



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# **HETEROGENEIDAD, INVERSIÓN Y CONDICIONES DEL MERCADO LABORAL**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN  
ECONOMÍA APLICADA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
INDUSTRIAL

**CARLOS ALFONSO LIZAMA SÁEZ**

**PROFESOR GUÍA**  
**BENJAMÍN VILLENA ROLDÁN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN**  
**LUCAS NAVARRO ROELOFS**  
**MIGUEL RICAURTE BERMUDEZ**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por:  
Proyecto Fondecyt número 11110452  
Conicyt

SANTIAGO DE CHILE  
AGOSTO 2013



# Resumen

En el presente trabajo se presenta un modelo de ‘search & matching’ que busca estudiar los mecanismos económicos entre la heterogeneidad de la fuerza de trabajo, en particular la heterogeneidad de los trabajadores desempleados, y las decisiones que toman las firmas con respecto a capital y despidos.

Se analiza la evidencia empírica disponible mediante la estimación de un modelo de vectores auto-regresivos (VAR) para Estados Unidos. La evidencia empírica sugiere que cambios en la composición del desempleo afectan las decisiones de despido. Intuitivamente, una mejora en la calidad de los desempleados aumenta los incentivos a reemplazar trabajadores, lo que provoca aumento de los despidos.

El modelo teórico propuesto para explicar esta evidencia tiene tres características fundamentales: destrucciones endógenas, heterogeneidad ex-ante de los trabajadores y decisiones de capital. Las firmas deben decidir su nivel de capital de acuerdo a la posibilidad que tienen de contratar buenos trabajadores, pero esta decisión impacta finalmente en las decisiones de despido que, a su vez, provocan cambios en la composición del desempleo. El modelo presenta un mecanismo económico innovador: el capital es el vínculo entre las decisiones de despido y la heterogeneidad que las firmas enfrentan.

El modelo se calibra y resuelve numéricamente en estado estacionario. Se analiza la estática comparativa ante distintos escenarios: cambios en la distribución de la población, en la función de producción y en el costo del capital. Cambios en la media de la población provocan aumentos de capital y baja del desempleo mientras aumento en la varianza provoca caída del capital y alza del desempleo. El capital elegido depende fundamentalmente de la facilidad con que se obtengan buenos trabajadores. Si la función de producción depende fuertemente de la componente estocástica, entonces se reduce el nivel de capital y el desempleo aumenta. Alzas en el costo del capital provocan efectos similares.





# Agradecimientos

Primero que todo, quisiera agradecer a mi familia por el apoyo incondicional, no sólo en lo que a este proyecto se refiere, sino que por el apoyo a lo largo de toda mi carrera. Sin lugar a dudas, sin ellos llegar hasta acá no hubiese sido posible.

Quisiera agradecer a mis compañeros, que me ayudaron a subir en ánimo en los momentos en que se piensa en que las cosas no van a resultar, y también a los que de una u otra forma me ayudaron en que esta tesis saliera adelante. Gracias por la ayuda y por los comentarios de pasillo que muchas veces sirven para ver los problemas desde otra perspectiva.

Agradecer a la comisión, por el profundo compromiso e interés mostrado en mi trabajo y por los excelentes comentarios para poder mejorarlo. Agradecer en particular a mi profesor guía, Benjamín Villena, por la paciencia, por su tiempo, y por las innumerables discusiones que tuvimos en torno a esta tesis.

Finalmente, agradezco el financiamiento del Proyecto Fondecyt Iniciación número 11110452 y Beca Conicyt.

# Tabla de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| Tabla de contenido  | vii       |
| Índice de tablas  | ix        |
| Índice de figuras   | xi        |
| <b>Introducción</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1. Revisión de la Literatura</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. Evidencia Empírica</b>  | <b>7</b>  |
| 2.1. Estimación del modelo VAR . . . . .  | 7         |
| 2.2. Simulaciones de Impulso-respuesta . . . . .                                  | 9         |
| <b>3. El modelo</b>   | <b>12</b> |
| 3.1. Los trabajadores . . . . .   | 13        |
| 3.2. Las firmas . . . . .   | 13        |
| 3.3. El excedente y los salarios . . . . .  | 14        |
| 3.3.1. Matches con $z \in [\underline{z}, \bar{z}]$ . . . . .                     | 14        |
| 3.3.2. Matches con $z \geq \bar{z}$ . . . . .                                     | 15        |
| 3.4. Las reglas de contratación y despido . . . . .                               | 16        |
| 3.4.1. El umbral de contratación $\underline{z}$ . . . . .                        | 16        |
| 3.4.2. El umbral de no-despido $\bar{z}$ . . . . .                                | 16        |
| 3.4.3. La regla de despido $\varepsilon(z,k)$ . . . . .                           | 16        |
| 3.5. La distribución del desempleo . . . . .                                      | 17        |
| 3.6. El equilibrio . . . . .  | 17        |
| <b>4. Calibración</b>   | <b>19</b> |
| 4.1. Parámetros de la literatura . . . . .  | 19        |
| 4.2. Función de Producción . . . . .  | 20        |
| 4.3. Función de Matching . . . . .  | 20        |
| <b>5. El Estado Estacionario</b>  | <b>22</b> |
| 5.1. Las reglas de contratación y despido . . . . .                               | 23        |
| 5.2. El outside option de los trabajadores, el excedente y los salarios . . . . . | 25        |
| 5.3. Distribución de salarios . . . . .   | 27        |
| 5.4. Caracterización del equilibrio . . . . .                                     | 28        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>6. Estática comparativa</b>   | <b>30</b> |
| 6.1. Cambio en la media de la población . . . . .                      | 31        |
| 6.2. Cambio en la desviación estándar de la población . . . . .        | 31        |
| 6.3. Cambio en la importancia del shock . . . . .                      | 31        |
| 6.4. Cambio en el costo del capital . . . . .                          | 31        |
| <b>7. Conclusiones</b>   | <b>33</b> |
| <b>Bibliografía</b>  | <b>35</b> |
| <b>A. Apéndice</b>   | <b>37</b> |
| A.1. La continuidad del excedente en $\bar{z}$ . . . . .               | 37        |
| A.2. Las ecuaciones de equilibrio . . . . .                            | 38        |
| A.2.1. Libre entrada . . . . .   | 38        |
| A.2.2. Capital óptimo . . . . .  | 39        |
| A.3. Detalles y derivadas sobre reglas de decisión y despido . . . . . | 39        |
| A.3.1. Umbral mínimo de contratación . . . . .                         | 39        |
| A.3.2. Umbral de no despido . . . . .                                  | 40        |
| A.3.3. La regla de despido . . . . .                                   | 40        |
| A.3.4. La regla de despido de $\bar{z}$ . . . . .                      | 41        |
| A.4. Evidencia empírica . . . . .                                      | 41        |
| A.4.1. Resultados de las estimaciones para $P_q$ . . . . .             | 41        |
| A.4.2. Valores propios de $\mathcal{P}$ . . . . .                      | 43        |



# Índice de tablas

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.1. Calibración . . . . .          | 21 |
| 5.1. Estado Estacionario . . . . .  | 22 |
| 6.1. Estática Comparativa . . . . . | 30 |



# Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Impulso-respuesta shock de escolaridad . . . . .                    | 9  |
| 2.2. Impulso-respuesta shock de experiencia . . . . .                    | 9  |
| 2.3. Impulso-respuesta shock completo . . . . .                          | 10 |
| 2.4. Impulso-respuesta shock de escolaridad . . . . .                    | 10 |
| 2.5. Impulso-respuesta shock de experiencia . . . . .                    | 11 |
| 2.6. Impulso-respuesta shock completo . . . . .                          | 11 |
| 5.1. Distribución de probabilidad sobre la población . . . . .           | 23 |
| 5.2. Distribución de probabilidad sobre el desempleo . . . . .           | 23 |
| 5.3. Shock mínimo $\varepsilon(z, k^*)$ . . . . .                        | 24 |
| 5.4. Probabilidad de despido endógena $F(\varepsilon(z, k^*))$ . . . . . | 24 |
| 5.5. Valor de estar desempleado . . . . .                                | 25 |
| 5.6. Excedente total . . . . .   | 25 |
| 5.7. Salarios . . . . .  | 26 |
| 5.8. Derivada del valor de estar desempleado . . . . .                   | 26 |
| 5.9. Derivada del excedente total . . . . .                              | 27 |
| 5.10. Derivada de salarios . . . . .                                     | 27 |
| 5.11. Distribución de salarios . . . . .                                 | 28 |
| 5.12. $V(k, \theta^*)$ vs $k$ . . . . .                                  | 28 |
| 5.13. $V(k^*, \theta)$ vs $\theta$ . . . . .                             | 29 |
| 5.14. $g(z)$ , $\tilde{g}(z)$ y $F(\varepsilon(z))$ . . . . .            | 29 |
| A.1. Valores propios matriz $\mathcal{P}$ . . . . .                      | 43 |



# Introducción

En esta tesis se presenta un modelo de mercado laboral con fricciones de búsqueda. Las principales características del modelo son heterogeneidad ex-ante de los trabajadores, decisiones de inversión ex-ante, y destrucciones de puestos de trabajo endógenas. El propósito es comprender los mecanismos económicos que interactúan entre la heterogeneidad y las decisiones de las firmas tanto de capital como de contratación y despido. ¿Cómo impacta la heterogeneidad de los trabajadores en las decisiones de capital de las firmas? ¿Cómo influyen el capital de la firma en las decisiones de contratación y despido? ¿Cómo se ven reflejadas estas decisiones en el desempleo? En esta tesis se muestra evidencia que muestra que la composición del desempleo afecta las decisiones de despido de las firmas y se desarrolla en un marco teórico para abordar las preguntas recién planteadas y que racionalizan la evidencia presentada.

Existe una amplia literatura que cubre los distintos temas presentado en esta tesis. Mortensen y Pissarides (1994) son los primeros en presentar un modelo con destrucciones endógenas. Ellos estudian las propiedades cíclicas de un modelos con estas características y demuestran teóricamente que las destrucciones pueden ser un elemento importante para comprender mejor el mercado laboral. Caballero y Hammour (1994) presentan un modelo de adopción tecnológica que muestra el “cleansing effect” de las recesiones, que corresponde al reemplazo de tecnologías o de trabajadores en periodos de recesión. La heterogeneidad es un tema un poco más reciente y algunos autores como Pries (2008), Chassamboulli (2010), y Chéron y Rouland (2011) muestran cómo la heterogeneidad afecta características cíclicas, mecanismos de amplificación y estructuras de salarios del mercado laboral.

Se presenta evidencia empírica que sugiere que las firmas tienen incentivos a reemplazar sus trabajadores cuando la productividad de los desempleados aumenta. Con datos de CPS (Current Population Survey, datos mensuales concatenados, periodo 1976-2010), se estima un modelo de vectores auto-regresivos (VAR) que explica cómo cambia la probabilidad de ser despedido cuando el pool de trabajadores desempleados es relativamente “mejor” que los trabajadores empleados. Por “mejor” se entiende un mayor nivel en alguna característica asociada a mayor productividad, particularmente escolaridad y/o experiencia. Las simulaciones del VAR demuestran que hay efectos de la composición sobre la probabilidad de despido tanto en el corto como en el largo plazo.

Se formula un modelo teórico que racionaliza esta evidencia. El modelo propuesto es una extensión del modelo de Mortensen Pissarides 1994 con capital y agentes heterogéneos ex-ante. Los hogares pueden estar trabajando y recibiendo un salario fijado de acuerdo a la regla

de negociación a la Nash, o estar desempleados, recibiendo un seguro de desempleo y buscando trabajo. Las firmas deben decidir su nivel de capital y luego pueden abrir vacantes. Existe una tecnología de matching estándar. Un puesto de trabajo se caracteriza por el capital de la firma, la productividad del trabajador y un shock idiosincrático. Si el shock idiosincrático recibido es muy bajo, el trabajo es destruido, dejando al trabajador desempleado y la firma vacante. Si el match recibe un shock de separación exógeno, el match se destruye y la firma debe volver a adquirir capital.

En equilibrio, las firmas deciden su nivel de capital consistente con la productividad que pueden obtener de los trabajadores. El capital influye en la regla de decisión que la firma tiene para despedir al trabajador, que a su vez depende de la productividad de éste. Un aumento en la productividad de los trabajadores implica que es más fácil obtener trabajadores productivos por lo que la firma tiene incentivos a aumentar su capital, bajar la cantidad de despidos y por lo tanto hay una caída en el desempleo. Cambios en la importancia del shock bajan la importancia del capital en la producción, la firma puede prescindir de éste, más trabajadores son susceptibles al despido y el desempleo aumenta. Aumento en el costo del capital provoca una caída de éste, exponiendo a más trabajadores a ser despedidos. El modelo presenta un mecanismo económico innovador. El capital vincula la heterogeneidad con las decisiones de las firmas. La firma decide su nivel de capital, y éste define el valor de mantener una vacante abierta en equilibrio, que corresponde al outside option de la firma.

# Capítulo 1

## Revisión de la Literatura

El modelo desarrollado en esta tesis tiene tres características fundamentales: destrucciones endógenas, agentes heterogéneos y capital. El objetivo es estudiar los distintos mecanismos bajo los cuales estas variables interactúan. ¿Cómo afecta la heterogeneidad de los trabajadores desempleados en las decisiones de acumulación de capital de las firmas y sus decisiones de contratación y despido? Las decisiones de capital son influidas por la heterogeneidad de las personas, y las decisiones de capital influyen en las decisiones ex- post de contratación y despidos y además determina el valor de tener una vacante abierta. Existe una vasta literatura que abarca los distintos tópicos de esta tesis.

