: Elaboración propia.

Nota: Eje de las ordenadas: producto (antes de la cuarentena = 100). Eje de las abscisas: trimestres después del choque (trimestre de impacto = 1).

Figura 17

Efectos de la cuarentena sobre los precios - choques transitorios



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Eje de las ordenadas: nivel de precios (antes de la cuarentena = 20). Eje de las abscisas: trimestres después del choque (trimestre de impacto = 1).

4. CONCLUSIONES

Este trabajo contiene un modelo macroeconómico para simular los efectos de la cuarentena en el nivel de producción y el nivel de precios del sector directamente afectado por la cuarentena, el sector 1, y el sector afectado indirectamente por la menor demanda proveniente del sector 1, el sector 2. La cuarentena se replica como un descenso del producto potencial en el sector 1, acompañado por un descenso en el consumo autónomo en ese mismo sector.

En el primer ejercicio, se supone que las caídas del producto potencial y el consumo autónomo en el sector 1 son permanentes; es decir, que sus nuevos niveles se mantienen en el nuevo equilibrio estacionario. En este caso, luego de los descensos en la producción y los precios en ambos sectores durante el primer periodo, en los siguientes periodos, la economía se recupera paulatinamente, debido al descenso sostenido de los precios esperados, que reducen los precios, elevan la riqueza real, el consumo, la demanda y la producción en ambos sectores. La recuperación continúa hasta que la economía alcanza un nuevo equilibrio estacionario, con el nuevo producto potencial del sector 1, y el mismo producto potencial del sector 2.

En el segundo ejercicio, las caídas del PBI potencial y el consumo autónomo son transitorias, en el sentido de que sus valores se reestablecen al cabo de 4 periodos. La dinámica descrita en el ejercicio anterior se interrumpe en el periodo 4, por el retorno a sus valores originales pre pandemia del PBI potencial y el consumo autónomo en el sector 1. Este choque, como un espejo inverso de lo acontecido en el primer periodo, conduce a una fuerte elevación del PBI en ambos sectores, por encima de sus niveles potenciales, acompañado de un ascenso en los precios. En los siguientes periodos, el incremento sostenido de los precios esperados conducirá al descenso del PBI en ambos sectores, hasta que tanto precios como producto retornen a su nivel inicial, pre pandemia, de estado estacionario.

El comportamiento descrito en el segundo ejercicio se asemeja más a los hechos estilizados de la introducción de este documento: recuperación vigorosa, al punto de que el PBI ya está por encima de sus niveles pre pandemia. La explicación de Mendoza (2021), se debe a la política crediticia aplicada durante el 2020 y el 2021, la más potente

en América Latina, que evitó la quiebra masiva de empresas, que hubiese impedido la recuperación del PBI potencial.

Para finalizar, se plantean avenidas de investigación para una modelación alternativa de los hechos estilizados descritos en la introducción del documento. En primer lugar, en el marco del modelo propuesto, se podría proponer un ejercicio de estática comparativa más realista que considere la respuesta de política pública no solo en el campo sanitario (la cuarentena), sino también en el terreno de la economía. Así, en nuestro modelo, las medidas de alivio fiscal y de estímulo monetario se podrían conceptualizar, respectivamente, como una reducción de la tasa impositiva y de la tasa de interés.

En segundo lugar, siguiendo a Mendoza (2018), se podría postular la existencia de agentes con expectativas racionales. Con agentes de este tipo, el precio esperado definido en las ecuaciones (9) y (14) se igualaría al precio de equilibrio. Este cambio generaría una dinámica diferente en la convergencia al estado estacionario.

Finalmente, también se podría desarrollar un modelo que analice el efecto de la duración de la cuarentena sobre el producto potencial. En el presente modelo se ha hecho énfasis en los componentes de demanda para poder plantear alternativas de política económica de estabilización, por lo que no se puede rescatar esta dimensión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanchard, O (2020). *Macroeconomics* (8va ed.). Pearson.

Mendoza, W. (2016). *Una alternativa al IS-LM-DA-OA: El modelo IS-MR-DA-OA* (No. 2016-433). Departamento de Economía-PUCP.

Mendoza, W. (2018). *Macroeconomía intermedia para América Latina* (3ra ed.). Fondo Editorial PUCP.

