

Una modificación al método varimax para delimitar Regiones Urbanas Funcionales usando la vecindad espacial

Melisa Abalos Choque*, Dusan Paredes Araya**

RESUMEN: La interacción social y económica entre pequeñas unidades espaciales es un fenómeno que indudablemente cobra mayor persistencia a través del tiempo. Esto implica que los mercados laborales se expanden a través del espacio principalmente por la continua reducción de los costos de transporte. Así, la mayor interacción entre unidades espaciales sugiere la potencial existencia de macro mercados laborales que son etiquetadas como regiones funcionales. Construir regiones funcionales para el caso de Chile es un reto debido al rol que juega la localización de los recursos naturales produciendo de esta manera la conmutación a larga distancia. Este documento contribuye con la construcción de Regiones Urbanas Funcionales (RUF) para el caso de Chile utilizando el método Intramax. También proponemos una alternativa para incorporar los efectos de la conmutación de larga distancia. Nuestros resultados indican que las RUF construidas a partir del algoritmo Intramax incorporando criterios para tratar la conmutación a larga distancia presentan mayores beneficios.

Clasificación JEL: R12; R23.

Palabras clave: Interacción; Conmutación a larga distancia; Regiones Funcionales.

A modification to the varimax method for delimiting Functional Urban Areas using spatial contiguity

ABSTRACT: Social and economic interaction among small spatial units is a phenomenon that has undoubtedly become more and more persistent in time. This implies that labor markets expand through space mainly due to the continuous decrease of transport costs. Thus, greater interaction among spatial units suggests the potential existence of macro labor markets labeled as functional regions. Building functional

* *melisa.abalos@gmail.com.*

** *dparedes@ucn.cl.*

The author acknowledges and appreciates the wise comments of the anonymous referees and the financial support of Chilean Fondecyt No. 11121247 «Understanding income inequality persistency and its spatial dimension in Chile». The author also thanks Chilean Science Funding CONICYT «Apoyo a la Formación de Redes Internacionales entre Centros de Investigación 2012» Redes 12-0047.

Recibido: 16 de abril de 2014 / Aceptado: 13 de octubre de 2014.

regions for Chile is a challenge owing to the role played by the localization of natural resources, thus resulting in long-distance commutation. This document contributes to the construction of Functional Urban Regions (FUR) using Intramax method for the case of Chile. In addition, an alternative is proposed to include the effects of long-distance commutation. Results show that FURs built from Intramax algorithm that incorporate process long-distance commutation criteria show greater benefits.

JEL Classification: R12; R23.

Keywords: Interaction; Long-distance commutation; Functional Regions.

1. Introducción

La reducción de costos de conmutación y la mejora en las tecnologías de transporte han incrementado la interacción social y económica entre pequeñas unidades espaciales (Limtanakool, Dijst y Schawanen, 2007). Existen diferentes tipos de interacciones tales como los flujos de conmutación o migración, la comunicación *face-to-face* entre individuos, los flujos de tráfico, etc. Entre éstos, los flujos de conmutación son de especial importancia para entender la interacción económica ya que representan conexión entre los mercados laborales de diversas unidades espaciales (Karlsson y Olsson, 2006).

Desde el punto de vista económico, cada unidad espacial sería un mercado laboral independiente en el cual actúa una oferta y una demanda por el factor trabajo y cuyo salario es el precio de equilibrio obtenido. Sin embargo, los flujos de conmutación indican que la oferta de trabajo de la unidad i podría también ser afectada por los flujos provenientes desde la unidad j . Así, la mayor interacción (conmutación) entre las unidades espaciales sugiere la potencial existencia de macro mercados laborales conectados, es decir, si bien las unidades pueden ser independientes desde una perspectiva administrativa, ellas sí podrían funcionar como una macro unidad espacial. Drobne, Konjar, Liseč, Pichler y Zavodnik (2010) etiquetan estas macro zonas como *regiones funcionales*.

Según Mitchel y Watts (2009), existen dos principales desventajas al considerar la unidad espacial administrativa en vez de la funcional. Primero, una delimitación geográfica tal como las unidades administrativas genera errores de medición y potencialmente generan causalidad espuria entre variables socio-demográficas, políticas y económicas. Un claro ejemplo ocurre cuando se desea verificar empíricamente la relación entre productividad y concentración espacial, relación positiva canalizada a través de las economías de aglomeración (Puga, 2010). Mientras esta relación podría ser marginal para unidades espaciales administrativas, puede resultar relevante si dichas unidades funcionan como un solo mercado integrado.

Segundo, la posible existencia de correlación espacial entre unidades implica su dependencia, afectando la aplicación de modelos de regresión (Anselin, 1988). Dado que la mayor proporción de estudios en economía regional persiguen evidencia

sobre causalidad utilizando regresiones, entonces esta dependencia espacial tendrá consecuencias sobre el sesgo y eficiencia de las estimaciones cada vez que ellas se asuman idéntica e independientemente distribuidas. Estas desventajas sugieren que una nueva concepción del espacio definida más allá de la división administrativa sería una interesante unidad de análisis para diversos estudios en donde la distribución de la actividad económica sea relevante.

Esta forma de entender el espacio ha sido definida por la literatura como regiones funcionales. Las regiones funcionales han sido construidas para varios países europeos, pero aún su discusión es escasa para países en desarrollo. Por ejemplo, aun cuando Aroca y Atienza (2008) muestran que Chile posee un alto porcentaje de flujos de conmutación entre comunas, este hecho estilizado no ha sido discutido más allá de las regiones administrativas. Para poner en evidencia la potencial funcionalidad de las comunas, la figura 1 muestra el mapa de Chile a nivel comunal¹ donde el área de cada comuna ha sido representada según su importancia relativa en la matriz de flujos de conmutación (Paredes, Lufin y Aroca, 2011). Por ejemplo, la Región metropolitana posee altos flujos de conmutación entre comunas, lo cual indicaría que forman una sola región funcional. Este ejemplo aplica perfectamente al análisis de economías de aglomeración previamente descrito: si todas estas unidades funcionan como un mercado integrado, entonces su tamaño total debiera ser considerado con un factor explicativo de la productividad y no sus unidades administrativas por separado. A pesar de estas evidencias, no existen trabajos que discutan la construcción de regiones funcionales utilizando la métrica de conmutación para el caso chileno y no hay evidencia científica sobre si existen mercados laborales funcionales.

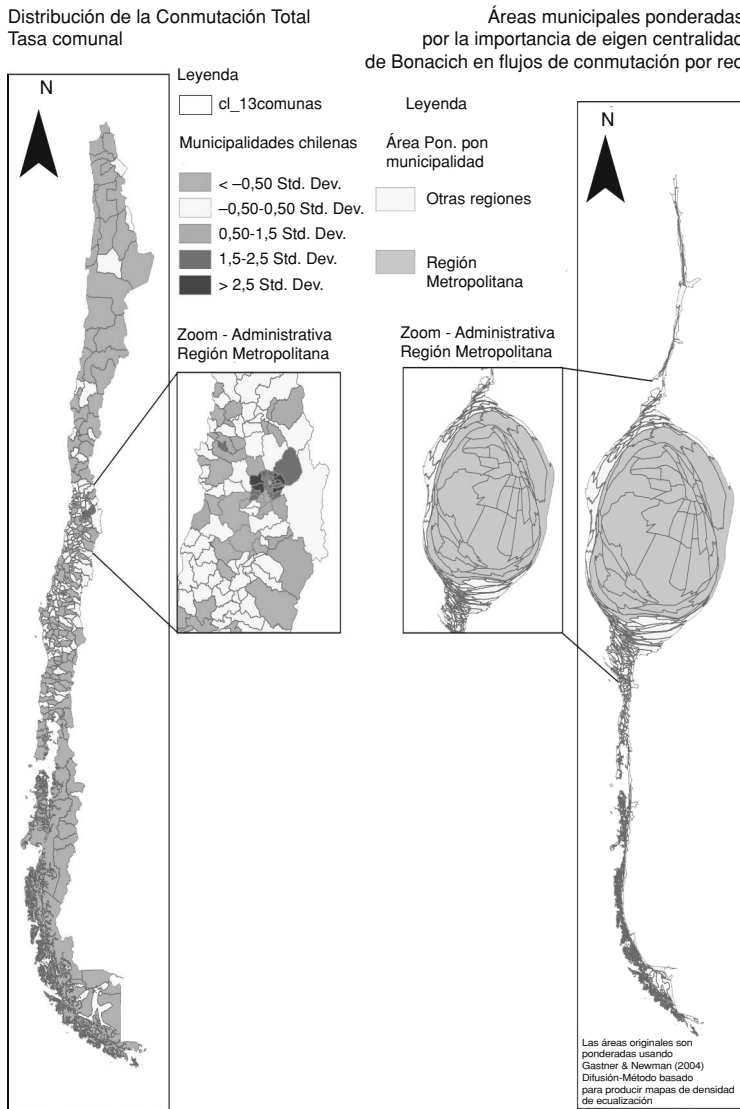
Chile es, además, un caso bastante especial debido al rol que juega la localización de los recursos naturales en los procesos de conmutación. Por ejemplo, según los datos de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2009, el 15% de la población económicamente activa (PEA) de la región de Antofagasta tienen como rama ocupación principal «la explotación de minas y canteras». Este sector económico localiza sus plantas lejos de las ciudades del norte del país (véase figura 2), lo que obliga a algunas empresas mineras a incluso pagar los costos de transportes de sus trabajadores desde el lugar de residencia hasta el lugar de trabajo. Adicionalmente, la alta concentración de capital humano en el centro del país obliga a las mineras también a importar mano de obra desde esta zona hacia las regiones especializadas en minería, tal como muestran los flujos de conmutación a larga distancia. Por ejemplo, en Antofagasta el 75% de los *commuters*² tienen su residencia a más de 800 kilómetros (Aroca y Atienza, 2008).