El paper pionero en destrucciones endógenas es Mortensen y Pissarides (1994). Los autores buscan desarrollar un marco teórico que dé cuenta de las creaciones y destrucciones de empleo que permita estudiar sus características cíclicas frente a shock agregados de productividad y de dispersión. La función de producción tiene una componente determinística y otra estocástica, donde la componente determinística corresponde a la media de la productividad y la componente estocástica a la varianza.

Las firmas abren vacantes y los trabajadores desempleados buscan empleo. Se producen match de acuerdo a una función de rendimientos constantes a escala. La producción depende de un shock agregado y un shock idiosincrático, que hace que los trabajos sean ex-post heterogéneos. El trabajo es destruido si el shock idiosincrático que recibe está por debajo de la productividad de reserva, determinada endógenamente en equilibrio. En estado estacionario se obtienen ecuaciones que determinan la creación y destrucción de empleo, y a la vez determinan la tasa de desempleo y la razón vacantes a desempleo. Un shock de productividad aumenta la creación de empleo, mientras un shock de dispersión aumenta tanto el proceso de creación como el de destrucción.

En el estudio del comportamiento cíclico del modelo los autores concluyen que un shock negativo produce primero un fuerte cambio en la creación y destrucción de empleos. Por el lado de la creación, la caída en productividad baja los incentivos a abrir vacantes, pero este incentivo aumenta a medida que aumenta el desempleo. Por el lado de la destrucción de empleos, la caída en productividad provoca un aumento en el umbral de reserva (el mínimo shock tal que el trabajo no es destruido), lo que produce un aumento en el desempleo. Los

autores también mencionan el comportamiento asimétrico ante shock positivos y negativos. Un shock negativo tiene una respuesta inmediata en el aumento del desempleo, debido a que las decisiones de despido son rápidas. Un shock positivo tiene un impacto lento en la caída del desempleo debido a la persistencia con que éste se mueve debido a las fricciones de búsqueda, pues contratar es un proceso lento.

El modelo presentado en esta tesis es una extensión del modelo elaborado por Mortensen y Pissarides. La principal diferencia es que el modelo aquí presentado cuenta con heterogeneidad ex-ante de los agentes, es decir, los agentes tienen con productividades diferentes en sí, sin depender del shock idiosincrático que reciban. Este modelo también cuenta con shock idiosincrático y por lo tanto la regla de destrucción del match depende de la productividad del trabajador.

Caballero y Hammour (1994) muestra que en recesiones las firmas tienden a adoptar nuevas tecnologías (o reemplazar sus trabajadores) por unas mejores, lo que denominan como “cleansing effect”. El modelo propuesto por ellos muestra que la adopción tecnológica es relevante no sólo para el crecimiento económico de largo plazo, sino que también para explicar los ciclos económicos. Los autores testean los resultados de su modelo con los datos del sector manufacturero de Estados Unidos.

El modelo propuesto consta de creación destructiva y adopción tecnológica. La tecnología crece a una tasa exógena y las empresas pueden ir adaptándola. Distintas versiones de la tecnología coexisten debido a que es costoso adquirir la nueva tecnología. Frente a cambios en demanda las firmas pueden responder de dos maneras: variando la tasa a la cual adoptan la nueva tecnología o variando la tasa a la cual se destruyen tecnologías pasadas. El modelo muestra, similar a los datos, que las destrucciones son mucho más cíclicas que las creaciones. El “cleansing effect” consiste en que las recesiones son tiempos de ajustar la tecnología, desechando las menos rentables, lo que produce respuesta cíclicas más fuertes en la destrucción de empleo<sup>1</sup>.

Este efecto es similar al que se muestra en este trabajo, pero el mecanismo es diferente. Las firmas pueden ajustar su tecnología de manera de producir de acuerdo a las posibilidades de contratar buenos trabajadores, por ejemplo aumentar su nivel de capital si la composición del desempleo mejora. Esto llevaría a un reemplazo de los malos trabajadores por unos buenos, lo que correspondería en este caso al “cleansing effect”.

Los papers anteriormente descritos no consideran heterogeneidad ex-ante. En los últimos años se ha desarrollado una creciente literatura que da cuenta de que la heterogeneidad ex-ante de los trabajadores puede ser un factor importante en el funcionamiento del mercado laboral. Chassamboulli (2010) estudia un modelo similar al desarrollado en este trabajo, aunque sin capital y con shocks agregados.

La economía está caracterizada por un continuo de agentes heterogéneos ex-ante, y la

---

<sup>1</sup>El modelo considera que para producir una unidad de un bien se necesitan proporciones fijas de capital y trabajo. Luego, desechar una versión de la tecnología requiere también una destrucción de empleo y a su vez, la adquisición de la última tecnología requiere la creación de empleo. Este es el nexo que hay entre un modelo (teórico) de adopción tecnológica con los datos empíricos que lo justifican, provenientes del mercado laboral.



tecnología de producción se caracteriza por la productividad del trabajador y un shock estocástico multiplicativo agregado. La tecnología se match es estándar. En estado estacionario sólo los match con productividad por sobre la productividad de reserva siguen produciendo. (Chassamboulli, 2010) demuestra que en recesiones, la composición del desempleo tiene una mayor participación de los trabajadores menos productivos, debido al aumento en la productividad de reserva.

Uno de los problemas más citados de este tipo de modelos es la falta de amplificación y persistencia en variables claves del mercado laboral, como Shimer (2005) señala. Pries (2008) estudia un modelo con agentes heterogéneos con el cual busca comprender el impacto de la heterogeneidad de los agentes en el comportamiento cíclico de las variables relevantes del mercado laboral. Este modelo tiene dos tipo de agentes, de alta y baja productividad. El resto del modelo es esencialmente estándar. El mecanismo de amplificación que este autor propone es que ante un shock negativo, los trabajadores menos productivos son los primeros en ser despedidos. Esto produce un cambio en la composición del desempleo, donde los trabajadores menos productivos tienen una mayor participación. Dada la baja en la calidad del pool de desempleados, las firmas tienen menos incentivos a abrir vacantes por lo que el desempleo se recupera aún más lentamente.

En este trabajo se puede apreciar un efecto similar. La heterogeneidad de los trabajadores tiene el mismo impacto: los trabajadores menos productivos son los más susceptibles a ser despedidos, en línea también por lo propuesto por (Chassamboulli, 2010). Aunque este trabajo muestra sólo el estado estacionario de esta economía, es de esperar que en un contexto dinámico la heterogeneidad de los agentes contribuya en el mismo sentido que en Pries (2008), e incluso con efectos mayores, pues en este trabajo las decisiones de despido son endógenas y pueden variar también en el ciclo económico. Además, el mecanismo de Pries se basa en que los trabajadores menos productivos son más susceptibles a ser despedidos, pero impone esta condición en la calibración. En este modelo esta condición se cumple de manera endógena.

Chéron y Rouland (2011) estudian un modelo con destrucciones endógenas y heterogeneidad ex-ante de los agentes muy similar al presentado en esta tesis. Ellos proponen que las decisiones de las firmas con respecto a la productividad de reserva, que depende de cada trabajador, son importantes para explicar la forma que tiene la distribución de salarios. El modelo es básicamente una extensión de (Mortensen y Pissarides, 1994) con agentes continuamente heterogéneos. Mediante ejercicios de simulación bajo diferentes calibraciones los autores concluyen que un modelo con estas características es capaz de emular la distribución que tienen los salarios.

El modelo de esta tesis puede ser considerado como una extensión de este modelo con una decisión endógena de inversión en capital físico ex-ante. Cabe mencionar que algunos detalles que se omiten en el paper anterior en este trabajo sí son considerados, como por ejemplo que la productividad de los trabajadores puede ser lo suficientemente alta como para nunca ser despedido (endógenamente). Además, la extensión del modelo con capital permite que las decisiones de las firmas, capital y productividades de reserva, dependan también de la heterogeneidad que enfrentan.

Un característica novedosa de este trabajo es la incorporación de capital. Algunos modelos incorporan capital sin grandes efectos en la economía Pissarides (2000, Ch. 2). Otros

como (Shi y Wen, 1997) buscan comprender la relación que tiene el mercado laboral y la acumulación de capital. Ellos proponen un modelo del estilo RBC con mercado laboral con fricciones de búsqueda. Resuelven el problema descentralizado y muestran que la dinámica de la economía es mucho más realista. El mercado laboral con fricciones y el suavizamiento del consumo por parte de los hogares provoca que las decisiones de ahorro- consumo afecten el mercado laboral a través de la endogeneización del salario de reserva y de la acumulación de capital.

En este modelo el rol del capital es distinto. En equilibrio, el valor de abrir una vacante depende del capital que la firma posee y de la heterogeneidad del desempleo. La firma debe decidir su nivel de capital de acuerdo a las posibilidades de conseguir buenos trabajadores. Este mecanismo es novedoso. El rol del capital es vincular la heterogeneidad de los trabajadores con las decisiones de la firma. A su vez, las productividades de reserva de los trabajadores también dependerán del capital escogido.

Finalmente, la evidencia demuestra que las últimas recesiones se han caracterizado por una lenta recuperación del mercado laboral (Berger, 2012), fenómeno conocido como jobless recovery. Este trabajo también provee una base lógica que podría explicar este fenómeno. En una recesión las firmas se reestructuran, en línea con Caballero y Hammour (1994). Cuando las firmas adquieren nuevas tecnologías, ya no necesitan contratar tantos trabajadores y por lo tanto la recuperación en empleo es más lenta. Cabe destacar, que para poder evaluar correctamente este mecanismo sería deseable contar con un modelo similar al que aquí se presenta, pero en una versión dinámica.

# Capítulo 2

## Evidencia Empírica

En esta sección se analiza la evidencia empírica que muestra cómo afecta la composición del desempleo en las decisiones que las firmas toman, en particular las decisiones de despido.

Se cuenta con una base de datos del CPS (Current Population Survey) de Estados Unidos que contiene datos de stocks de trabajadores empleados, desempleados e inactivos, según estado y sexo. La base de datos también cuenta con información sobre años de experiencia promedio y educación promedio de los trabajadores, según estén empleados, desempleados o inactivos.

A partir de estos datos, y siguiendo el procedimiento descrito por (Shimer, 2012) se calculan las probabilidades de transición entre los estados (empleado, desempleado e inactivo)<sup>1</sup>. Se estudia la dependencia de largo plazo de la probabilidad de despido (transición empleo-desempleo E-U) con respecto a la heterogeneidad que las firmas enfrentan en el desempleo, caracterizada por las diferencias entre las características de los trabajadores desempleados y empleados.

Para ello se estima un modelo de vectores auto-regresivos. Una vez hechas las estimaciones se realizan simulaciones de impulso respuesta frente a shock permanentes y transitorios de manera de cuantificar las respuesta de corto y largo plazo del modelo.

Intuitivamente, cuando hay una diferencia notoria entre las características del pool de desempleados y los trabajadores empleados la probabilidad de despido debe aumentar, ya que hay incentivos a reemplazar los trabajadores por unos más productivos. Dichas características serán descritas por la edad y experiencia de los trabajadores, similar a una ecuación de Mincer.

### 2.1. Estimación del modelo VAR

El VAR está compuesto por cuatro variables, descritas a continuación:

---

<sup>1</sup>La base de datos utilizada es la base construida por Shimer a partir de los datos del CPS que ya tiene estos cálculos.

|         |               |  |
|---------|---------------|--|
| $y_1$ : | <i>LEU</i>    | Logaritmo de la probabilidad de transición de empleo a desempleo.                            |
| $y_2$ : | <i>Lrage</i>  | Logaritmo del ratio del promedio de edad entre los desempleados y los empleados.             |
| $y_3$ : | <i>Lrage2</i> | Logaritmo del ratio del promedio de edad al cuadrado entre los desempleados y los empleados. |
| $y_4$ : | <i>Lrcoll</i> | Logaritmo del ratio del promedio de años de escolaridad entre los desempleados y empleados.  |

En general, los modelos testeados se pueden escribir de la siguiente forma:

$$Y_t = P_1 Y_{t-1} + \dots + P_q Y_{t-q} + V_t$$

donde  $Y_t = (y_{1,t}, y_{2,t}, y_{3,t}, y_{4,t})'$  es un vector que contiene las variables endógenas del VAR y  $V_t = (v_1, v_2, v_3, v_4)'$  es un error aleatorio con media cero.

Para escoger el número de rezagos  $q$  se obtienen los criterios de Akaike y Schwarz para distintas especificaciones. El número de rezagos óptimo que minimiza ambos criterios es  $q = 15$ .

Los modelos también se pueden escribir de la siguiente forma:

$$\mathcal{Y}_{t+1} = \mathcal{P}\mathcal{Y}_t + \mathcal{V}_t$$

donde

$$\mathcal{Y}_t = \begin{pmatrix} Y_t \\ \vdots \\ Y_{t-q+1} \end{pmatrix}$$

$$\mathcal{P} = \begin{pmatrix} P_1 & \dots & P_{q-1} & P_q \\ I_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & I_4 & 0 \end{pmatrix}$$

El modelo VAR es estable, pues todos los valores propios de la matriz  $\mathcal{P}$  se encuentran dentro del círculo unitario.