Mendoza, W. (2021). *Del neoliberalismo al borde del precipicio ¿Qué nos pasó?: Confesiones y preocupaciones de un exministro de Economía y Finanzas*. Escuela de Gobierno y Políticas Públicas PUCP. https://escuela.pucp.edu.pe/gobierno/wp-content/uploads/2021/11/DEL-NEOLIBERALISMO-AL-BORDE-DEL-PRECIPICIO_Waldo-Mendoza.pdf

ANEXO

La condición necesaria para garantizar la estabilidad del sistema, $0 < 2c_1 < 1$, se puede inferir del mismo modelo. Con este fin, se definen las siguientes funciones de consumo generales del sector 1 y del sector 2:

$$C_1 = C_{01} + c_{11}(1-t)Y_1 + c_{21}(1-t)Y_2 + c_2(Q_1 - P_1)$$

$$C_2 = C_{02} + c_{22}(1-t)Y_2 + c_{12}(1-t)Y_1 + c_2(Q_2 - P_2)$$

Donde:

- c_{11} es la propensión marginal a consumir de los trabajadores del sector 1 respecto al bien 1.
- c_{12} es la propensión marginal a consumir de los trabajadores del sector 1 respecto al bien 2.
- c_{21} es la propensión marginal a consumir de los trabajadores del sector 2 respecto al bien 1.
- c_{22} es la propensión marginal a consumir de los trabajadores del sector 2 respecto al bien 2.

Se puede apreciar que, a diferencia del modelo visto anteriormente, en estas funciones de consumo, no se asume que las cuatro propensiones marginales a consumir son iguales.

Luego, se define la propensión marginal a consumir total de los trabajadores del sector 1, c_{1T} , y de los trabajadores del sector 2, c_{2T} . Al ser propensiones marginales, estos dos parámetros se deben de encontrar entre 0 y 1 como en el modelo keynesiano básico.

$$0 < c_{1T} = c_{11} + c_{12} < 1$$

$$0 < c_{2T} = c_{21} + c_{22} < 1$$

A continuación, considere las siguientes **funciones de consumo particulares** utilizadas en el modelo de dos sectores para las cuales asumimos que las propensiones marginales al consumo eran las mismas entre distintos productos y agentes:

$$C_1 = C_{01} + c_1(1-t)Y_1 + c_1(1-t)Y_2 + c_2(Q_1 - P_1)$$

$$C_2 = C_{02} + c_1(1-t)Y_2 + c_1(1-t)Y_1 + c_2(Q_2 - P_2)$$

En estas funciones de consumo, la propensión marginal total de los trabajadores del sector 1 y del sector 2 también deben acotarse entre cero y la unidad:

$$0 < c_{1T} = c_1 + c_1 < 1$$

$$0 < c_{2T} = c_1 + c_1 < 1$$

De las dos anteriores condiciones, se colige que: $0 < 2c_1 < 1$. Por tanto, se ha llegado a demostrar la condición necesaria para garantizar que el modelo converja al estado estacionario sin ciclos.

**ÚLTIMAS PUBLICACIONES DE LOS PROFESORES
DEL DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA**

▪ *Libros*

Aleida Azamar Alonso, José Carlos Silva Macher y Federico Zuberan (Editores)
2022 *Economía ecológica latinoamericana*. Buenos Aires, México. CLACSO, Siglo XXI Editores.

Efraín Gonzales de Olarte
2021 *Economía regional y urbana. El espacio importa*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Alfredo Dammert Lira
2021 *Economía minera*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Adolfo Figueroa
2021 *The Quality of Society, Volume II – Essays on the Unified Theory of Capitalism*. New York, Palgrave Macmillan.

Carlos Contreras Carranza (Editor)
2021 *La Economía como Ciencia Social en el Perú. Cincuenta años de estudios económicos en la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima, Departamento de Economía PUCP.

José Carlos Orihuela y César Contreras
2021 *Amazonía en cifras: Recursos naturales, cambio climático y desigualdades*. Lima, OXFAM.

Alan Fairlie
2021 *Hacia una estrategia de desarrollo sostenible para el Perú del Bicentenario*. Arequipa, Editorial UNSA.