Dado el contexto previamente descrito, este documento contribuye con dos aspectos principales. Primero, construye regiones urbanas funcionales (RUF's) para el caso de Chile. Este ejercicio reconstruye el espacio administrativo y propone una división que podría enriquecer diversos análisis económicos tales como la disparidad

¹ La comuna es la unidad más pequeña para el caso de Chile y es equivalente a *counties* para el caso de EEUU.

² Se utiliza esta definición para referirse a quien difiere en su comuna de residencia y de trabajo.

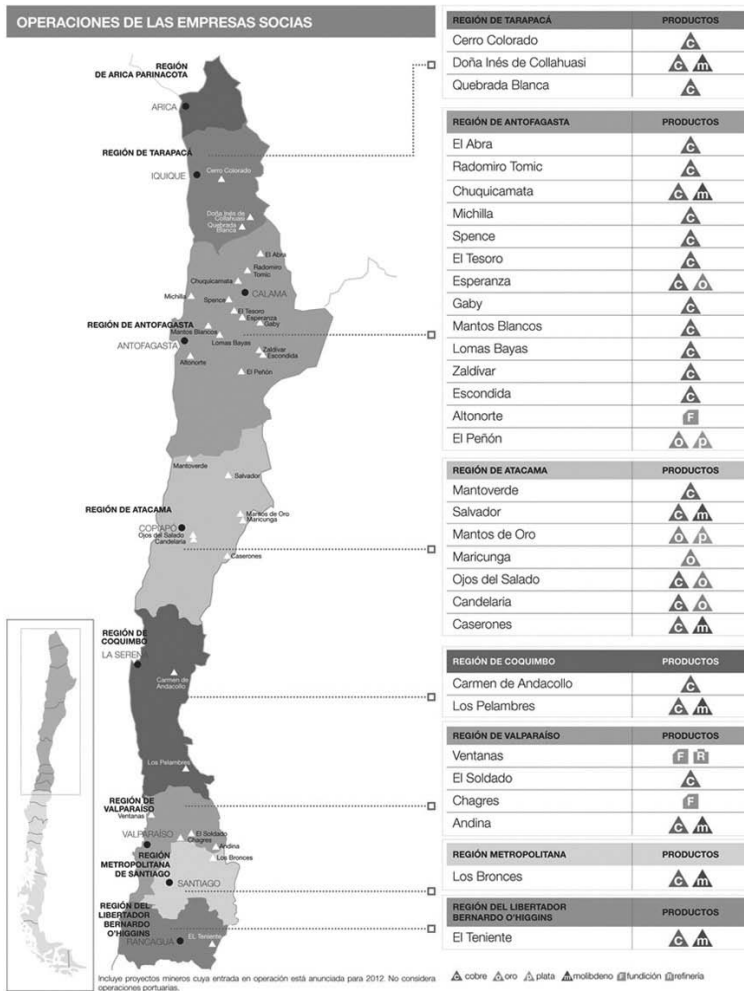
Figura 1. Densidad poblacional y relativa importancia de flujos de conmutación especiales



Fuente: Paredes, Lufin y Aroca (2011).

salarial, la convergencia en producto, los diferenciales de empleo o la eficiencia del gasto público local, entre otros. Todos ellos han sido generalmente abordados utilizando unidades administrativas, pero no existe evidencia acerca de estos problemas cuando las regiones funcionales son consideradas. La alta cohesión entre las unidades funcionales más la existencia de economías de aglomeración como un mecanis-

Figura 2. Mapa minero de Chile



Fuente: Consejo Minero.

mo espacialmente concentrador sugieren que, al menos, patrones más pronunciados de disparidad espacial podrían ser encontrados en la división propuesta.

Segundo, proponemos una alternativa para incorporar los efectos de la conmutación de larga distancia, tal como ocurre para el caso de Chile. Países caracterizados por producción de recursos naturales localizados lejos de las grandes ciudades, tales como Australia, Gran Bretaña y México, entre otros, podrían también beneficiarse de la metodología propuesta. La propuesta para garantizar la contigüidad espacial combinando instrumentos que consideran la conmutación a larga distancia con el método Intramax es comparada y discutida con los métodos ya incorporados en el

software Flowmap que a partir de la versión 7.4 incorpora el criterio de contigüidad. La metodología propuesta abre la discusión en la literatura sobre los efectos de la conmutación a larga distancia en la construcción de regiones funcionales y pretende ser el paso inicial para futuras discusiones sobre regiones funcionales y conmutación de larga distancia.

Este artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 provee una forma de considerar la concepción del espacio para fines de toma de decisiones políticas en el ámbito económico. La sección 3 entrega un resumen de la literatura empírica y teórica acerca de la construcción de regiones funcionales. La sección 4 examina la variación de métodos Intramax utilizado en el presente artículo para identificar las RUF's. Los datos son presentados en la sección 5. Las aplicaciones y resultados se describen en la sección 6. Añadimos una discusión comparando los métodos, resaltando sus ventajas y desventajas en la sección 7. La última sección presenta las conclusiones.

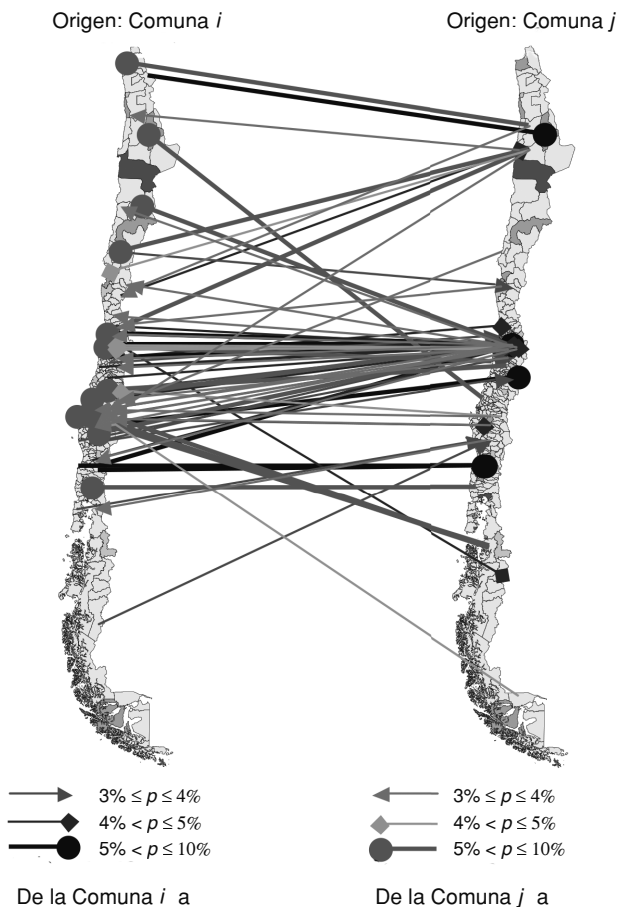
2. La concepción del espacio

La concepción del espacio es clave para la toma de decisiones en la economía por tanto su identificación es importante. Muchos economistas regionales han aproximado sus aplicaciones empíricas utilizando áreas administrativas o políticamente definidas como el espacio donde se generan fenómenos económicos a pesar de que éste no siempre coincide con la región económicamente definida. Para conceptualizar el espacio que muestre los fenómenos económicos primeramente deberíamos entender el concepto de región. En el ámbito económico regional, la región es un instrumento que sirve para la toma de decisiones políticas de acuerdo a los fenómenos de la economía (Sforzi, 2012). Entonces, las regiones con interés económico poseen una capacidad especial de afectar significativamente las políticas de la economía. En tal sentido, cada región económica posee independencia total en sus acciones políticas y pueden también ser entendidas como un mercado laboral local.