Cabe destacar que las variables permiten obtener una interpretación directa de los valores estimados de las matrices  $P_q$ . Dado que todas las variables están en logaritmos, el valor de  $p_{i,j}^q \in P_q$  se puede interpretar como la elasticidad de la variable  $i$  con respecto al rezago  $q$  de la variable  $j$ .

El resultado detallado de las matrices  $P_q$  y los valores propios se puede encontrar en el apéndice.

## 2.2. Simulaciones de Impulso-respuesta

A continuación presento los gráficos de impulso respuesta. Se presentan tres tipos de shocks: shock de escolaridad  $V = (0, 0, 0, 1)$ , shock de experiencia  $V = (0, 1, 1, 0)$  y shock completo  $V = (0, 1, 1, 1)$ . Para el caso del shock transitorio el shock es aplicado sólo en  $t = 0$ , mientras que el shock permanente es aplicado periodo a periodo.

Para el shock transitorio los gráficos son:

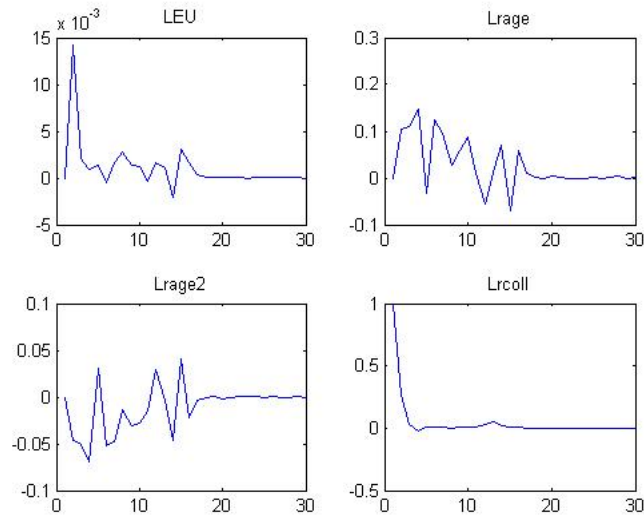


Figura 2.1: Impulso-respuesta shock de escolaridad

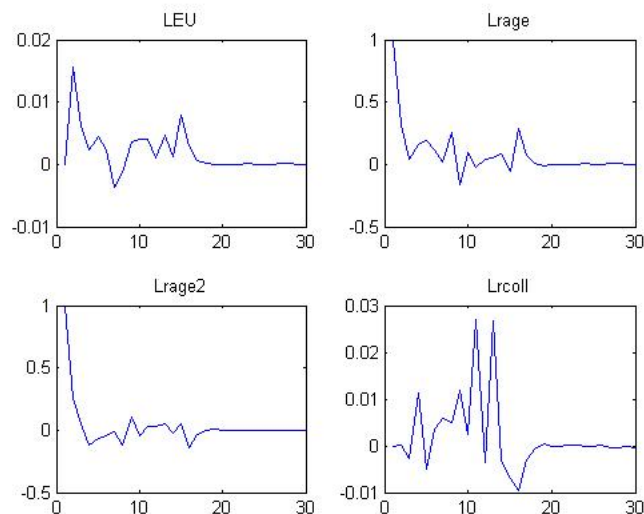


Figura 2.2: Impulso-respuesta shock de experiencia

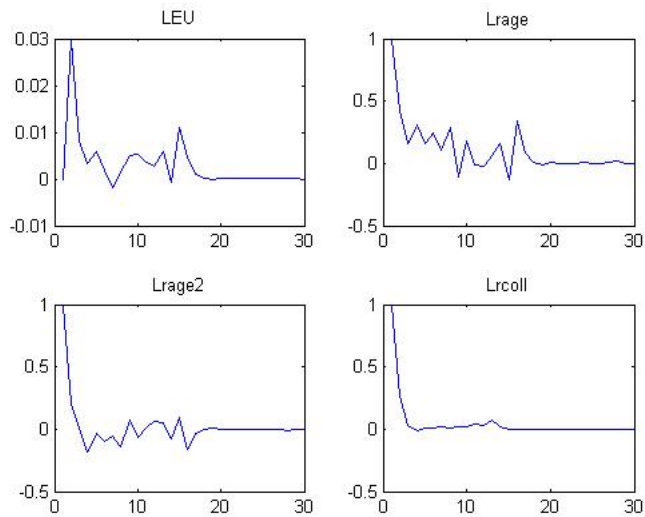


Figura 2.3: Impulso-respuesta shock completo

En los tres gráficos anteriores se puede ver la respuesta de corto plazo consiste en aumentar la probabilidad de despido. La razón es que cualquiera sea la variable muestre una mejora de los desempleados versus los empleados, hay incentivos para reemplazar a los trabajadores. Esto tiene como consecuencia el aumento de la probabilidad de despido. Luego de varios periodos la economía se mueve en dirección de su estado inicial.

Para el shock permanente los resultados son:

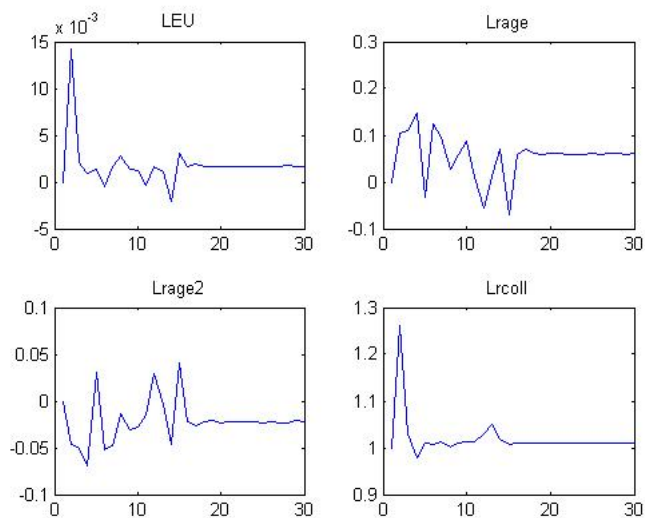


Figura 2.4: Impulso-respuesta shock de escolaridad

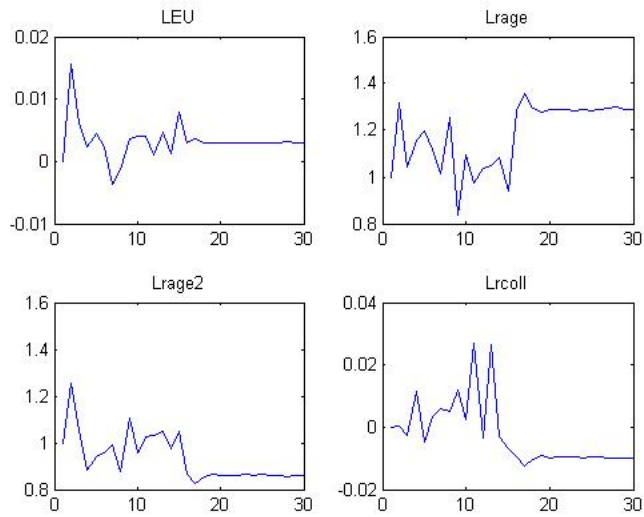


Figura 2.5: Impulso-respuesta shock de experiencia

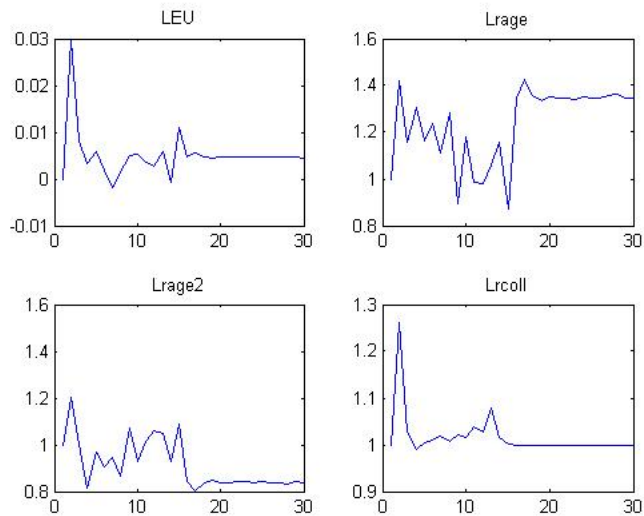


Figura 2.6: Impulso-respuesta shock completo

Nuevamente se puede apreciar que la probabilidad de despido aumenta ante cada uno de los shocks. El mecanismo es el mismo, hay incentivos a reemplazar trabajadores. Dado que la naturaleza de los shock es permanente, el incentivo a despedir trabajadores perdura en el tiempo y la economía converge a un nuevo estado estacionario.

# Capítulo 3

## El modelo

El tiempo es discreto. La economía está caracterizada por un continuo de agentes ex-ante heterogéneos. Existe una distribución de probabilidad sobre la población  $G(z)$  donde  $z$  representa la productividad del trabajador. Por otro lado, las firmas son ex-ante homogéneas y deben decidir su nivel de capital. Un match empleador-trabajador recibe un shock idiosincrático  $\varepsilon$  cada periodo proveniente de una distribución  $F(\varepsilon) \sim U[-1, 1]$ .

Por cada match formado se produce output de acuerdo a la productividad del trabajador,  $z$ , el nivel de capital que la firma posee,  $k$  y el shock idiosincrático  $\varepsilon$  del periodo. La función de producción está dada por  $zf(k) + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1-\lambda)z)$  con  $f(\cdot)$  creciente y cóncava,  $\phi, \sigma > 0$  y  $\lambda \in [0, 1]$ . Esta función de producción tiene la característica de que los shocks son potencialmente amplificados por la productividad del trabajador. Con  $\lambda = 1$  el shock es independiente de la productividad del trabajador y  $\lambda = 0$  el shock es amplificado completamente por la productividad de éste. Si el shock es completamente independiente de  $z$  la probabilidad de despido de los trabajadores más productivos es muy baja y la de los menos productivos muy alta.

Cuando se forma el match el shock idiosincrático que se recibe es el promedio de la distribución,  $\varepsilon = 0$ . Los matchs pueden destruirse por razones endógenas, es decir, el shock idiosincrático recibido es lo suficientemente bajo como para terminar con el match; o exógenas, cuando llega un shock de separación con probabilidad  $\eta$  cada periodo.

Los match se producen con una tecnología de rendimientos constantes a escala. Si en un periodo hay  $u$  desempleados y  $v$  vacantes entonces se producen  $m(u, v)$  matchs. La probabilidad de llenar una vacante viene dada por  $q(\theta) = m(u, v)/v = m(\theta^{-1}, 1)$  y la probabilidad de encontrar un trabajo como  $p(\theta) = m(u, v)/u = \theta q(\theta)$ .

La búsqueda es secuencial, es decir, periodo a periodo se puede recibir sólo a un trabajador y se decide si se contrata o no. El timing de las contrataciones es el siguiente: se forma el match, el empleador ve la productividad del trabajador y luego decide si lo emplea. Si lo emplea, el trabajador empieza a trabajar en el periodo siguiente. En el caso de los despidos, el empleador ve el shock y decide si lo despide o no. Si no lo despide, ocurre la producción y si lo despide entonces la firma y el hogar quedan vacantes y desempleados, respectivamente,



en ese mismo periodo. Los agentes descuentan el futuro de acuerdo a un factor  $\beta$ .

### 3.1. Los trabajadores

Los trabajadores pueden estar desempleados y gozando de un seguro de desempleo  $b$  o pueden estar empleados y recibiendo un salario  $w$ , determinado endógenamente.

Dado que el shock inicial es el mismo para todos los matches, la decisión de contratar al trabajador depende sólo de la productividad de éste y del nivel de capital de la firma. Si bien existe la posibilidad de que las firmas tengan niveles de capital distintos, todas enfrentan el mismo problema y por lo tanto toman las mismas decisiones. Luego, las firmas son heterogéneas ex-post. Esto provoca que la decisión de contratación depende únicamente de la productividad del trabajador, es decir, la firma decidirá contratar a un trabajador si éste tiene una productividad por sobre un umbral crítico  $\underline{z}$ , determinado endógenamente. Para  $z > \underline{z}$  las ecuaciones de Bellman que representan los valores de estar desempleado y trabajando respectivamente son:

$$U(z) = b + \beta \left\{ p(\theta)W(z, k, 0) + (1 - p(\theta))U(z) \right\} \quad (3.1)$$

$$W(z, k, \varepsilon) = w(z, k, \varepsilon) + \beta \left\{ (\eta + (1 - \eta)F(\underline{\varepsilon}(z, k)))U(z) + (1 - \eta)(1 - F(\underline{\varepsilon}(z, k)))\mathbb{E}_\varepsilon[W(z, \varepsilon)|\varepsilon > \underline{\varepsilon}(z, k)] \right\} \quad (3.2)$$

Para  $z < \underline{z}$  los hogares nunca conseguirán trabajo. Los hogares bajo este umbral serán considerados fuera de la fuerza de trabajo.