Waldo Mendoza e Yuliño Anastacio
2021 *La historia fiscal del Perú: 1980-2020. Colapso, estabilización, consolidación y el golpe de la COVID-19*. Lima, Fondo Editorial PUCP.

Cecilia Garavito
2020 *Microeconomía: Consumidores, productores y estructuras de mercado. Segunda edición*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Adolfo Figueroa
2019 *The Quality of Society Essays on the Unified Theory of Capitalism*. New York. Palgrave MacMillan.

Carlos Contreras y Stephan Gruber (Eds.)
2019 *Historia del Pensamiento Económico en el Perú. Antología y selección de textos*. Lima, Facultad de Ciencias Sociales PUCP.

Barreix, Alberto Daniel; Corrales, Luis Fernando; Benitez, Juan Carlos; Garcimartín, Carlos; Ardanaz, Martín; Díaz, Santiago; Cerda, Rodrigo; Larraín B., Felipe; Revilla, Ernesto; Acevedo, Carlos; Peña, Santiago; Agüero, Emmanuel; Mendoza Bellido, Waldo; Escobar Arango y Andrés.

2019 *Reglas fiscales resilientes en América Latina*. Washington, BID.

José D. Gallardo Ku

2019 *Notas de teoría para para la incertidumbre*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Úrsula Aldana, Jhonatan Clausen, Angelo Cozzubo, Carolina Trivelli, Carlos Urrutia y Johanna Yancari

2018 *Desigualdad y pobreza en un contexto de crecimiento económico*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

Séverine Deneulin, Jhonatan Clausen y Arely Valencia (Eds.)

2018 *Introducción al enfoque de las capacidades: Aportes para el Desarrollo Humano en América Latina*. Flacso Argentina y Editorial Manantial. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Mario Dammil, Oscar Dancourt y Roberto Frenkel (Eds.)

2018 *Dilemas de las políticas cambiarias y monetarias en América Latina*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

▪ *Documentos de trabajo*

- No. 505 ¿Coexistencia o canibalismo? Un análisis del desplazamiento de medios de comunicación tradicionales y modernos en los adultos mayores para el caso latinoamericano: Argentina, Colombia, Ecuador, Guatemala, Paraguay y Perú. Roxana Barrantes Cáceres y Silvana Manrique Romero. Enero 2022.
- No. 504 “Does the Central Bank of Peru Respond to Exchange Rate Movements? A Bayesian Estimation of a New Keynesian DSGE Model with FX Interventions”. Gabriel Rodríguez, Paul Castillo B. y Harumi Hasegawa. Diciembre, 2021
- No. 503 “La no linealidad en la relación entre la competencia y la sostenibilidad financiera y alcance social de las instituciones microfinancieras reguladas en el Perú”. Giovanna Aguilar y Jhonatan Portilla. Noviembre, 2021.
- No. 502 “Approximate Bayesian Estimation of Stochastic Volatility in Mean Models using Hidden Markov Models: Empirical Evidence from Stock Latin American Markets”. Carlos A. Abanto-Valle, Gabriel Rodríguez, Luis M. Castro Cepero y Hernán B. Garrafa-Aragón. Noviembre, 2021.
- No. 501 “El impacto de políticas diferenciadas de cuarentena sobre la mortalidad por COVID-19: el caso de Brasil y Perú”. Angelo Cozzubo, Javier Herrera, Mireille Razafindrakoto y François Roubaud. Octubre, 2021.
- No. 500 “Determinantes del gasto de bolsillo en salud en el Perú”. Luis García y Crissy Rojas. Julio, 2021.
- No. 499 “Cadenas Globales de Valor de Exportación de los Países de la Comunidad Andina 2000-2015”. Mario Tello. Junio, 2021.
- No. 498 “¿Cómo afecta el desempleo regional a los salarios en el área urbana? Una curva de salarios para Perú (2012-2019)”. Sergio Quispe. Mayo, 2021.
- No. 497 “¿Qué tan rígidos son los precios en línea? Evidencia para Perú usando Big Data”. Hilary Coronado, Erick Lahura y Marco Vega. Mayo, 2021.
- No. 496 “Reformando el sistema de pensiones en Perú: costo fiscal, nivel de pensiones, brecha de género y desigualdad”. Javier Olivera. Diciembre, 2020.
- No. 495 “Crónica de la economía peruana en tiempos de pandemia”. Jorge Vega Castro. Diciembre, 2020.
- No. 494 “Epidemia y nivel de actividad económica: un modelo”. Waldo Mendoza e Isaías Chalco. Setiembre, 2020.
- No. 493 “Competencia, alcance social y sostenibilidad financiera en las microfinanzas reguladas peruanas”. Giovanna Aguilar Andía y Jhonatan Portilla Goicochea. Setiembre, 2020.