El mercado laboral local es un espacio en el cual sus habitantes en su mayoría viven y trabajan (Rubiera y Viñuela, 2012). Para Casado y Propín (2008), las regiones funcionales son los denominados mercados laborales locales en la terminología internacional. Para definir las áreas de los mercados laborales locales es necesario conocer la posible existencia de los flujos de conmutación entre unidades espaciales. En tal sentido, si consideramos a las áreas administrativas como una unidad de análisis en el ámbito económico, éstas deben gozar de independencia entre sí y homogeneidad dentro del área, o sea los flujos de conmutación entre unidades espaciales debe tender a cero y debe existir alto grado de interrelación dentro de la unidad espacial. Este hecho no siempre se cumple ya que la reducción de costos de transporte y la tecnología avanzada en cuanto a medios de transporte es un fenómeno reciente que incentiva el aumento de los flujos de conmutación.

Chile es un caso particular por la existencia de conmutación a larga distancia. La figura 3 muestra los flujos de conmutación de larga distancia que se encuentran

Figura 3. Flujos de conmutación en porcentaje (p) entre las comunas de Chile



* Sólo se tomaron en cuenta el valor p de comunas no contiguas y aquellas que no están incluidas en la misma región.
 Fuente: Elaboración propia con datos de la CASEN 2009.

entre el 3% y el 10% entre las comunas de Chile. La conmutación a larga distancia generalmente sucede en las comunas del norte del país que se caracterizan por la extracción de minerales como el cobre³. La conmutación a larga distancia es un proceso interesante de estudiar en sí mismo. Además, sus implicaciones en la construcción de regiones funcionales son trascendentales. La conmutación de larga distancia sugiere que dos comunas pudieran estar conectadas funcionalmente incluso si no son espacialmente contiguas, violando el criterio de contigüidad tradicionalmente utilizado para la formación de regiones funcionales (Noronha y Goodchild, 1992). Este crite-

³ Los flujos porcentuales de conmutación de llegada a Antofagasta están distribuidos entre 40 comunas provenientes de las regiones I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX y XIII lo cual disminuye el valor p que se encuentra entre 0,1% y 1,2%.

rio de contigüidad indica que solamente las unidades espaciales que son adyacentes deben formar parte de la región funcional. La falta de consideración de este criterio afecta al algoritmo de construcción de regiones funcionales y plantea otro de los retos de este artículo.

3. Métodos de identificación de regiones funcionales

La Región Urbana Funcional (RUF), para el presente artículo, es concebida como un área geográfica⁴ dentro del cual existe alto grado de interacción entre pequeñas unidades espaciales y donde se concentran la oferta y la demanda, el cual podría captar los fenómenos económicos para la toma de decisiones políticas (Mitchell y Watts, 2009). El grado de interacción se mide con los flujos de conmutación que forman parte esencial para la formación de la RUF, mientras mayores sean los flujos de conmutación entre dos pequeñas unidades espaciales mayor probabilidad existe de que esas dos áreas formen parte de una sola región funcional. Esta sección revisa la literatura reciente acerca de la construcción de regiones funcionales puntualizando sus principales contribuciones y limitaciones.

Duque, Ramos y Suriñach (2007) contribuyen con la identificación de métodos de regionalización con una revisión de más de cuatro décadas. El artículo identifica; los algoritmos sin una restricción en continuidad espacial y aquellos que presentan una restricción explícita. Entre los primeros se encuentran los métodos Clúster y los que restringen la continuidad espacial. En el segundo grupo se identifican a los modelos de optimización exacta, modelos heurísticos, mixtos e híbridos.

La tabla 1 resume los métodos incluidos en la presente sección. Estudios como Boix y Veneri (2009), Drobne, Konjar, Lisec, Pichler y Zavodnik (2010), Karlsson y Olsson (2006), Mitchel y Watts (2009) sugieren la construcción de regiones funcionales para países como Francia, Italia, Slovenia, Suecia, Holanda y Países Bajos. Para el caso de Chile, Berdegué *et al.* (2011) utilizan un análisis de clúster jerárquico, tomando como base el método utilizado por Tolvert y Sizer (1987) que se basa en la dinámica territorial de los países europeos, caracterizados por ser pequeños y con altos flujos producto de la infraestructura de transporte. Los autores consideran una matriz de conmutación simétrica cuyos elementos están definidos por (1) en el cual p_{ij} ⁵ es la proporción de flujos de conmutación de la unidad de análisis de origen i al lugar de destino j , f_{ij} es el número de *commuters* de i a j , f_{ji} es el número de *commuters* de j a i , f_i es el total de *commuters* del lugar de origen i y f_j es el total de *commuters* del lugar de destino .

$$p_{ij} = p_{ji} = \frac{f_{ji} + f_{ij}}{\min(f_i, f_j)} \quad (1)$$

⁴ Agrupación de regiones administrativas que se interrelacionan entre sí gracias a los flujos de conmutación.

⁵ En este caso, $P_{ij} = P_{ji}$, lo que implica que la matriz de proporciones es simétrica.

Las regiones funcionales se forman con comunas que tienen un grado de asociación del 6% estimada de acuerdo a (1). Estas regiones funcionales pueden ser también denominados clústers que están formados por comunas que son la unidad básica de organización político administrativa para Chile. Los autores utilizan los datos del Censo de Población y Vivienda (2002). Estos datos consideran la conmutación diaria o de manejo entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo, lo cual deja fuera de análisis automáticamente la conmutación de larga distancia.

Más aún, los datos del CENSO 2002 son interesantes por su representatividad estadística, pero sin duda que la evolución de los costos de transportes y los sistemas de turnos del sector minero podrían haber afectado este proceso durante los últimos años. Así, Berdegúe *et al.* (2011) contribuyen con un interesante análisis para el caso de Chile, pero sus datos y metodologías no permiten capturar el rol jugado por la conmutación de larga distancia. La metodología utilizada por los autores más bien captura la realidad de países pequeños con alta tasa de conmutación diaria, una situación que sólo pareciera darse en la Región Metropolitana de Santiago, pero que dista bastante de las zonas extremas, especialmente de las regiones mineras.

Noronha y Goodchild (1992) utilizan el método de modelo gravitacional denominado IRIM (Interregional Interaction Model). Los autores consideran la hipótesis de que la interacción regional (basada en flujos de migración) es una función decreciente de su distancia funcional. La distancia funcional entre i y j se plantea como una función inversa a la distancia geográfica entre i y k . Una ventaja de este método es que incorpora la distancia en el análisis considerando la mayor interacción a menor distancia. Sin embargo, este método no considera los flujos de conmutación lo que implica que dos unidades espaciales podrían formar parte de la región funcional sin tener altos porcentajes de flujos de conmutación. Este método difícilmente se aplicaría al caso de Chile, especialmente cuando los costos de transportes generados por la distancia se reducen a través del tiempo y la conmutación a larga distancia se extiende y no necesariamente debe regirse a un sistema de turnos⁶ (Aroca y Atienza, 2008).

Cörvers, Hensen y Bongaerts (2009) utilizan el método de mínima distancia, pero incorporando una transformación basada en cadenas de Markov⁷ que considera la interacción directa e indirecta entre unidades espaciales. La interacción directa es la probabilidad de conmutación entre las unidades espaciales i y j . La interacción indirecta está basada en la probabilidad promedio de transiciones necesarias para llegar de i a j . Dicha transformación recibe el nombre de matriz MFPT (Mean First Passage Time). La matriz MFPT es asimétrica debido a que las probabilidades de traslado de i a j no son las mismas que de j a i . Esta asimetría no es deseable en la

⁶ «Los turnos oscilan desde cuatro días de descanso por cuatro días de trabajo en las grandes compañías mineras, hasta siete días de descanso por cada veintidós de trabajo en las empresas subcontratistas». (Aroca y Atienza, 2008).