El excedente del match para el trabajador se puede escribir como:

$$W(z, k, \varepsilon) - U(z) = w(z, k, \varepsilon) + \beta(1 - \eta)(1 - F(\underline{\varepsilon}(z, k)))(\mathbb{E}[W(z, k, \varepsilon)|\varepsilon \geq \underline{\varepsilon}(z, k)] - U(z)) - (1 - \beta)U(z) \quad (3.3)$$

### 3.2. Las firmas

Para poder abrir una vacante, la firma debe escoger primero el nivel de capital con el que desea operar incurriendo en un costo de  $\nu k$ . Por lo tanto, debido a que esta es la única restricción a la entrada de firmas se cumplirá que  $V(k) = \nu k$ . Además, de la condición de primer orden del problema de la firma se obtiene que el nivel de capital queda determinado por  $V'(k) = \nu$

Cuando la firma tiene el capital necesario debe pagar un costo  $\kappa$  de mantener la vacante

abierta por cada periodo. La ecuación de Bellman de tener la vacante abierta es:

$$V(k) = -\kappa + \beta \left\{ q(\theta) \int_{\underline{z}}^{\infty} J(z, k, 0) \tilde{g}(z) dz + (1 - q(\theta)) V(k) \right\} \quad (3.4)$$

Una vez que la firma encuentra un trabajador, empieza a producir. La firma tiene la opción de despedir al trabajador y quedar con la vacante abierta nuevamente. Sin embargo, si la separación del match ocurre por un shock exógeno, la firma deberá volver a invertir. La ecuación de Bellman de la firma que está produciendo queda determinada por:

$$J(z, k, \varepsilon) = \text{máx} \left\{ V(k), z f(k) + \sigma \varepsilon (\lambda \phi + (1 - \lambda) z) - w(z, k, \varepsilon) + \beta (1 - \eta) \left( (1 - F(\underline{\varepsilon}(z, k))) \mathbb{E}_{\varepsilon} [J(z, k, \varepsilon) | \varepsilon > \underline{\varepsilon}(z, k)] + F(\underline{\varepsilon}(z, k)) V(k) \right) \right\} \quad (3.5)$$

Para  $z \geq \underline{z}$  la última ecuación se puede escribir como:

$$J(z, k, \varepsilon) - V(k) = z f(k) + \sigma \varepsilon (\lambda \phi + (1 - \lambda) z) - w(z, k, \varepsilon) + \beta (1 - \eta) (1 - F(\underline{\varepsilon}(z, k))) \left[ \mathbb{E} [J(z, k, \varepsilon) | \varepsilon \geq \underline{\varepsilon}(z, k)] - V(k) \right] - (1 - \beta (1 - \eta)) V(k) \quad (3.6)$$

### 3.3. El excedente y los salarios

Los salarios son determinados por negociación a la Nash, con  $\alpha$  el poder de negociación de los trabajadores. Como es usual, se define el excedente del match como  $S(z, k, \varepsilon) = W(z, k, \varepsilon) + J(z, k, \varepsilon) - U(z) - V(k)$ . Con las ecuaciones (3.2) y (3.5) se obtiene que el excedente del match es:

$$S(z, k, \varepsilon) = z f(k) + \sigma \varepsilon (\lambda \phi + (1 - \lambda) z) + \beta (1 - \eta) (1 - F(\underline{\varepsilon}(z, k))) \mathbb{E}_{\varepsilon} [S(z, k, \varepsilon) | \varepsilon \geq \underline{\varepsilon}(z, k)] - (1 - \beta) U(z) - (1 - \beta (1 - \eta)) V(k) \quad (3.7)$$

Debido a que el excedente es creciente en  $z$  y el rango de  $z$  puede ser infinito, existen potencialmente trabajadores que nunca serán despedidos endógenamente debido a su alta productividad. Dicho umbral será denotado por  $\bar{z}$ .

#### 3.3.1. Matches con $z \in [\underline{z}, \bar{z}]$

Estos trabajadores están sujetos a sufrir despidos endógenos en caso de recibir un shock idiosincrático muy bajo. Debido a la negociación de Nash, se tiene que  $W(z, k, \varepsilon) - U(z) = \alpha S(z, k, \varepsilon)$  y  $J(z, k, \varepsilon) - V(k) = (1 - \alpha) S(z, k, \varepsilon)$ . Luego, si el match se disuelve es porque el shock recibido fue  $\varepsilon = \underline{\varepsilon}(z, k)$  o menor, con  $S(z, k, \underline{\varepsilon}(z, k)) = 0$  y tanto el empleador como el trabajador están de acuerdo con disolver el match.

Evaluando la ecuación (3.7) en  $\varepsilon = \underline{\varepsilon}(z, k)$  y restando se obtiene:

$$S(z, k, \varepsilon) = \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)(\varepsilon - \underline{\varepsilon}(z, k)) \quad (3.8)$$

Considerando que  $F(\underline{\varepsilon}) = (1 + \underline{\varepsilon})/2$  se concluye de las ecuaciones anteriores que el excedente y el valor de estar desempleado quedan determinado por:

$$S(z, k, \varepsilon) = \frac{zf(k) - b + (1 + \alpha\beta p(\theta))\sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)}{1 + \alpha\beta p(\theta)} + \frac{\sigma\beta(1 - \eta)\left(\frac{1 - \underline{\varepsilon}}{2}\right)^2(\lambda\phi + (1 - \lambda)z) - (1 - \beta(1 - \eta))V(k)}{1 + \alpha\beta p(\theta)} \quad (3.9)$$

$$(1 - \beta)U(z) = \frac{b + \alpha\beta p(\theta)\left(zf(k) + \beta\sigma(1 - \eta)\left(\frac{1 - \underline{\varepsilon}}{2}\right)^2(\lambda\phi + (1 - \lambda)z) - (1 - \beta(1 - \eta))V(k)\right)}{1 + \alpha\beta p(\theta)} \quad (3.10)$$

### 3.3.2. Matches con $z \geq \bar{z}$

Estos trabajadores nunca serán desempleados. La única razón por la cual estos match se disuelven es por la presencia de shocks exógenos. Obteniendo la esperanza de la ecuación (3.7) y reemplazando en la misma ecuación se obtiene:

$$S(z, k, \varepsilon) = \frac{zf(k) - b + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)(1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)) - (1 - \beta(1 - \eta))V(k)}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} \quad (3.11)$$

El valor de estar desempleado de estos trabajadores queda determinado por:

$$(1 - \beta)U(z) = \frac{b(1 - \beta(1 - \eta)) + \alpha\beta p(\theta)(zf(k) - (1 - \beta(1 - \eta))V(k))}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} \quad (3.12)$$

### Los salarios

Finalmente,  $\forall z \geq \bar{z}$  de la condición de negociación de salarios  $\alpha(J - V) = (1 - \alpha)(W - U)$  y de las ecuaciones (3.3) y (3.6) se determinan los salarios:

$$w(z, k, \varepsilon) = \alpha(zf(k) + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)) + (1 - \alpha)(1 - \beta)U(z) - \alpha(1 - \beta(1 - \eta))V(k) \quad (3.13)$$

## 3.4. Las reglas de contratación y despido

### 3.4.1. El umbral de contratación $\underline{z}$

El umbral de contratación viene definido por  $S(\underline{z}, k, 0) = 0$ . Además, dado que se tiene que  $S(\underline{z}, k, 0) = 0$  entonces  $\underline{\varepsilon}(\underline{z}, k) = 0$ . Evaluando (3.9) en  $\underline{z}$  se obtiene que  $\underline{z}$  satisface:

$$\underline{z}f(k) - b + \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}(\lambda\phi + (1-\lambda)\underline{z}) - (1-\beta(1-\eta))V(k) = 0 \quad (3.14)$$

### 3.4.2. El umbral de no-despido $\bar{z}$

El umbral de no despido viene dado por la condición de que el excedente, en el peor de los shocks  $\varepsilon = -1$ , sigue siendo positivo. Además, para este individuo el umbral de despido es  $\underline{\varepsilon}(z, k) = -1$ . Evaluando la ecuación (3.9) o (3.11) en  $\varepsilon = -1$  se concluye que el umbral de no-despido satisface la siguiente ecuación:

$$\bar{z}f(k) - b - \sigma(\lambda\phi + (1-\lambda)\bar{z})(1 + \alpha\beta p(\theta) - \beta(1-\eta)) - (1-\beta(1-\eta))V(k) = 0 \quad (3.15)$$

### 3.4.3. La regla de despido $\underline{\varepsilon}(z, k)$

Para todo  $z \in [\underline{z}, \bar{z}]$  la regla de despido viene dada por  $\underline{\varepsilon}$  que satisface la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & zf(k) - b + \sigma(1 + \alpha\beta p(\theta))\underline{\varepsilon}(\lambda\phi + (1-\lambda)z) + \\ & \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}(1-\underline{\varepsilon})^2(\lambda\phi + (1-\lambda)z) - (1-\beta(1-\eta))V(k) = 0 \end{aligned} \quad (3.16)$$

Esta ecuación se puede escribir de la forma  $a\underline{\varepsilon}^2 + b\underline{\varepsilon} + c = 0$  con:

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}(\lambda\phi + (1-\lambda)z) \\ b &= \sigma(\lambda\phi + (1-\lambda)z)(1 + \alpha\beta p(\theta) - \frac{\beta(1-\eta)}{2}) \\ c &= zf(k) - b + \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}(\lambda\phi + (1-\lambda)z) - (1-\beta(1-\eta))V(k) \\ &= (z - \underline{z})\left(f(k) + (1-\lambda)\frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}\right) \end{aligned}$$

Se puede demostrar algebraicamente que la raíz negativa de la solución de esta ecuación cuadrática está siempre fuera del intervalo relevante (es siempre menor que -1) por lo que

no tiene mayor interpretación económica. Por lo tanto la raíz relevante es la raíz positiva. También se puede demostrar evaluando en  $z = \underline{z}$  que el shock mínimo de este trabajador es  $\underline{\varepsilon}(\underline{z}, k) = 0$  consistente con las partes anteriores. También se puede demostrar que  $\underline{\varepsilon}$  es decreciente en  $z$ , lo que significa que trabajadores más productivos son capaces de soportar shocks más severos. Finalmente, se puede demostrar partir de la fórmula anterior que  $\underline{\varepsilon}(\bar{z}, k) = -1$ . Los detalles de esto se pueden encontrar en el apéndice.

### 3.5. La distribución del desempleo

La siguiente identidad se cumple para las distribuciones de la población, del desempleo y del empleo ( $g(z)$ ,  $\tilde{g}(z)$  y  $g^E(z)$ ) para  $z \geq \underline{z}$ :

$$\mathcal{U}\tilde{g}(z) + \mathcal{E}g^E(z) = g(z)$$

A partir de los flujos y considerando una tasa de desempleo estable se tiene:

$$\mathcal{U}\tilde{g}_{t+1}(z) = \mathcal{U}g_t(z) (1 - p(\theta)) + \mathcal{E}((1 - \eta)F(\underline{\varepsilon}(z)) + \eta)g^E(z)$$

Por lo que en estado estacionario se cumple que:

$$\tilde{g}(z) = \begin{cases} \frac{g(z)}{\mathcal{U}} \left( \frac{\eta}{\eta + p(\theta)} \right) & \text{para } z > \bar{z} \\ \frac{g(z)}{\mathcal{U}} \left( \frac{(1-\eta)F(\underline{\varepsilon}(z,k)) + \eta}{(1-\eta)F(\underline{\varepsilon}(z,k)) + \eta + p(\theta)} \right) & \text{para } \underline{z} \leq z \leq \bar{z} \\ 0 & \text{para } z < \underline{z} \end{cases} \quad (3.17)$$

$$\mathcal{U} = \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} g(z) \left( \frac{(1 - \eta)F(\underline{\varepsilon}(z, k)) + \eta}{(1 - \eta)F(\underline{\varepsilon}(z, k)) + \eta + p(\theta)} \right) dz + \int_{\bar{z}}^{\infty} g(z) \left( \frac{\eta}{\eta + p(\theta)} \right) dz \quad (3.18)$$

### 3.6. El equilibrio

**Definición :** El equilibrio en estado estacionario de esta economía está caracterizado el market tightness  $\theta$ , el nivel de capital de las firmas  $k$  y la productividad del desempleo  $\tilde{g}(z)$  más las reglas de contratación  $(\underline{z}, \bar{z})$  y de despido  $\underline{\varepsilon}(z, k)$  tales que<sup>1</sup>:

1. Existe libre entrada en el sector inversión, por lo que se cumple:

$$\begin{aligned} \nu k(1 - \beta) &= -\kappa - \beta q(\theta)(1 - \alpha)\sigma \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \underline{\varepsilon}(z, k)(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)\tilde{g}(z)dz + \\ &\quad \xi f(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} (z - \bar{z})\tilde{g}(z)dz + \beta q(\theta)(1 - \alpha)\sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z})(1 - \tilde{G}(\bar{z})) \end{aligned} \quad (3.19)$$

---

<sup>1</sup>Notación:  $\xi = \frac{(1-\alpha)\beta q(\theta)}{1-\beta(1-\eta)+\alpha\beta p(\theta)}$

2. Las firmas utilizan el nivel óptimo de capital:

$$\begin{aligned} \nu(1 - \beta) + \nu k \beta q(\theta) \tilde{g}(\underline{z}) \underline{z}_k = & -(1 - \alpha) \beta q(\theta) \sigma \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \underline{\varepsilon}_k(z, k) (\lambda \phi + (1 - \lambda) z) \tilde{g}(z) dz + \\ \xi [f'(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} (z - \bar{z}) \tilde{g}(z) dz - \bar{z}_k f(k) (1 - \tilde{G}(\bar{z}))] + & (1 - \alpha) \beta q(\theta) \sigma (1 - \lambda) (1 - \tilde{G}(\bar{z})) \bar{z}_k \end{aligned} \quad (3.20)$$

3. La distribución de productividades del desempleo viene dada por (3.17).

4. Las reglas de contratación y de despido se determinan por (3.14), (3.15) y (3.16).

# Capítulo 4

## Calibración

Para calibrar el modelo se utilizan valores que están en la literatura para la mayor cantidad de parámetros posibles. Los parámetros correspondientes a la función de matching se calibraron de acuerdo a que en equilibrio sean consistentes las probabilidades de encontrar trabajo y de llenar una vacante con sus valores en los datos. El parámetro de market tightness será normalizado de acuerdo a  $\theta = p(\theta)/q(\theta)$  con  $p(\theta)$  y  $q(\theta)$  obtenidos de la literatura.