- No. 492 "Empoderamiento de la mujer y demanda por servicios de salud preventivos y de salud reproductiva en el Perú 2015-2018". Pedro Francke y Diego Quispe O. Julio, 2020.
- No. 491 "Inversión en infraestructura y demanda turística: una aplicación del enfoque de control sintético para el caso Kuéalp, Perú". Erick Lahura y Rosario Sabrera. Julio, 2020.
- No. 490 "La dinámica de inversión privada. El modelo del acelerador flexible en una economía abierta". Waldo Mendoza Bellido. Mayo, 2020.
- No. 489 "Time-Varying Impact of Fiscal Shocks over GDP Growth in Peru: An Empirical Application using Hybrid TVP-VAR-SV Models". Álvaro Jiménez y Gabriel Rodríguez. Abril, 2020.
- No. 488 "Experimentos clásicos de economía. Evidencia de laboratorio de Perú". Kristian López Vargas y Alejandro Lugon. Marzo, 2020.
- No. 487 "Investigación y desarrollo, tecnologías de información y comunicación e impactos sobre el proceso de innovación y la productividad". Mario D. Tello. Marzo, 2020.
- No. 486 "The Political Economy Approach of Trade Barriers: The Case of Peruvian's Trade Liberalization". Mario D. Tello. Marzo, 2020.
- No. 485 "Evolution of Monetary Policy in Peru. An Empirical Application Using a Mixture Innovation TVP-VAR-SV Model". Jhonatan Portilla Goicochea y Gabriel Rodríguez. Febrero, 2020.
- No. 484 "Modeling the Volatility of Returns on Commodities: An Application and Empirical Comparison of GARCH and SV Models". Jean Pierre Fernández Prada Saucedo y Gabriel Rodríguez. Febrero, 2020.
- No. 483 "Macroeconomic Effects of Loan Supply Shocks: Empirical Evidence". Jefferson Martínez y Gabriel Rodríguez. Febrero, 2020.
- No. 482 "Acerca de la relación entre el gasto público por alumno y los retornos a la educación en el Perú: un análisis por cohortes". Luis García y Sara Sánchez. Febrero, 2020.
- No. 481 "Stochastic Volatility in Mean. Empirical Evidence from Stock Latin American Markets". Carlos A. Abanto-Valle, Gabriel Rodríguez y Hernán B. Garrafa-Aragón. Febrero, 2020.
- No. 480 "Presidential Approval in Peru: An Empirical Analysis Using a Fractionally Cointegrated VAR2". Alexander Boca Saravia y Gabriel Rodríguez. Diciembre, 2019.
- No. 479 "La Ley de Okun en el Perú: Lima Metropolitana 1971 – 2016." Cecilia Garavito. Agosto, 2019.

No. 478 “Peru’s Regional Growth and Convergence in 1979-2017: An Empirical Spatial Panel Data Analysis”. Juan Palomino y Gabriel Rodríguez. Marzo, 2019.

▪ *Materiales de Enseñanza*

No. 5 “Matemáticas para Economistas 1”. Tessy Vázquez Baos. Abril, 2019.

No. 4 “Teoría de la Regulación”. Roxana Barrantes. Marzo, 2019.

No. 3 “Economía Pública”. Roxana Barrantes, Silvana Manrique y Carla Glave. Marzo, 2018.

No. 2 “Macroeconomía: Enfoques y modelos. Ejercicios resueltos”. Felix Jiménez. Marzo, 2016.

No. 1 “Introducción a la teoría del Equilibrio General”. Alejandro Lugon. Octubre, 2015.

Departamento de Economía - Pontificia Universidad Católica del Perú
Av. Universitaria 1801, San Miguel, 15008 – Perú
Telf. 626-2000 anexos 4950 - 4951
<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/>