⁷ Una cadena de Markov es un proceso estocástico discreto basado en probabilidades. Este proceso estocástico considera que la probabilidad de ocurrencia de un evento depende del evento inmediatamente anterior.

Tabla 1. Aplicación empírica de los métodos de construcción de regiones funcionales

| Método/Autor | Descripción del método | Aplicación empírica | Ventajas | Desventajas |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Clúster Jerárquico (Berdegué <i>et al.</i> , 2011) | <ul style="list-style-type: none"> Está basado en la dinámica territorial de los países europeos. Utilizan una matriz de conmutación simétrica. Grado de asociación del 6%. | Chile | <ul style="list-style-type: none"> Respeto el criterio de contigüidad. Forma regiones funcionales consistentes. | <ul style="list-style-type: none"> No consideran la conmutación de larga distancia. Utilizan datos del CENSO 2002 que probablemente no presente la realidad actual. |
| Modelo Gravitacional (Noronha y Goodchild, 1992) | <ul style="list-style-type: none"> Se basa en la distancia funcional entre las regiones i y j. La distancia funcional se plantea como una función inversa a la distancia geográfica entre i y k. | EEUU | <ul style="list-style-type: none"> Incorpora la distancia en el análisis. Considera que existe mayor interacción a menor distancia. | <ul style="list-style-type: none"> Se basa en flujos de migración y no así los flujos de conmutación. Diffícilmente aplicable al caso de Chile. |
| Mínima distancia (Cörvers, Hensen y Bongaerts, 2009) | <ul style="list-style-type: none"> Incorporan una transformación basada en cadenas de Markov que captura la interacción directa e indirecta (MFPT). Simetrizan la matriz MFPT y la transforman en términos de distancia. Dos áreas adyacentes se agregan tomando en cuenta la mínima distancia en la matriz MFPT simétrica. | Holanda | <ul style="list-style-type: none"> Incorpora la distancia en el análisis. | <ul style="list-style-type: none"> No solucionaría la falta de consideración del criterio de contigüidad para el caso de Chile. |
| Clúster (Boix y Veneri, 2009) | <ul style="list-style-type: none"> Considera un núcleo y un área de influencia. El núcleo se escoge de acuerdo a la densidad de puestos de trabajo. El área de influencia está formada por regiones con por lo menos 10 o 15% de conmutantes entre sus trabajadores. | Italia y España | <ul style="list-style-type: none"> La unidad de análisis es dinámica a través del tiempo. Es una metodología clara y sencilla. | <ul style="list-style-type: none"> Requiere predefinir los centros en base a niveles de población. Consideran un porcentaje de conmutación fijo para la agregación. |
| Agregación jerárquica Intramax (Mitchell, Bill y Watts, 2007) | <ul style="list-style-type: none"> En cada paso del algoritmo se agregan dos unidades espaciales que tengan máxima interacción. La interacción entre las áreas agregadas se denomina interacción intrazonal. | Holanda y países bajos | <ul style="list-style-type: none"> Cada unidad espacial es considerada como un centro en sí mismo. Utiliza la interacción en doble sentido. | <ul style="list-style-type: none"> Es necesario predefinir la interacción intrazonal o bien el número de regiones funcionales. |

formación de regiones funcionales. Por esta razón, los autores proponen transformar la matriz MFPT a una matriz simétrica basada en las distancias dado en (2) donde

$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$, x_{ij} , son los valores de la matriz MFPT de la fila i y la columna j , μ_j y σ_j son la media y la varianza de la columna j .

$$d_{ij} = \sqrt{\left(\sum_{k:i,j \neq k} (z_{ik} - z_{jk})^2 \right)} \quad (2)$$

El propósito del método es agregar dos áreas adyacentes que maximizan los flujos de conmutación, tomando en cuenta la mínima distancia en la matriz MFPT simétrica. Una vez agregadas estas unidades espaciales, las distancias se recalculan minimizando la varianza dentro de la región funcional. El proceso continúa hasta llegar al número máximo de regiones funcionales requeridas que son impuestas exógenamente. Este método, al igual que en el caso anterior, incorpora la distancia. Sin embargo, y como se discutió anteriormente, el caso de Chile es particular debido a la existencia de conmutación a larga distancia y la incorporación de la distancia no solucionarían la falta de consideración del criterio de contigüidad.

Boix y Veneri (2009) sugieren las metodologías funcionales Functional Urban Regions (FUR) y Dinamic Metropolitan Areas (DMA) como unidades espaciales para el desarrollo de estrategias políticas y económicas. Estas metodologías funcionales consideran un núcleo y un área de influencia contigua que varían con el tiempo. En las FUR el núcleo se conforma por un área con por lo menos siete puestos de trabajo por hectárea y con 20.000 o más puestos de trabajo y el área de influencia está formada por todos los municipios contiguos que tienen por lo menos el 10% de los trabajadores asalariados residentes que conmutan con el núcleo. En el caso de las DMA, el núcleo se conforma por una ciudad central con más de 50.000 habitantes y con municipios contiguos que tienen por lo menos el 15% de sus trabajadores residentes que conmutan con el núcleo. Los flujos de interacción están definidos por el porcentaje de conmutación (GEMACA II, 1996). Los mercados laborales son formados por una o más regiones administrativas contiguas que están unidas por el 10% y 15% de conmutación. Una desventaja de este método es que requiere pre definir centros en base a niveles de población y determinar un porcentaje de conmutación fijo para la agregación. Los autores no garantizan que las cantidades definidas para la aplicación empírica de Italia y España pueden ser aplicables al caso de Chile.

El método usado por Mitchell, Bill y Watts (2007) no está basado en la identificación de grandes centros *a priori*, sino que cada unidad espacial es considerada como un centro en sí mismo. Dichos autores utilizan las técnicas de agregación jerárquica la cual considera el tamaño de la interacción como variable importante a través del método Intramax. En el presente artículo se usa el método Intramax debido a que considera la agregación mediante la interacción entre todas las unidades espaciales, o sea no se limita al uso *a priori* de grandes espacios geográficos. Este método consiste en una serie de pasos, en cada paso se agregan dos unidades espaciales que tengan

la máxima interacción entre todas las del grupo. Una vez agregadas las áreas, el porcentaje de interacción entre ellas se denomina porcentaje Intrazonal. El algoritmo Intramax no define endógenamente el umbral del porcentaje de conmutación, sino más bien es necesario definir exógenamente el porcentaje de interacción Intrazonal⁸ que se desea o bien el número de regiones funcionales que se requiere. La sección 3 detalla el algoritmo Intramax resaltando sus ventajas y desventajas e incluyendo una nueva metodología para el tratamiento de flujos de conmutación a larga distancia.

En el presente artículo consideramos dos ventajas de mayor relevancia. Primero, considerar a cada pequeña unidad espacial como un centro en sí mismo. Esta consideración ayudará a construir RUF en base a cada pequeña unidad espacial y así no depender de la formación de grandes metrópolis, un sesgo impuesto por la construcción administrativa de grandes regiones como Santiago. Segundo, la consideración de los flujos de interacción en ambos sentidos. Utilizar los flujos de interacción de origen a destino y de destino a origen garantizará la mayor relación entre unidades espaciales.

Estas ventajas se reflejan en el método de agregación jerárquica Intramax que es utilizado en el presente artículo. Por otro lado, no existe evidencia en la literatura de algún método que solucione en su plenitud la consideración del criterio de contigüidad cuando existe conmutación a larga distancia. En tal sentido, sugerimos utilizar una matriz de contigüidad de orden 1, la cual ayudará a identificar los flujos de conmutación de comunas contiguas.

4. Metodología

4.1. Formación de Regiones Funcionales

El algoritmo seleccionado para la construcción de las regionales funcionales es el método jerárquico Intramax a través del software Flowmap, por las bondades que presenta. El objetivo del algoritmo es maximizar la proporción de interacción⁹ del grupo en cada etapa del proceso de agrupamiento dado en (3), donde I_{ij} es la interacción total del lugar i al lugar j , F_{ij} son los flujos de conmutación del lugar de origen i al lugar de destino j y F_{ji} son los flujos de conmutación del lugar de origen j al lugar de destino i , además, $\sum_j F_{ij}$ es la variación del total de fila i , $\sum_i F_{ij}$ es la variación del total de la columna j y $\sum_i F_{ji}$ es la variación total de la fila j , $\sum_j F_{ji}$ es la variación total de la columna i .