La distribución de probabilidad sobre la población se asume log-normal de parámetros  $(\mu, \rho)$ , con  $\mu$  y  $\rho$  la media y desviación estándar de la distribución normal asociada. Para los parámetros no considerados por la literatura previa o cuya contrapartida empírica es difícil de encontrar, en particular el parámetro  $\sigma$  del shock idiosincrático, el costo del capital  $\nu$ , el costo de mantener la vacante abierta  $\kappa$  y los parámetros de la distribución de probabilidad sobre la población, se calibran de modo tal que el modelo en equilibrio cumpla con una tasa de desempleo del 6 % y el rango entre  $\underline{z}$  y  $\bar{z}$  cubra el 90 % de la población.

### 4.1. Parámetros de la literatura

El factor de descuento es  $\beta = 0,991$ . El ingreso en desempleo corresponde a  $b = 81,346$ , correspondiente al percentil 1 de la distribución de salarios de Estados Unidos, asumiendo una distribución de salarios log-normal de parámetros  $(6,19;0,77)$ . El parámetro de las destrucciones exógenas  $\eta$  fue calibrado de acuerdo a que el 31 % de las destrucciones sean de este tipo, consistente con datos para Estados Unidos, considerando como destrucción exógena cuando una empresa cierra (plant closing), de acuerdo a Farber (2011). El parámetro de la negociación de Nash se escogió  $\alpha = 0,5$ .

## 4.2. Función de Producción

La función de producción es  $h(z, k, \varepsilon) = zk^\gamma + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)$ . El parámetro  $\sigma$  corresponde a la importancia relativa del shock estocástico, el cual se compone de dos partes: una independiente del tipo y la otra dependiente de éste. El parámetro  $\lambda$  refleja la importancia de la parte independiente del shock, es decir, que afecta a todos por igual.  $\phi$  controla el tamaño de este parte común del shock. Los parámetros escogidos fueron  $\gamma = 1/3$ ,  $\lambda = 0,5$ ,  $\phi = 60,3911$ , el cual corresponde a la media de la distribución de la población y  $\sigma = 22,834$ .

## 4.3. Función de Matching

La función de matching es  $m(u, v) = Mu^\chi v^{1-\chi}$ . De esta función se deduce que:  $q(\theta) = M\theta^{-\chi}$  y  $p(\theta) = M\theta^{1-\chi}$ . De acuerdo a Hagedorn y Manovskii (2008), las probabilidades de encontrar empleo y de llenar la vacante en términos mensuales son respectivamente  $p = 0,45$  y  $q = 0,71$ , por lo que  $\theta^{eq} = 0,45/0,71$ .

Asumiendo el encontrar trabajo y llenar la vacante siguen procesos de Poisson, los parámetros de dichos procesos (en unidades mensuales,  $t = 1$ ) se calculan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} p &= 1 - \exp(-\lambda_p t) \Leftrightarrow \lambda_p = -\frac{\log(1 - p)}{t} \\ q &= 1 - \exp(-\lambda_q t) \Leftrightarrow \lambda_q = -\frac{\log(1 - q)}{t} \end{aligned}$$

Luego, las probabilidades expresadas en términos semanales son:

$$\begin{aligned} p_s &= 1 - \exp(-\lambda_p 1/4) \Rightarrow p_s = 0,1388 \\ q_s &= 1 - \exp(-\lambda_q 1/4) \Rightarrow q_s = 0,2662 \end{aligned}$$

Para calibrar la función de matching, se buscan los parámetros  $M$  y  $\chi$  tal que  $p_s = m(1, \theta^{eq})$  y  $q_s = m((\theta^{eq})^{-1}, 1)$ . Haciendo esto se obtiene  $M = 0,1987$  y  $\chi = 0,5$ .

La calibración base utilizada se resume en la siguiente tabla:



| Parámetros | Significado   | Valor    |
|------------|---|----------|
| $\beta$    | factor de descuento   | 0,991    |
| $b$        | seguro de desempleo   | 81,346   |
| $\eta$     | shock de separación exógena                                     | 0,0024   |
| $\alpha$   | poder de negociación de trabajadores                            | 0,5      |
| $\kappa$   | costo de mantener vacante                                       | 125,7119 |
| $M$        | parámetro función de matching                                   | 0,1987   |
| $\chi$     | elasticidad desempleo de función de matching                    | 0,5000   |
| $\lambda$  | ponderación shock independiente                                 | 0,5000   |
| $\phi$     | parámetro shock independiente                                   | 60,3912  |
| $\sigma$   | varianza shock idiosincrático                                   | 22,8343  |
| $\nu$      | costo de capital  | 60,5455  |
| $\mu$      | media de distribución normal asociada a lognormal               | 4,1008   |
| $\rho$     | desviación estándar de distribución normal asociada a lognormal | 0,0081   |

Tabla 4.1: Calibración

# Capítulo 5

## El Estado Estacionario

En esta sección estudio y analizo el estado estacionario del modelo con su calibración inicial. La siguiente tabla resume las variables de interés en el estado estacionario de esta economía:

| Variable   | Valor   |
|--|---------|
| $k^*$  | 74,9053 |
| $\theta^*$   | 0,6338  |
| $\mathcal{U}^*$  | 6 %     |
| $z_{min}$  | -5,3398 |
| $G(z_{min})$   | 0       |
| $z_{max}$  | 61,0175 |
| $G(z_{max})$   | 0,9     |
| $\mathbb{E}(z)$  | 60,3912 |
| $(1 - \eta) \int_z^{\bar{z}} F(\underline{\varepsilon}(z, k)) \tilde{g}(z) dz$ | 0,0077  |
| $\int_z^{\bar{z}} z \tilde{g}(z) dz$   | 60,1327 |

Tabla 5.1: Estado Estacionario

La distribución de probabilidad sobre la población y el desempleo se pueden ver en las siguientes gráficas:

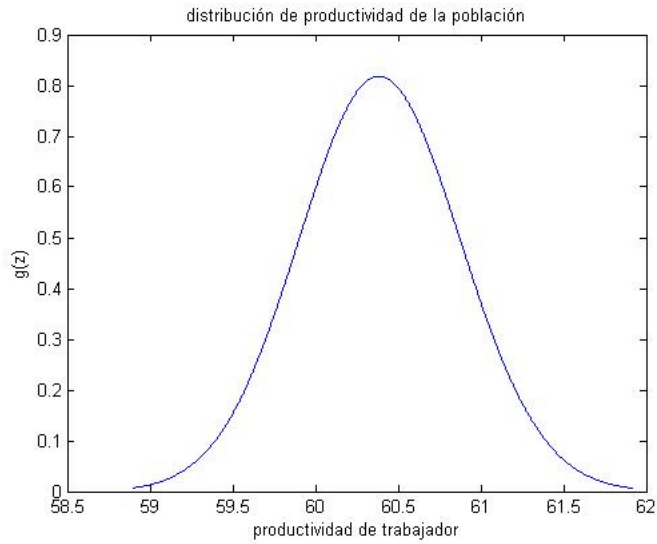


Figura 5.1: Distribución de probabilidad sobre la población

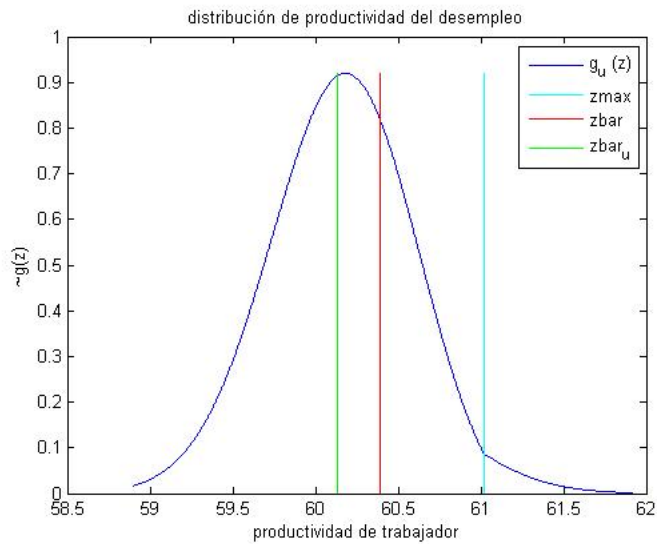


Figura 5.2: Distribución de probabilidad sobre el desempleo

Se puede apreciar que la distribución del desempleo está sesgada hacia los trabajadores menos productivos. Esto se debe a que son éstos los que tienen mayores probabilidades de ser despedidos, y por lo tanto son más abundantes en el desempleo.

## 5.1. Las reglas de contratación y despido

Cabe destacar que, para un  $k$  fijo,  $\underline{z}$  queda determinado por los parámetros de la economía. Por otro lado,  $\bar{z}$  depende tanto de  $k$  como de  $\theta$ . Notar que ninguno de los dos márgenes

de contratación depende directamente de los parámetros de la población  $\mu$  y  $\rho$ , aunque en equilibrio sí depende pues  $k^*$  y  $\theta^*$  dependen de la distribución de la población.

A continuación se presenta la gráfica para  $\underline{\varepsilon}(z, k^*)$  y  $F(\underline{\varepsilon}(z, k^*))$  con  $z \in [\underline{z}, \bar{z}]$ :

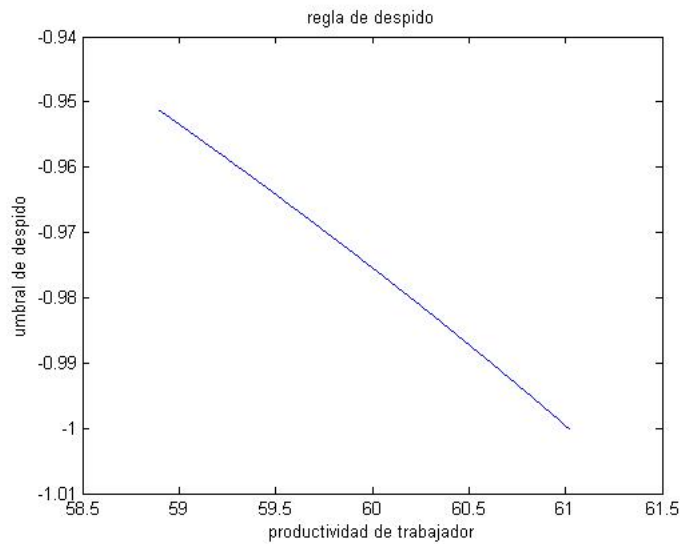


Figura 5.3: Shock mínimo  $\underline{\varepsilon}(z, k^*)$

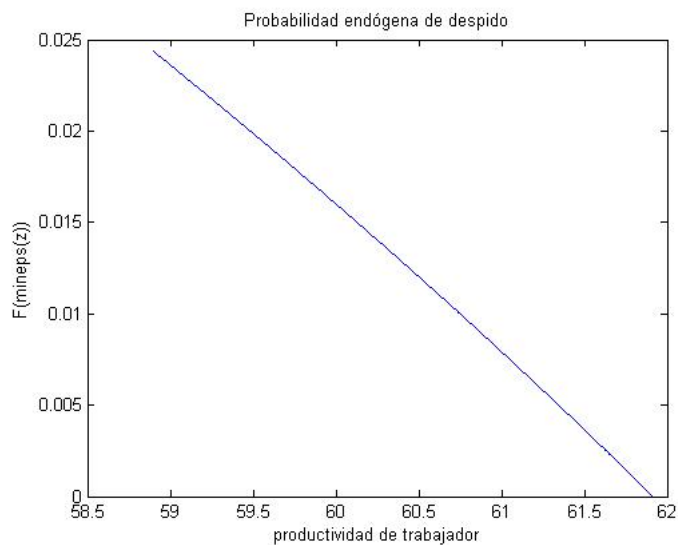


Figura 5.4: Probabilidad de despido endógena  $F(\underline{\varepsilon}(z, k^*))$

Se puede ver que ambas funciones son decrecientes y cóncavas. Si se compara con la función de distribución del desempleo se puede ver que la mayor parte de la población está cercana a  $\bar{z}$ . Esto es debido a que el modelo fue calibrado de modo que la tasa de desempleo fuese 6%. Si la mayor parte de la población estuviese mejor distribuida sobre  $\underline{z}, \bar{z}$  se tendría muchos trabajadores con una alta probabilidad de ser despedidos, lo que resulta infactible con una baja tasa de desempleo.

## 5.2. El outside option de los trabajadores, el excedente y los salarios

A continuación se muestran las gráficas de  $(1 - \beta)U(z)$ ,  $S(z)$  y  $w(z)$ .

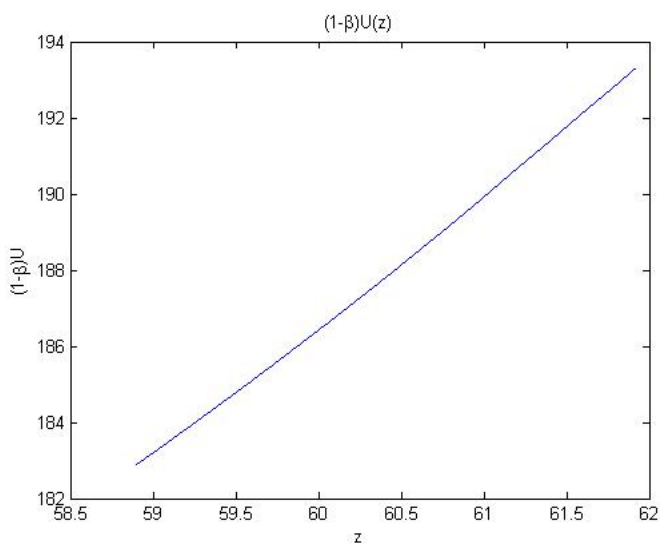


Figura 5.5: Valor de estar desempleado

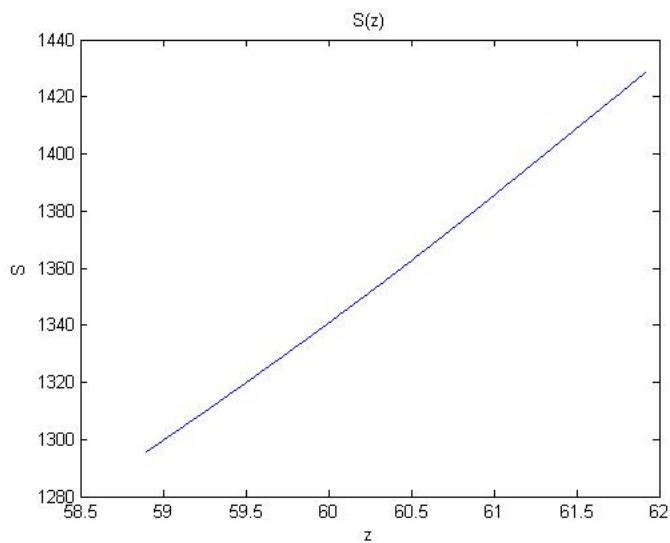


Figura 5.6: Excedente total

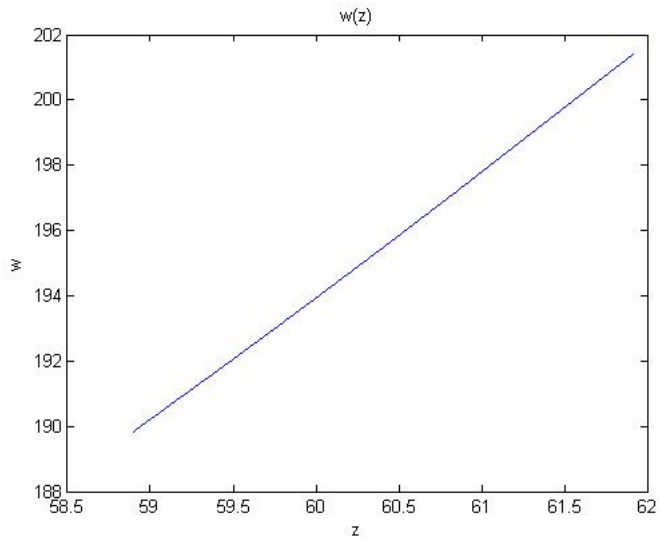


Figura 5.7: Salarios

Se puede ver que todas las gráficas anteriores son crecientes en  $z$ . Las gráficas son crecientes y convexas hasta  $\bar{z}$  donde luego con crecientes a tasa constante. Las siguientes gráficas contienen las derivadas de estas funciones y se puede apreciar que la pendiente es cero luego de  $\bar{z}$ .

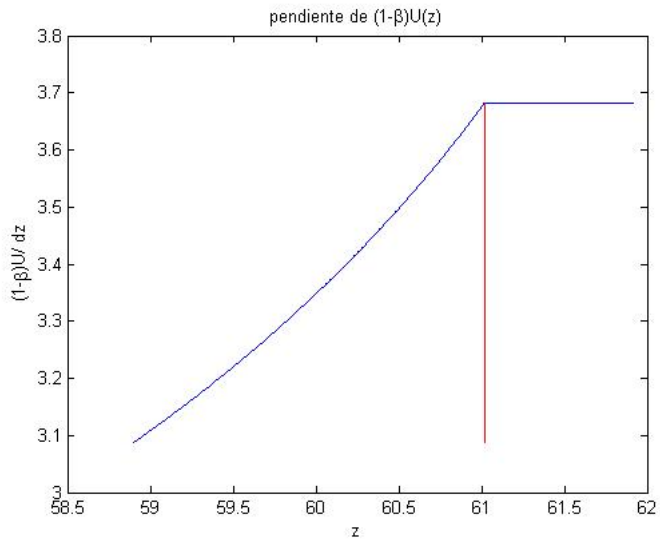


Figura 5.8: Derivada del valor de estar desempleado

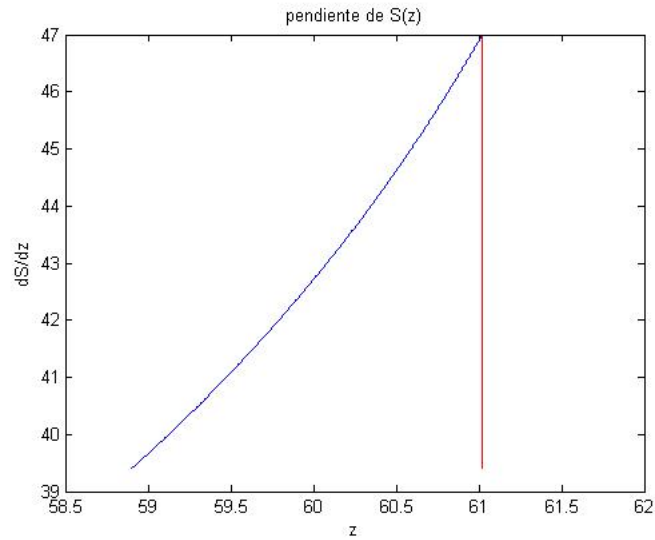


Figura 5.9: Derivada del excedente total

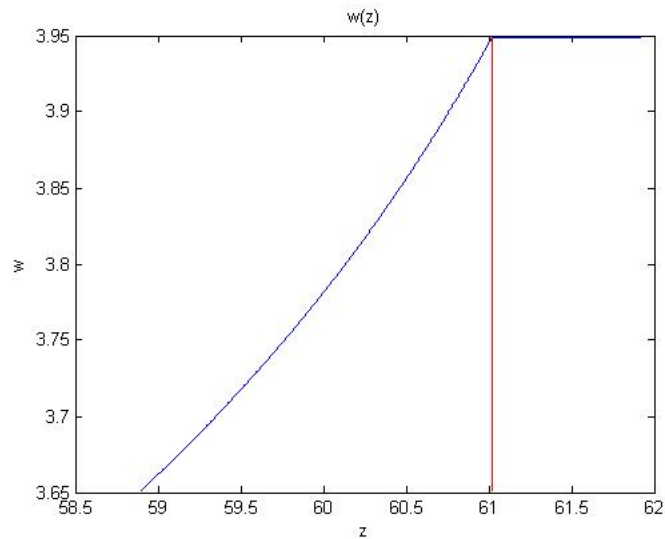


Figura 5.10: Derivada de salarios

La convexidad de las curvas se debe a la concavidad de la regla de despido. Dado a que el excedente se puede escribir como  $S(z, k, \varepsilon = 0) = -\sigma * (\lambda\phi + (1 - \lambda)z)\underline{\varepsilon}(z, k)$  se aprecia claramente que el excedente es convexo debido a que es creciente en  $z$  y además  $\underline{\varepsilon}(z, k)$  es cóncavo.

### 5.3. Distribución de salarios

A continuación se presenta la distribución de salarios de entrada ( $\varepsilon = 0$ ) que se observa en la economía:

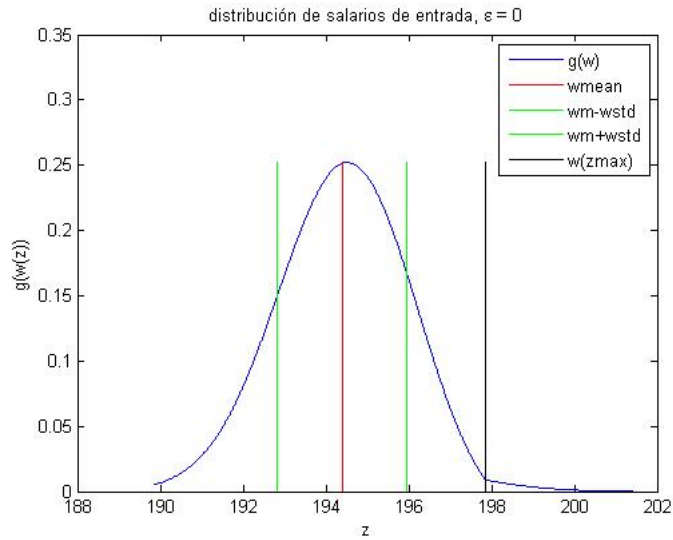


Figura 5.11: Distribución de salarios

## 5.4. Caracterización del equilibrio

El equilibrio de esta economía se puede resumir en tres gráficos. El primero muestra el cambio de  $V(k, \theta)$  en función de  $k$ , el segundo muestra el cambio de  $V(k, \theta)$  en función de  $\theta$  y el último muestra el cambio de la función de distribución de productividades en el desempleo con respecto a la distribución de la población debido a las probabilidades de destrucción endógena de despido.

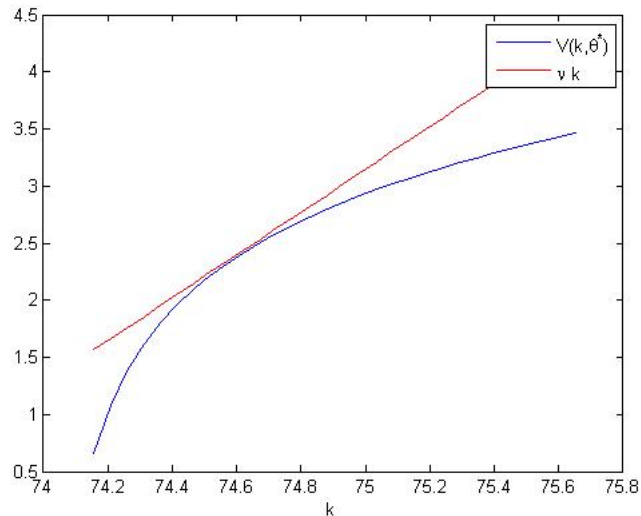


Figura 5.12:  $V(k, \theta^*)$  vs  $k$



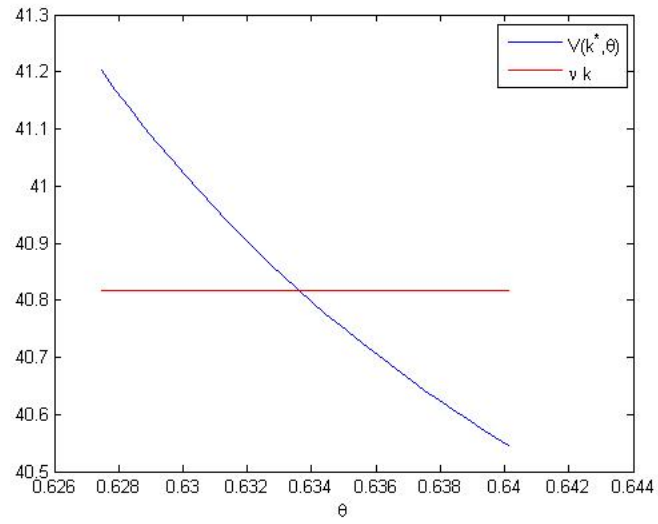


Figura 5.13:  $V(k^*, \theta)$  vs  $\theta$

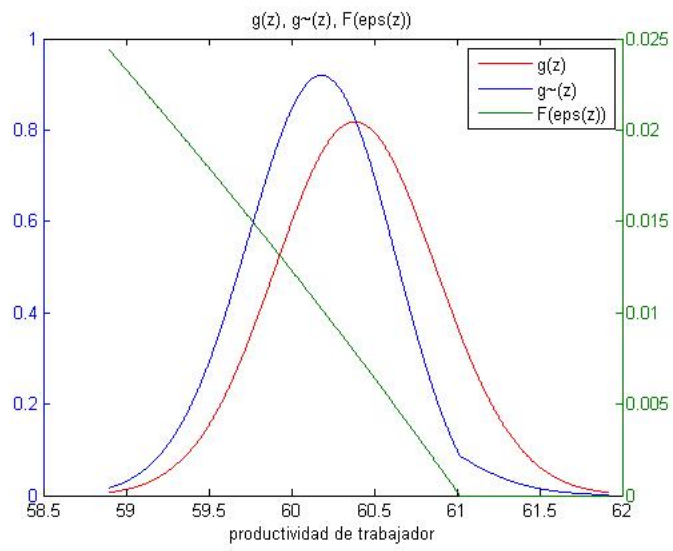


Figura 5.14:  $g(z)$ ,  $\tilde{g}(z)$  y  $F(\underline{\varepsilon}(z))$

# Capítulo 6

## Estática comparativa

Se realizan los siguientes ejercicios de estática comparativa:

1. Cambia  $\mu$  y  $\rho$  tal que la media de la población aumenta 1 %.
2. Cambia  $\mu$  y  $\rho$  tal que la desviación estándar de la población aumenta 1 %;
3. Aumenta la importancia del shock  $\sigma$  en un 1 %.
4. Aumenta el costo de adquirir el capital  $\nu$  en un 1 %.