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_j S_{ij} \sum_i S_{ij}} + \frac{S_{ji}}{\sum_j S_{ji} \sum_i S_{ji}} \quad (3)$$

⁸ El porcentaje de interacción Intrazonal es la relación existente entre áreas agregadas, denominadas zonas, mediante los flujos de conmutación.

⁹ La interacción está relacionada con los flujos de conmutación que se miden cuantificando a los habitantes que tienen que conmutar del lugar donde viven a otro para poder trabajar.

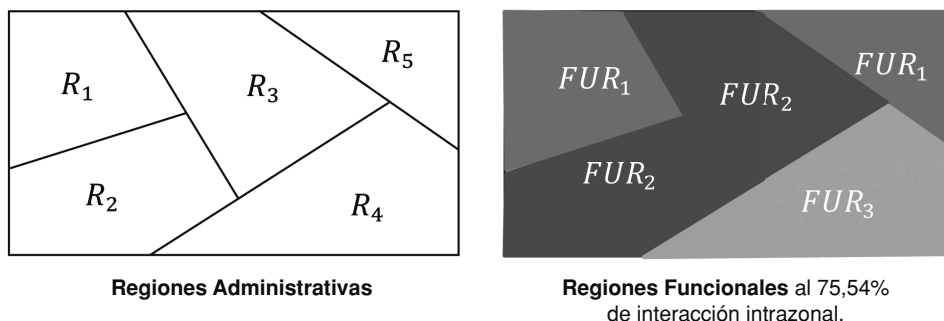
Intramax es un algoritmo iterativo, en una primera etapa calcula la interacción entre unidades espaciales, posteriormente agrega aquellas unidades espaciales con mayor interacción, nuevamente se calcula el porcentaje de interacción entre las unidades espaciales (N-1), en cada paso de la iteración dos áreas son agregadas siempre y cuando tengan la interacción máxima representada en (3), el algoritmo continúa hasta agrupar a todas las áreas en una sola. Si consideramos N áreas administrativas, después de N-1 pasos todas las áreas se agrupan dentro de una sola.

El siguiente ejemplo representa los pasos realizados por el algoritmo Intramax. La tabla 1 presenta los flujos de conmutación (F_{ij}) para cinco unidades espaciales ($R_1 - R_5$) donde los valores de la diagonal representan los individuos que viven y trabajan en la misma región (F_{ii}). El anexo 1¹⁰ muestra el proceso completo del algoritmo Intramax para las cinco unidades espaciales de la tabla 2. La figura 4 presenta la distribución espacial de unidades espaciales antes y después de la reorganización espacial.

Tabla 2. Flujos de conmutación para cinco unidades espaciales

| Flujos de conmutación | | DESTINO | | | | | Total |
|----------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R_1 | R_2 | R_3 | R_4 | R_5 | |
| O R I G E N | R_1 | 10 | 2 | 3 | 4 | 9 | 28 |
| | R_2 | 4 | 20 | 5 | 0 | 3 | 32 |
| | R_3 | 1 | 4 | 30 | 1 | 3 | 39 |
| | R_4 | 3 | 7 | 8 | 40 | 4 | 62 |
| | R_5 | 8 | 1 | 9 | 4 | 50 | 72 |
| Total | | 21 | 36 | 58 | 49 | 61 | 233 |

Figura 4. Distribución de unidades espaciales antes y después de la reorganización espacial



¹⁰ Los anexos pueden ser solicitados directamente a los autores.

La tabla 3 representa el resumen de proceso del algoritmo Intramax para los flujos de conmutación de la tabla 2. En total existen 233 interacciones que es el total de individuos en la tabla de flujos de conmutación, 150 de las interacciones corresponden a la población que no conmuta. Considerando el 75.54% de interacción intrazonal acumulado se obtiene tres regiones funcionales (FUR_1 , FUR_2 y FUR_3). Está claro en la figura 4 que el algoritmo Intramax no considera el criterio de contigüidad. Por ejemplo, la región funcional 1 (FUR_1) está formada por dos unidades espaciales que no son adyacentes, en tal sentido se estaría violando el criterio de contigüidad.

Tabla 3. Resumen de proceso para cinco unidades espaciales

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Interacción Total | 233 |
| Interacción Intrazonal | 150 |
| Porcentaje de interacción Intrazonal | 64,38% |

| <i>Paso</i> | <i>Área Disuelta</i> | <i>Área Aumentada</i> | <i>Interacción Intrazonal</i> | <i>Porcentaje de interacción Intrazonal</i> | <i>Porcentaje Interacción Intrazonal Acumulado</i> |
|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 | 5 | 1 | 167 | 7,30% | 71,67% |
| 2 | 3 | 2 | 176 | 3,86% | 75,54% |
| 3 | 2 | 1 | 202 | 11,16% | 86,70% |
| 4 | 4 | 1 | 233 | 13,30% | 100,00% |

La metodología propuesta por el presente artículo considera la matriz de contigüidad de orden 1. Esta matriz está formada por unos y ceros, donde uno significa que dos áreas son contiguas, utilizando el criterio de los movimientos de la reina como si fuese una tabla de ajedrez, y cero significa que dichas áreas no son contiguas (véase tabla 4).

La tabla 5 presenta los flujos de conmutación de las regiones del ejemplo, pero esta vez considerando únicamente a las interacciones de regiones contiguas. Con esta nueva matriz de interacciones¹¹ realizamos nuevamente los cálculos del algoritmo Intramax. El anexo 2 presenta el detalle del proceso del algoritmo.

La tabla 6 presenta el resumen de proceso del algoritmo Intramax para las cinco unidades espaciales, incluyendo solamente las interacciones de áreas contiguas. La cantidad de interacciones se reduce de 233 a 205. Esta consideración permite aumentar el porcentaje de interacción intrazonal de 64,38% a 73,17%. Lo primordial es que permite solucionar el problema de contigüidad (véase figura 5).

¹¹ Formalmente, la matriz de interacciones contiene ceros en la diagonal lo que indica que ninguna unidad espacial es vecina de sí misma. Aquí se prefirió poner uno para mantener el rol de la población que no conmuta.

Tabla 4. Matriz de contigüidad para cinco regiones administrativas

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | R_1 | R_2 | R_3 | R_4 | R_5 |
| R_1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| R_2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| R_3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R_4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R_5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Tabla 5. Matriz de flujos de conmutación de unidades espaciales contiguas

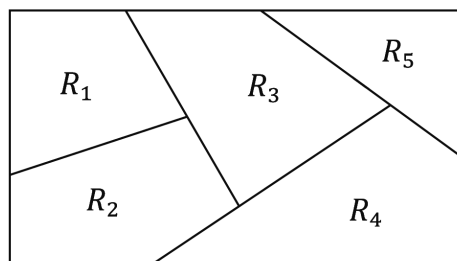
| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | R_1 | R_2 | R_3 | R_4 | R_5 | Total |
| R_1 | 10 | 2 | 3 | 0 | 0 | 15 |
| R_2 | 4 | 20 | 5 | 0 | 0 | 29 |
| R_3 | 1 | 4 | 30 | 1 | 3 | 39 |
| R_4 | 0 | 7 | 8 | 40 | 4 | 59 |
| R_5 | 0 | 0 | 9 | 4 | 50 | 63 |
| Total | 15 | 33 | 55 | 45 | 57 | 205 |

Tabla 6. Resumen de proceso para cinco unidades espaciales solamente con las interacciones de unidades espaciales contiguas

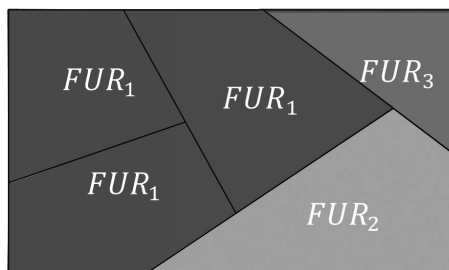
Interacción Total 205
 Interacción Intrazonal 150
 Porcentaje de interacción Intrazonal 73,17%

| Paso | Área Disuelta | Área Aumentada | Interacción Intrazonal | Porcentaje de interacción Intrazonal | Porcentaje Interacción Intrazonal Acumulado |
|------|---------------|----------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 2 | 1 | 156 | 2,93% | 76,10% |
| 2 | 3 | 1 | 169 | 6,34% | 82,44% |
| 3 | 4 | 1 | 185 | 7,80% | 90,24% |
| 4 | 5 | 1 | 205 | 9,76% | 100,00% |

Figura 5. Distribución de unidades espaciales antes y después de la reorganización espacial considerando las interacciones de áreas contiguas



Regiones Administrativas



Regiones Funcionales al 82,44% de interacción intrazonal.