La siguiente tabla resume los resultados de la estática comparativa.

| Variable   | Caso base | Caso 1  | Caso 2  | Caso 3  | Caso 4  |
|--|-----------|---------|---------|---------|---------|
| $k^*$  | 74,9053   | 77,9438 | 74,8793 | 70,2873 | 64,3364 |
| $\theta^*$   | 0,6338    | 0,6473  | 0,6337  | 0,6371  | 0,6231  |
| $\mathcal{U}^*$  | 6,0000    | 2,7419  | 6,0218  | 11,5784 | 15,5049 |
| $z_{min}$  | -5,3398   | -5,0030 | -5,3427 | -6,0852 | -6,2429 |
| $G(z_{min})$   | 0         | 0       | 0       | 0       | 0       |
| $z_{max}$  | 61,0175   | 60,9575 | 61,0192 | 62,2326 | 63,2711 |
| $G(z_{max})$   | 0,9000    | 0,4709  | 0,8984  | 0,9999  | 1,0000  |
| $\mathbb{E}(z)$  | 60,3912   | 60,9951 | 60,3911 | 60,3911 | 60,3911 |
| $(1 - \eta) \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} F(\underline{\varepsilon}(z, k)) \tilde{g}(z) dz$ | 0,0077    | 0,0021  | 0,0078  | 0,0186  | 0,0265  |
| $\int_{\underline{z}}^{\infty} z \tilde{g}(z) dz$  | 60,1327   | 60,7136 | 60,1294 | 60,2117 | 60,5403 |

Tabla 6.1: Estática Comparativa

Como se mencionó anteriormente, dado un  $k$  el valor del umbral mínimo de contratación queda determinado. Los valores de  $\underline{z}$  mostrados en la tabla anterior son sólo una solución matemática. En la práctica, que  $\underline{z}$  sea negativo significa que cualquier trabajador será contratado.

## 6.1. Cambio en la media de la población

Un cambio en la media de la población significa que es más probable encontrar buenos trabajadores. Las firmas ajustan su nivel de capital aumentándolo, de manera de sacar provecho de la posibilidad de tener mejores trabajadores. El umbral de no despido baja levemente debido al aumento en el capital. Sin embargo, el percentil de este valor cae drásticamente debido al aumento de buenos trabajadores en la población. Las destrucciones endógenas caen, debido a que la probabilidad de cada individuo a ser despedido cae. Además, el soporte de los individuos que están susceptibles a ser despedidos también disminuye. Ambos factores contribuyen a la fuerte caída en el desempleo.

## 6.2. Cambio en la desviación estándar de la población

Un aumento en la desviación estándar eleva la incertidumbre sobre el tipo de trabajador que se recibirá. Mientras menor sea la desviación estándar, las firmas tienen un mayor conocimiento sobre el potencial trabajador que recibirán, lo que les permite ajustar su capital de manera más efectiva. Debido al aumento en la incertidumbre del trabajador que recibirán, el capital cae. La caída del capital provoca una disminución en el nivel del umbral de no-despido, pero debido a que la población tiene mayor varianza, el percentil de este nuevo umbral es menor. La cantidad de destrucciones endógenas aumenta debido a que la nueva distribución se caracteriza por tener más trabajadores susceptibles a ser despedidos. El aumento en las destrucciones endógenas causa un aumento en el desempleo.

## 6.3. Cambio en la importancia del shock

La función de producción es más dependiente del shock, o equivalentemente, es menos intensiva en capital. Debido a que el capital es costoso, la firma puede prescindir de éste para poder producir dada la mayor importancia del shock. El aumento en  $\sigma$  produce una amplitud en el intervalo  $[\underline{z}, \bar{z}]$ , esto se puede ver directamente de las expresiones que definen  $\underline{z}$  y  $\bar{z}$ . El nuevo intervalo abarca una mayor parte de la distribución y por lo tanto aumenta la cantidad de destrucciones endógenas. Además, trabajadores que antes no eran despedidos ahora sí pueden serlo, lo que contribuye a un aumento en la productividad del desempleo. Todos estos mecanismos provocan un aumento en el desempleo.

## 6.4. Cambio en el costo del capital

El aumento del costo del capital produce una inmediata caída en el nivel capital. Esto produce un aumento en el umbral de no despido, lo que conlleva a que prácticamente no existan trabajadores que no son despedidos endógenamente. Al aumentar las destrucciones endógenas se produce un aumento del desempleo. Al igual que en el caso anterior, trabajadores

que antes no eran despedidos ahora sí tienen riesgo de serlo, y por lo tanto aumenta la productividad media en el desempleo.

# Capítulo 7

## Conclusiones

En esta tesis se estudia los mecanismos económicos que interactúan entre las decisiones de las firmas y la heterogeneidad que enfrentan. Se analiza evidencia empírica de datos de Estados Unidos que muestra que cambios en la calidad del pool de desempleados provocan cambios en la probabilidad de despido de los trabajadores. Los empleadores ven una oportunidad de reemplazo al encontrar fácilmente trabajadores más productivos, lo que aumenta la probabilidad de despido.

Se desarrolla un modelo dotado de agentes heterogéneos, destrucciones endógenas y producción con capital que racionaliza la evidencia y da luces sobre nuevos mecanismos económicos que están presentes en el mercado laboral. Además, el modelo engloba parte importante de la literatura de ‘search & matching’ tomando en cuenta consideraciones tanto de heterogeneidad ex-post (Mortensen y Pissarides, 1994) como de heterogeneidad ex-ante (Pries, 2008) (Chassamboulli, 2010), (Chéron y Rouland, 2011) y mecanismos del tipo ‘cleansing effect’ expuestos por Caballero y Hammour (1994).

Se propone un nuevo mecanismo económico que relaciona las decisiones de capital y de despido con respecto a la heterogeneidad de la fuerza de trabajo. La firma decide su nivel de capital de acuerdo a la posibilidad de encontrar buenos trabajadores. Este nivel de capital determina ex-post los umbrales de reserva tal que los trabajos perduran. Cambios en la distribución de la población producen ajustes de capital que, finalmente, impactan en decisiones de despido, vacantes y desempleo.

Finalmente, esta tesis abre la puerta a nuevas líneas de investigación. El mecanismo propuesto podría explicar potencialmente el fenómeno de ‘jobless recoveries’. La reestructuración de las firmas en periodos de recesión podría explicar porqué las firmas contratan menos trabajadores en el periodo de recuperación. Sin embargo, para evaluar rigurosamente este punto, sería necesario un framework similar al de empresa grande, que permita estudiar cómo se reestructuran las firmas en recesiones, cuando tienen la posibilidad de intercambiar muchos trabajadores de baja productividad por pocos trabajadores más productivos.

Los mecanismos propuestos en este modelo también podrían ser útiles para mejorar la performance de este tipo de modelos en términos de propagación y amplificación, similar al

mecanismo que Pries (2008) propone. No obstante, cabe señalar que el modelo requeriría una componente dinámica para poder evaluar correctamente cómo los mecanismos propuestos en este trabajo afectan la propagación y amplificación de los shocks.

# Bibliografía

- David Berger. Countercyclical restructuring and jobless recoveries. *Working paper*, 2012.
- Kenneth Burdett and Elizabeth J Cunningham. Toward a theory of vacancies. *Journal of Labor Economics*, 16(3):445–78, July 1998.
- Ricardo J Caballero and Mohamad L Hammour. The cleansing effect of recessions. *American Economic Review*, 84(5):1350–68, December 1994.
- Andri Chassamboulli. Labor-market volatility in a matching model with worker heterogeneity and endogenous separations. University of cyprus working papers in economics, University of Cyprus Department of Economics, December 2010.
- Arnaud Chéron and Bénédicte Rouland. Endogenous job destructions and the distribution of wages. *Labour Economics*, 18(6):845–852, 2011.
- Henry S. Farber. Job loss in the great recession: Historical perspective from the displaced workers survey, 1984-2010. Working Paper 17040, National Bureau of Economic Research, May 2011.
- Shigeru Fujita and Garey Ramey. Job matching and propagation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 31(11):3671–3698, November 2007.
- Shigeru Fujita and Garey Ramey. Exogenous versus endogenous separation. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(4):68–93, October 2012.
- Marcus Hagedorn and Iourii Manovskii. The cyclical behavior of equilibrium unemployment and vacancies revisited. *American Economic Review*, 98(4):1692–1706, September 2008.
- Dale Mortensen and Éva Nagypál. Labor-market volatility in matching models with endogenous separations\*. *Scandinavian Journal of Economics*, 109(4). ISSN 1467-9442.
- Dale Mortensen and Éva Nagypál. More on unemployment and vacancy fluctuations. *Review of Economic Dynamics*, 10(3):327–347, July 2007.
- Dale T Mortensen and Christopher A Pissarides. Job creation and job destruction in the theory of unemployment. *Review of Economic Studies*, 61(3):397–415, July 1994.
- Dale T Mortensen and Christopher A Pissarides. New developments in models of search in

- the labor market. *Handbook of Labor Economics*, 3:2567–2627, 1999.
- Christopher A. Pissarides. *Equilibrium Unemployment Theory, 2nd Edition*, volume 1 of *MIT Press Books*. The MIT Press, 2000.
- Christopher A. Pissarides and Barbara Petrongolo. Looking into the black box: A survey of the matching function. *Journal of Economic Literature*, 39(2):390–431, June 2001.
- Michael Pries. Worker heterogeneity and labor market volatility in matching models. *Review of Economic Dynamics*, 11(3):664–678, July 2008.
- Richard Rogerson, Robert Shimer, and Randall Wright. Search-theoretic models of the labor market: A survey. *Journal of Economic Literature*, 43(4):959–988, September 2005.
- Shouyong Shi and Quan Wen. Labor market search and capital accumulation: Some analytical results. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21(10):1747–1776, August 1997.
- Robert Shimer. The cyclical behavior of equilibrium unemployment and vacancies. *American Economic Review*, 95(1):25–49, March 2005.
- Robert Shimer. Reassessing the ins and outs of unemployment. *Review of Economic Dynamics*, 15(2):127–148, April 2012.
- Benjamín Villena Roldán. Aggregate implications of employer search and recruiting selection. *Working Paper 271 Centro Economía Aplicada, Universidad de Chile*, 2010.



# Apéndice A

## Apéndice

### A.1. La continuidad del excedente en $\bar{z}$

Recordando que  $\underline{\varepsilon}(z, k) = -1$  y utilizando la ecuación (3.15), la ecuación (3.9) se puede escribir como:

$$\begin{aligned} S(\bar{z}, k, \varepsilon) &= \frac{\bar{z}f(k) - b + \sigma\beta(1 - \eta)\left(\frac{1-\varepsilon}{2}\right)(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z})}{1 + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \\ &= \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \\ &= \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z})(1 + \varepsilon) \end{aligned}$$

Nuevamente usando la ecuación (3.15), la ecuación (3.11) se puede escribir como:

$$\begin{aligned} S(\bar{z}, k, \varepsilon) &= \frac{\bar{z}f(k) - b - (1 - \beta(1 - \eta))V(k)}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \\ &= \frac{\sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z})(1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta))}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \\ &= \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z})(1 + \varepsilon) \end{aligned}$$

Notar además, que el excedente para  $z \geq \bar{z}$  se puede escribir de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} S(z, k, \varepsilon) - S(\bar{z}, k, \varepsilon) &= \frac{(z - \bar{z})f(k)}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma\varepsilon(1 - \lambda)(z - \bar{z}) \\ \Rightarrow S(z, k, \varepsilon) &= \frac{(z - \bar{z})f(k)}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) + \sigma\varepsilon(\lambda\phi + (1 - \lambda)z) \end{aligned} \tag{A.1}$$

Notar que ahora tenemos formas breves para expresar el excedente, (3.8) para  $z \in [\underline{z}, \bar{z}]$  y (A.1) para  $z \geq \bar{z}$ . Esto es particularmente útil cuando necesitamos evaluar el excedente inicial, con  $\varepsilon = 0$ .

$$S(z, k, \varepsilon) = \begin{cases} -\sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)\underline{\varepsilon}(z, k) & \text{para } z \in [\underline{z}, \bar{z}] \\ \frac{(z - \bar{z})f(k)}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) & \text{para } z \geq \bar{z} \end{cases} \quad (\text{A.2})$$

## A.2. Las ecuaciones de equilibrio

### A.2.1. Libre entrada

La ecuación (3.4) se puede escribir como sigue:

$$\begin{aligned} V(k)(1 - \beta(1 - q(\theta))) &= -\kappa + \beta q(\theta) \int_{\underline{z}}^{\infty} J(z, k, 0) \tilde{g}(z) dz \\ &= -\kappa + \beta q(\theta) \left\{ \int_{\underline{z}}^{\infty} ((1 - \alpha)S(z, k, 0) + V(k)) \tilde{g}(z) dz \right\} \\ &= -\kappa + (1 - \alpha)\beta q(\theta) \int_{\underline{z}}^{\infty} S(z, k, 0) \tilde{g}(z) dz + \beta q(\theta)(1 - \tilde{G}(\underline{z}))V(k) \end{aligned}$$

Reordenando...