4.2. Incorporando la contigüidad en el algoritmo Intramax

El ejemplo presentado en la sección 4.1 tiene el objetivo de ejemplificar el proceso del algoritmo Intramax¹². Esta ejemplificación muestra cómo el algoritmo no toma en cuenta el criterio de contigüidad que es importante para la formación de regiones funcionales. En el presente artículo tratamos esta falta de consideración tomando en cuenta solamente las interacciones de unidades espaciales contiguas, para tal efecto utilizamos una matriz de contigüidad, ésta es una de nuestras contribuciones. Las regiones funcionales formadas son contiguas y tienen un alto porcentaje de interacción intrazonal. En (4) S_{ij} representa los flujos de conmutación de comunas contiguas que es igual a la multiplicación elemento a elemento de los flujos de conmutación (F_{ij}) por los elementos de la matriz de contigüidad (W_{ij})

$$s_{ij} = F_{ij} \cdot W_{ij} \quad (4)$$

Tomando en cuenta esta consideración, la ecuación (5) representa las interacciones de comunas contiguas que utilizamos para construir las RUF con el algoritmo Intramax.

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_j S_{ij} \sum_i S_{ij}} + \frac{S_{ji}}{\sum_j S_{ji} \sum_i S_{ji}} \quad (5)$$

En el presente artículo no solamente presentamos las RUF construidas a partir de la ecuación (5), si no también incorporamos otras consideraciones resumidas en la tabla 7. Esto con el fin de mostrar la bondad del método propuesto *versus* los métodos ya existentes.

Tabla 7. Variación del método Intramax

| <i>Método Intramax</i> | <i>Características</i> | <i>¿Respetan el criterio de contigüidad en todas las RUF's?</i> |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. Con flujos de conmutación absolutos. | Utiliza todos los flujos absolutos de conmutación. | No |
| 2. Con flujos ponderados por distancia. | No se toman en cuenta a las personas que viven y trabajan en la misma comuna. | No |
| 3. Con versión 7.4 de Flowmap y flujos absolutos. | Utiliza los flujos de conmutación absolutos ¹ restringiendo por contigüidad. | Sí |
| 4. Con versión 7.4 de Flowmap y flujos relativos. | Utiliza los flujos de conmutación relativos ² restringiendo por contigüidad. | Sí |
| 5. Con flujos de comunas contiguas. | Utiliza solamente los flujos de conmutación absolutos de comunas contiguas . | Sí |

¹ Son aquellos que consideran el número de personas que conmutan de una a otra.

² Son aquellos que consideran los porcentajes de la población que conmuta,

¹² La versión reciente del software Flowmap incorpora el criterio de contigüidad para el algoritmo Intramax.

5. Datos

El presente artículo utiliza la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) para la formación de regiones funcionales. Ésta presenta datos recientes que por el tamaño de muestra, proporciona estimadores robustos de la situación de la población de Chile. En la CASEN para el año 2009 se incluye por primera vez la variable que permite identificar la conmutación para 334 unidades espaciales (comunas). Consideramos solamente la población económicamente activa (PEA), aquellas personas que tienen entre catorce y sesenta y cinco años de edad. Los datos proporcionados por la CASEN 2009 presentan algunas particularidades en cuanto a la conmutación.

- Mercado laboral independiente: aquella comuna que no presenta porcentajes de conmutación en ambos sentidos (no existen trabajadores que viajan a esa comuna para trabajar ni aquellos que viajan de esa comuna a otra). La comuna Cabo de Hornos cumple con esta particularidad.
- Mercado laboral sin conmutantes de destino: aquella comuna que no es atractiva para trabajar, por tanto nadie conmuta a esa comuna. Los casos en Chile son siete: General Lagos, Camiña, Huara, Ollague, Empedrado, Futaleufu-Chaiten y Corral.
- Mercado laboral sin conmutantes de origen: aquella comuna que es atractiva para trabajar, por tanto no existen personas que conmutan a otras comunas. La comuna de Palena está en este caso especial.

Los datos correspondientes a los flujos de conmutación se organizan en una matriz de 334×334 . Los valores cero de la matriz significan que no existe conmutantes del lugar de origen i al lugar de destino j .

6. Resultados

En esta sección mostramos los principales resultados obtenidos para la construcción de RUF utilizando cinco variaciones del método Intramax incluidos en la tabla 7. Primero la figura 6 muestra las 59 RUF formadas con el 90.21% de interacción intrazonal y utilizando los flujos de conmutación absolutos. Las RUF formadas no respetan el criterio de contigüidad, por ejemplo, la RUF 3, que se encuentra en el centro norte del país, está formada por catorce comunas. Una de ellas pertenece a la región II (Mejillones) y las demás a la región IV (Ancollo, Canela, Combarbala, Coquimbo, Illapel, La Higuera, La Serena, Los Vilos, Monte Patria, Paiguano, Punitani, Salamanca y Vicuña) donde se ve claramente la falta de contigüidad en la RUF 3. La conmutación a larga distancia, especialmente en el sector minero, implica la construcción de regiones funcionales no contiguas, así como se ve en la RUF 3 en que las regiones administrativas que conforman esta región funcional contienen dos grandes minas (Carmen de Ancollo y Los Pelambres).

Los flujos de conmutación ponderados por la distancia calculada entre los centroides de cada comuna parecieran resolver el problema de falta de contigüidad. Esta

Figura 6. RUF - Flujos absolutos

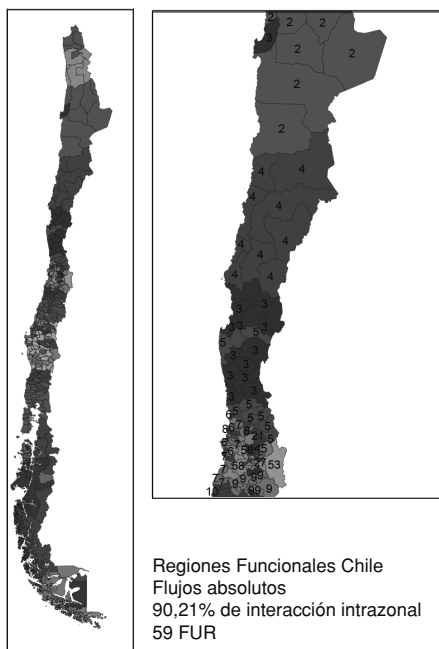
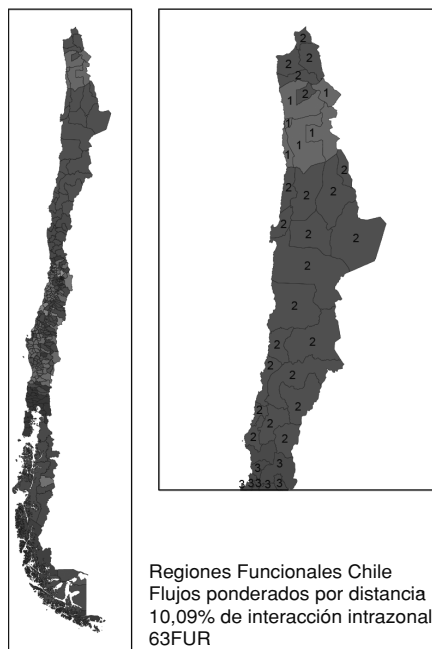


Figura 7. RUF - Flujos ponderados por distancia



ponderación se calcula dividiendo elemento a elemento la matriz de flujos de conmutación por la matriz de distancias calculada en kilómetros a partir del centro de la comuna i al centro de la comuna j . Esta consideración soluciona ligeramente este problema. Por ejemplo, la RUF 3 está formada por comunas contiguas de la región IV. Sin embargo, algunas de las 63 RUF formadas aún adolecen de falta de contigüidad, véase por ejemplo la RUF 2 está formada por comunas de la región I, II, III y XV (véase figura 7)¹³.

La versión 7.4 del software Flowmap incorpora la opción de contigüidad para el algoritmo Intramax. En la función objetivo detallada en la fórmula (3) se incorporan restricciones de contigüidad (una por cada par de comunas i, j). Las figuras 8 y 9 muestran las RUF obtenidas por este método al 98,08% y 99,50% de interacción intrazonal, respectivamente y utilizando los flujos de conmutación absolutos. En la figura 8, las comunas del extremo norte y sur de Chile se comportan como mercados laborales independientes. Las comunas del centro, centro norte y centro sur parecerían formar una sola región funcional (RUF 22). La RUF 22 presenta un mercado laboral demasiado extenso, esto podría deberse a las muchas restricciones de conti-

¹³ El porcentaje de interacción Intrazonal se reduce significativamente, esto se debe a que la distancia entre cada comuna en sí misma es «cero», lo que implica que en este caso no están incluidas las personas que viven y trabajan en la misma comuna (no conmutan).

Figura 8. RUF - Flujos absolutos
Flowmap 7.4

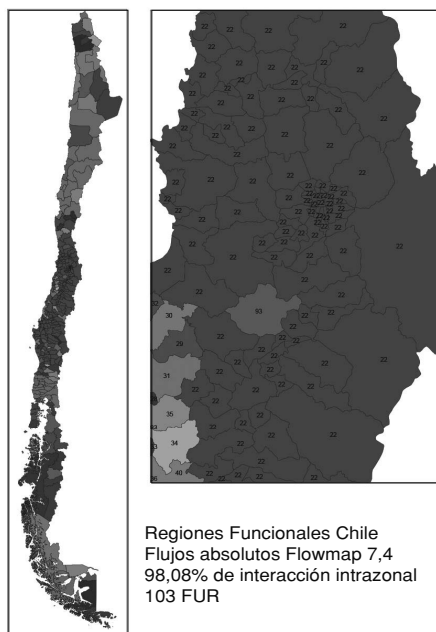
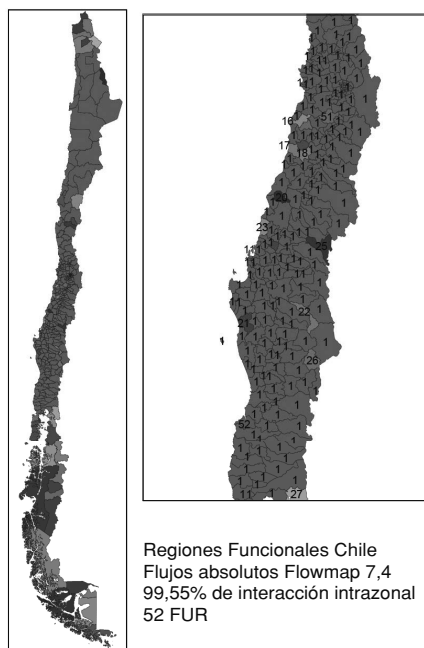


Figura 9. RUF - Flujos absolutos
Flowmap 7.4



güidad impuestas para la solución del Intramax. Las restricciones de contigüidad en la función objetivo aseguran que en el primer paso sólo se agregan dos comunas contiguas, en el segundo paso lo más probable es que las primeras unidades agregadas lleguen a agregarse con alguna otra comuna contigua, creando un efecto cadena, lo que hace que los mercados laborales estén formados por muchas regiones administrativas. Pasa lo mismo cuando se forman 52 regiones funcionales (véase figura 9), solamente que el mercado laboral es aún más extenso (RUF 1). Así, mientras la contigüidad es incorporada, el mecanismo pareciera sobreextender el alcance espacial de los mercados laborales.

Para proveer una mirada alternativa a estos resultados, llevamos a cabo el mismo ejercicio, pero esta vez considerando los flujos de conmutación relativos (véanse figuras 10 y 11). Utilizamos el mismo número de RUF que en el caso anterior, para ver el comportamiento del porcentaje Intrazonal. En este caso el porcentaje de interacción Intrazonal se reduce considerablemente de 98,08% a 70,01% y de 99,55% a 77,23%, respectivamente con relación al método anterior.

En el presente artículo sugerimos utilizar las RUF obtenidas tomando en cuenta solamente los flujos de conmutación de comunas contiguas que parecen mostrar mejores resultados. Las figuras 12 y 13 muestran la misma cantidad de RUF que en los casos anteriores. El detalle de las 103 y 52 RUF obtenidas mediante este

Figura 10. RUF - Flujos relativos
Flowmap 7.4

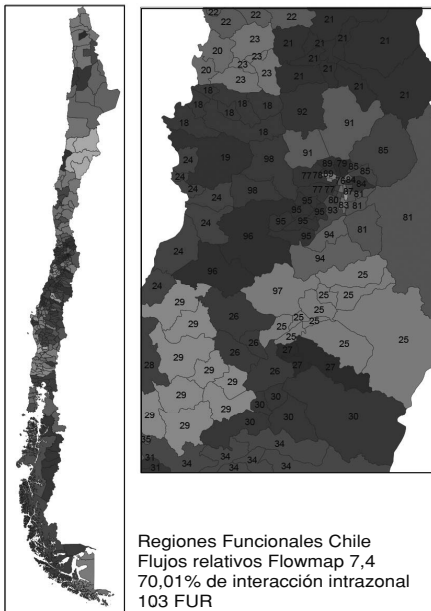


Figura 11. RUF - Flujos relativos
Flowmap 7.4

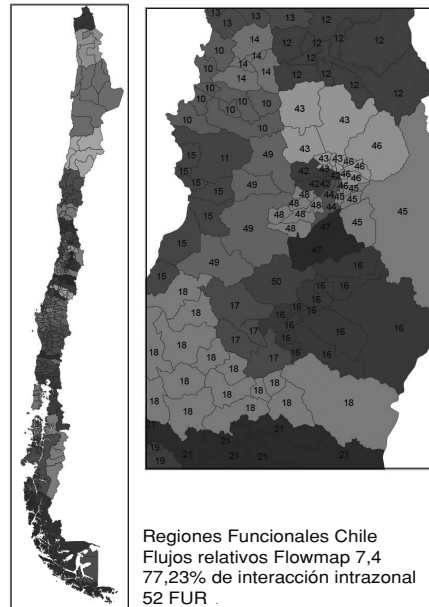


Figura 12. RUF - Flujos comunas
contiguas

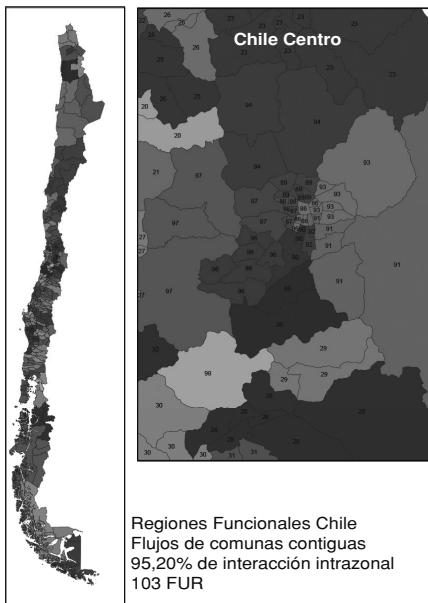
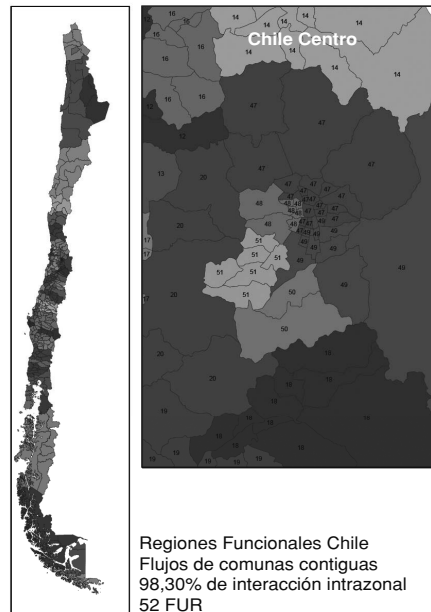


Figura 13. RUF - Flujos comunas
contiguas



método se encuentra en los anexos 3 y 4 respectivamente. La consideración de una matriz de contigüidad de orden uno combinada con los flujos de conmutación asociados a esta matriz soluciona la falta del criterio de contigüidad en el algoritmo Intramax, además de aumentar el porcentaje de interacción intrazonal (95,20% y 98,30%).

7. Discusión

En el presente artículo realizamos un análisis exploratorio con variaciones del método Intramax. Consideramos cinco variaciones del Intramax, uno de las cuales es un método alternativo que incorpora los flujos de conmutación a larga distancia. En cada una de estas variaciones es necesario definir el número de RUF exógenamente, porque no existe una regla *a priori*. Sin embargo, para medir la potencialidad de los métodos a utilizar, podríamos basarnos en el porcentaje de interacción intrazonal y en la forma geográfica de los mercados laborales. La tabla 8 muestra un resumen solamente para aquellos métodos que cumplen con el criterio de contigüidad (método 3, 4 y 5). Sería vano incluir en la tabla aquellos métodos que no cumplen con este criterio.