$$\begin{aligned} V(k)(1 - \beta + \beta q(\theta) \underbrace{\tilde{G}(\underline{z})}_{=0}) &= -\kappa + (1 - \alpha)\beta q(\theta) \int_{\underline{z}}^{\infty} S(z, k, 0) \tilde{g}(z) dz \\ V(k)(1 - \beta) &= -\kappa + (1 - \alpha)\beta q(\theta) \underbrace{\int_{\underline{z}}^{\infty} S(z, k, 0) \tilde{g}(z) dz}_{=I} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= - \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)z)\underline{\varepsilon}(z, k) \tilde{g}(z) dz \\ &\quad + \int_{\bar{z}}^{\infty} \left( \frac{(z - \bar{z})f(k)}{1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta)} + \sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \right) \tilde{g}(z) dz \end{aligned}$$

Por lo tanto, considerando que en equilibrio se cumple  $V(k) = \nu k$  la ecuación de libre entrada queda determinada por:

$$\begin{aligned} \nu k(1 - \beta) &= -\kappa - (1 - \alpha)\beta q(\theta)\sigma \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \underline{\varepsilon}_k(z, k)(\lambda\phi + (1 - \lambda)z) \tilde{g}(z) dz + \\ &\quad \xi f(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} (z - \bar{z}) \tilde{g}(z) dz + (1 - \alpha)\beta q(\theta)\sigma(\lambda\phi + (1 - \lambda)\bar{z})(1 - \tilde{G}(\bar{z})) \end{aligned}$$

## A.2.2. Capital óptimo

La ecuación (3.20) se obtiene derivando la ecuación (3.19). El lado derecho queda:

$$\frac{\partial}{\partial k} \left( V(k)(1 - \beta + \beta q(\theta) \tilde{G}(\underline{z})) \right) = \nu(1 - \beta) + \nu k \beta q(\theta) \tilde{g}(\underline{z}) \underline{z}_k$$

Para el lado derecho hay que calcular varias derivadas que se muestran a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial k} \left( \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \underline{\varepsilon}(z, k) (\lambda \phi + (1 - \lambda)z) \tilde{g}(z) dz \right) &= \underbrace{\underline{\varepsilon}(\bar{z}, k)}_{=-1} (\lambda \phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \tilde{g}(\bar{z}) \bar{z}_k - \\ &\quad \underbrace{\underline{\varepsilon}(\underline{z}, k)}_{=0} (\lambda \phi + (1 - \lambda)\underline{z}) \tilde{g}(\underline{z}) \underline{z}_k + \\ &\quad \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \underline{\varepsilon}_k(z, k) (\lambda \phi + (1 - \lambda)z) \tilde{g}(z) dz \\ &= \int_{\underline{z}}^{\bar{z}} \underline{\varepsilon}_k(z, k) (\lambda \phi + (1 - \lambda)z) \tilde{g}(z) dz - \\ &\quad (\lambda \phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \tilde{g}(\bar{z}) \bar{z}_k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial k} \left( f(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} (z - \bar{z}) \tilde{g}(z) dz \right) &= f'(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} (z - \bar{z}) \tilde{g}(z) dz - \bar{z}_k f(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} \tilde{g}(z) dz \\ &= f'(k) \int_{\bar{z}}^{\infty} (z - \bar{z}) \tilde{g}(z) dz - \bar{z}_k f(k) (1 - \tilde{G}(\bar{z})) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial}{\partial k} \left( (\lambda \phi + (1 - \lambda)\bar{z})(1 - \tilde{G}(\bar{z})) \right) = (1 - \lambda)(1 - \tilde{G}(\bar{z})) \bar{z}_k - (\lambda \phi + (1 - \lambda)\bar{z}) \tilde{g}(\bar{z}) \bar{z}_k$$

Derivando la ecuación (3.19), utilizando los resultados recién mostrados y simplificando términos se obtiene el resultado.

## A.3. Detalles y derivadas sobre reglas de decisión y des-pido

### A.3.1. Umbral mínimo de contratación

El umbral mínimo de contratación, ecuación (3.15), se puede escribir como:

$$\underline{z} = \frac{(1 - \beta(1 - \eta))V(k) + b - \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}\lambda\phi}{f(k) + \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}(1 - \lambda)} \quad (\text{A.3})$$

Derivando implícitamente (3.14) con respecto a  $k$  se obtiene:

$$\frac{\partial \underline{z}}{\partial k} = \frac{(1 - \beta(1 - \eta))\nu - \underline{z}f'(k)}{f(k) + \frac{\sigma\beta(1-\eta)}{4}(1 - \lambda)} \quad (\text{A.4})$$

### A.3.2. Umbral de no despido

Para el umbral de no-despido se tiene:

$$\bar{z} = \frac{b + (1 - \beta(1 - \eta))V(k) + \sigma\lambda\phi(1 + \alpha\beta p(\theta) - \beta(1 - \eta))}{f(k) - \sigma(1 - \lambda)(1 - \beta(1 - \eta) + \alpha\beta p(\theta))} \quad (\text{A.5})$$

Derivando implícitamente (3.15) con respecto a  $k$  se obtiene:

$$\frac{\partial \bar{z}}{\partial k} = \frac{(1 - \beta(1 - \eta))\nu - \bar{z}f'(k)}{f(k) - \sigma(1 - \lambda)(1 + \alpha\beta p(\theta) - \beta(1 - \eta))} \quad (\text{A.6})$$

### A.3.3. La regla de despido

La regla de despido queda determinada de la siguiente ecuación:

$$a\underline{\varepsilon}^2 + b\underline{\varepsilon} + c(k) = 0$$

Derivando implícitamente se concluye que:

$$\frac{\partial \underline{\varepsilon}}{\partial k} = -\frac{1}{2a\underline{\varepsilon} + b} \frac{\partial c(k)}{\partial k}$$

Con

$$\begin{aligned} \frac{\partial c(k)}{\partial k} &= (z - \underline{z})f'(k) - \underline{z}_k(f(k) + (1 - \lambda)\frac{\sigma\beta(1 - \eta)}{4}) \\ \text{o } \frac{\partial c(k)}{\partial k} &= zf'(k) - (1 - \beta(1 - \eta))\nu \end{aligned}$$

De la ecuación de segundo orden se concluye que:

$$\underline{\varepsilon} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Del resultado de la ecuación de segundo orden para  $\underline{\varepsilon}$  se llega a que:

$$\frac{\partial \underline{\varepsilon}}{\partial k} = -\frac{1}{2\sqrt{\frac{b^2 - 4ac}{4a^2}}} \frac{1}{a} \frac{\partial c(k)}{\partial k}$$

### A.3.4. La regla de despido de $\bar{z}$

Para demostrar que  $\underline{\varepsilon}(\bar{z}, k) = -1$  basta con evaluar la ecuación (3.16) en  $\underline{\varepsilon} = -1$ . La ecuación resultante equivale al  $z$  tal que su umbral de despido corresponde a  $\underline{\varepsilon} = -1$ . Dicha ecuación es exactamente igual a la condición (3.15).

## A.4. Evidencia empírica

### A.4.1. Resultados de las estimaciones para $P_q$

A continuación se presentan los resultados de las estimaciones de  $P_q$ :

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0,0582 & 0,0057 & 0,01 & 0,0142 \\ 0,373 & 0,261 & 0,0562 & 0,105 \\ -0,126 & 0,005 & 0,247 & -0,047 \\ 0,0221 & 0,0004 & -0,0002 & 0,261 \end{pmatrix}$$

$$P_2 = \begin{pmatrix} 0,0561 & 0,0023 & 0,0039 & 0,0021 \\ 0,0093 & 0,0568 & -0,0123 & 0,11 \\ 0,0074 & -0,0033 & 0,0573 & -0,05 \\ 0,0126 & -0,0006 & -0,0021 & 0,0302 \end{pmatrix}$$

$$P_3 = \begin{pmatrix} 0,0456 & 0,0009 & 0,0014 & 0,0009 \\ 0,172 & 0,0416 & 0,117 & 0,148 \\ -0,079 & -0,0326 & -0,0845 & -0,0692 \\ 0,0013 & 0,0042 & 0,0071 & -0,0201 \end{pmatrix}$$

$$P_4 = \begin{pmatrix} 0,0141 & 0,0017 & 0,0028 & 0,0014 \\ -0,174 & 0,0815 & 0,114 & -0,0337 \\ 0,0788 & -0,0283 & -0,034 & 0,0302 \\ 0,0382 & -0,0022 & -0,0027 & 0,0097 \end{pmatrix}$$

$$P_5 = \begin{pmatrix} 0,0308 & 0,0008 & 0,0014 & -0,0005 \\ -0,0504 & 0,0483 & 0,0676 & 0,124 \\ 0,0151 & -0,0186 & -0,0238 & -0,0519 \\ 0,0094 & 0,0012 & 0,0024 & 0,0073 \end{pmatrix}$$

$$P_6 = \begin{pmatrix} 0,0263 & -0,0013 & -0,0024 & 0,0017 \\ 0,549 & 0,0179 & -0,0022 & 0,0944 \\ -0,27 & -0,0089 & 0 & -0,0482 \\ -0,0204 & 0,0024 & 0,0035 & 0,014 \end{pmatrix}$$

$$P_7 = \begin{pmatrix} 0,0169 & -0,0003 & -0,0011 & 0,0028 \\ -0,202 & 0,0926 & 0,164 & 0,0267 \\ 0,0424 & -0,0442 & -0,0786 & -0,0142 \\ 0,0446 & 0,0015 & 0,0036 & 0,0023 \end{pmatrix}$$

$$P_8 = \begin{pmatrix} 0,0218 & 0,0011 & 0,0026 & 0,0014 \\ 0,351 & -0,0402 & -0,125 & 0,0596 \\ -0,126 & 0,0276 & 0,0766 & -0,0309 \\ -0,0188 & 0,0034 & 0,0086 & 0,0092 \end{pmatrix}$$

$$P_9 = \begin{pmatrix} 0,0225 & 0,0014 & 0,0027 & 0,0013 \\ 0,0888 & 0,0478 & 0,0471 & 0,0874 \\ 0,0274 & -0,0219 & -0,0201 & -0,0285 \\ -0,0569 & 0,0009 & 0,0014 & 0,0135 \end{pmatrix}$$

$$P_{10} = \begin{pmatrix} 0,0314 & 0,0013 & 0,0027 & -0,0003 \\ 0,335 & -0,0011 & -0,0223 & 0,0113 \\ -0,202 & 0,0054 & 0,022 & -0,015 \\ 0,0413 & 0,0087 & 0,0182 & 0,013 \end{pmatrix}$$

$$P_{11} = \begin{pmatrix} 0,0352 & 0,0002 & 0,0008 & 0,0017 \\ -0,262 & 0,0298 & 0,008 & -0,0558 \\ 0,203 & 0,0024 & 0,031 & 0,0289 \\ -0,0195 & 0,0003 & -0,0039 & 0,031 \end{pmatrix}$$

$$P_{12} = \begin{pmatrix} 0,0627 & 0,0018 & 0,0029 & 0,0011 \\ 0,708 & 0,0461 & 0,0012 & 0,0116 \\ -0,353 & 0,0022 & 0,049 & -0,0032 \\ -0,0309 & 0,0081 & 0,0186 & 0,0511 \end{pmatrix}$$

$$P_{13} = \begin{pmatrix} 0,0390 & 0,0005 & 0,0007 & -0,0020 \\ -0,6050 & 0,0506 & 0,0335 & 0,0703 \\ 0,2860 & -0,0206 & -0,0074 & -0,0461 \\ 0,0334 & -0,0009 & -0,0021 & 0,0176 \end{pmatrix}$$

$$P_{14} = \begin{pmatrix} 0,0236 & 0,0027 & 0,0052 & 0,0031 \\ 0,1960 & -0,0127 & -0,0454 & -0,0713 \\ -0,1080 & 0,0129 & 0,0367 & 0,0411 \\ -0,0139 & -0,0020 & -0,0049 & 0,0085 \end{pmatrix}$$

$$P_{15} = \begin{pmatrix} -0,0075 & 0,0011 & 0,0018 & 0,0016 \\ -0,3380 & 0,0887 & 0,1960 & 0,0595 \\ 0,1290 & -0,0421 & -0,0948 & -0,0221 \\ -0,0185 & -0,0027 & -0,0070 & 0,0089 \end{pmatrix}$$

### A.4.2. Valores propios de $\mathcal{P}$

El siguiente gráfico muestra los valores propios de la matriz  $\mathcal{P}$ . El eje  $x$  corresponde a la parte real y el eje  $y$  corresponde a la parte imaginaria. Se puede ver que todos los valores propios están dentro del círculo unitario, lo que demuestra que el VAR es estable.

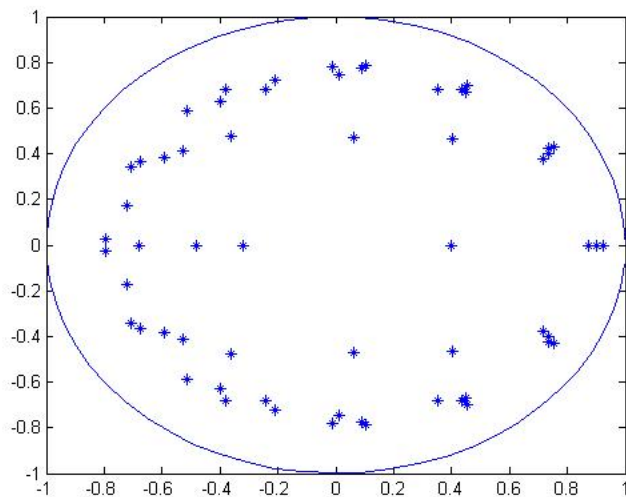


Figura A.1: Valores propios matriz  $\mathcal{P}$