Tabla 8. Comparación de métodos Intramax

| <i>Método Intramax</i> | <i>Número de RUF</i> | <i>% Interacción Intrazonal</i> |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 3. Con flujos absolutos | 103 | 98,08 |
| | 52 | 99,55 |
| 4. Con flujos relativos | 103 | 70,01 |
| | 52 | 77,23 |
| 5. Con flujos de comunas contiguas | 103 | 95,20 |
| | 52 | 98,30 |

En los métodos 3 al 6, utilizamos un número máximo y mínimo de RUF (103 y 52 RUF, respectivamente), los cuales proporcionan mayores porcentajes intrazonales que son posteriormente comparados. El método 3 considera los flujos absolutos de la versión 7.4 del Flowmap, los porcentajes de interacción intrazonal son 98,08% y 99,55%, respectivamente, para el número de RUF fijado. Estos porcentajes de interacción son los mayores en la tabla, pero uno de los mercados laborales formados cubre una amplia área geográfica. Este hecho puede ser problemático ya que al considerar todos los flujos de conmutación absolutos muchas de las comunas que forman la RUF no podrían estar interrelacionadas, especialmente las que se alejan más en cuanto a la distancia. Cabe destacar que este problema puede afectar la interpretación de las nuevas unidades.

El método 4 considera los flujos de conmutación relativos de la versión 7.4 del Flowmap. En este caso la interacción intrazonal disminuye considerablemente con respecto al método anterior (70,01% y 77,23%, respectivamente). Por último, proponemos un método alternativo no considerado en la literatura, en el cual incluimos el tratamiento de los flujos de conmutación a larga distancia (Método 5). El porcentaje de Interacción Intrazonal es de 95,20% y 98,30%, respectivamente, porcentajes que son mayores que el método 4. Los mercados funcionales formados por este método muestran que el espacio es relevante para comprender la funcionalidad de las áreas. Este método garantiza la contigüidad de las RUF al proponer una alternativa que trata la contigüidad a larga distancia incluyendo la matriz de contigüidad de orden uno, además de garantizar un alto porcentaje de interacción intrazonal y mercados laborales con unidades espaciales en su mayoría interrelacionadas, ventajas que consideramos importantes al momento de elegir el método a utilizar para la construcción de RUF.

8. Conclusiones

La oferta de trabajo de los mercados laborales independientes es afectada por los flujos de conmutación. En tal sentido diferentes autores han sugerido la construcción de regiones funcionales para el análisis económico de mercados laborales. Las regiones funcionales están formadas por pequeñas unidades espaciales que interactúan entre sí de acuerdo a los flujos de conmutación. Las regiones funcionales consideran criterios económicos para su formación que podrían enriquecer diversos análisis socio-económicos, de ahí su importancia. En el presente artículo denominamos a las regiones funcionales como RUF que para el caso de Chile aún no se han construido oficialmente. La validación empírica de las metodologías propuestas no rechazan la hipótesis de este artículo: Chile pareciera poseer mercados funcionales más allá de las divisiones administrativas observadas.

El caso de Chile es un caso particular debido a que existe conmutación a larga distancia. La conmutación de larga distancia afecta a la construcción de regiones funcionales debido a que el criterio de contigüidad espacial podría ser quebrantado. El criterio de contigüidad es importante para la construcción de RUF por lo que sugerimos abordar esta falta de consideración incorporando en el algoritmo Intramax los elementos de una matriz de contigüidad de orden uno.

En el presente artículo se consideran 5 variaciones del método Intramax a fin de mostrar los resultados para el caso de Chile, que respeten los criterios considerados para la formación de las RUF's. La construcción de las RUF's con las variaciones del método Intramax del presente artículo muestran alternativas para solucionar el problema de discontinuidad maximizando la interacción entre unidades espaciales. Solamente tres de las variaciones consideradas cumplen con el criterio de contigüidad y muestran altos porcentajes de interacción intrazonal.

Las RUF's construidas por el método Intramax incorporando los elementos de una matriz de contigüidad de orden uno, para el caso particular de Chile, presen-

tan ventajas. Primero, solucionamos el problema de flujos de conmutación de larga distancia obteniendo RUF's que respetan el criterio de contigüidad. Segundo, el porcentaje de interacción intrazonal es alto (95.20% y 98.30% para 103 y 52 RUF, respectivamente). Por último, los mercados laborales formados garantizan la interrelación entre la mayoría de las comunas, por tanto las RUF formadas por este método son consistentes.

9. Bibliografía

- Anselin, L. (1988): *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic publishers, Boston.
- Aroca, P., y Atienza, M. (2008): «La conmutación regional en Chile y su impacto en la Región de Antofagasta», *Revista Eure*, vol. XXXIV, núm. 102, pp. 97-120.
- (2011), «Economic implications of long distance commuting in the Chilean mining industry», *Resources Policy*, vol. 36, pp. 196-203.
- Berdegúe, J.; Jara, B.; Fuentealba, R.; Tohá, J.; Modrego, F.; Schejtman, A., y Bro, N. (2011): «Territorios Funcionales en Chile», *Documento de trabajo*, Programa dinámicas territoriales rurales, Rimisp-centro Latinoamericano para el desarrollo rural.
- Boix R., y Veneri, P. (2009): «Metropolitan Areas in Spain and Italy», *Working Paper in Economics*, núm. 09.01, Institut D'estudis Regionals I metropolitans Barcelona (IERMB).
- Casado-Díaz, J. M., y Coombes, M. (2011): «The Delineation of 21st Century local labour market areas: A critical review and a research agenda», *Boletín de la Asociación de Geógrafos españoles*, núm. 57.
- Casado-Izquierdo, J. M., y Propín, E. (2008): «Praxis internacional en el estudio de mercados laborales locales», *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, núm. 65, pp. 118-137.
- Cörvers, F.; Hensen, M., y Bongaerts, D. (2009): «Delimitation and Coherence of Functional and Administrative Regions», *Regional Studies*, vol. 43, núm. 1, pp. 19-31.
- Curson, D.; Goguen, C., y Mathews, N. (2000): «Long-distance Commuting by Brown-headed Cowbirds in New Mexico», *The auk*, vol. 117, núm. 3, pp. 795-799.
- Drobne, S.; Konjar, M.; Lisec, A.; Pichler, N.; Zavodnik A. (2010): «Functional Regions Defined by Urban Centres of (Inter)National Importance - The Case of Slovenia», reviewed paper.
- Duque, J.; Ramos, R., y Suriñach, J. (2007): «Supervised Regionalization Methods: A Survey, International», *Regional Science Review*, núm. 30, 3, pp. 195-220
- Green, A.; Hogarth, T., y Shackleton, R. (1999): «Longer distance commuting as a substitute for migration in Britain: a review of trends, issues and implications», *International Journal of Population Geography*, vol. 5, núm. 1, pp. 49-67.
- Hemmasi, M. (1980): «The identification of functional regions based on lifetime migration data: A case study of Iran», *Economic Geography*, vol. 56, núm. 3, pp. 223-233.
- Houghton, D. S. (1993): «Long-distance Commuting: a new Approach to Mining in Australia», *The Geographical Journal*, vol. 159, núm. 3, pp. 281-290.
- Karlsson, C., y Olsson, M. (2006): «The identification of functional regions: theory, methods, and applications», *Ann Reg Sci*, núm. 40, pp. 1-18.
- Keane, M. (1978): «A Functional Distance Approach To Regionalization», *Regional Studies*, vol. 12, núm. 3, pp. 379-386.
- Limtanakool, N.; Dijst, M., y Schwanen, T. (2007): «A Theoretical Framework and Methodology for Characterising National Urban Systems on the Basis of Flows of People: Empirical Evidence for France and Germany», *Urban Studies*, vol. 44, núm. 11, pp. 2123-2145.

- Mitchel, W., y Watts, M. (2009): «Identifying Functional Regions in Australia Using Hierarchical Aggregation Techniques», *Geographical Research*, vol. 48, núm. 1, pp. 24-41.
- Noronha, V., y Goodchild, M. (1992): «Modeling Interregional Interaction: Implications for Defining Functional Regions», *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 82, núm. 1, pp. 86-102.
- Puga, D. (2010): «The magnitude and causes of agglomeration economies», *Journal of Regional Science's*, vol. 50, núm. 1, pp. 203-219.
- Rubiera, F., y Viñuela, A. (2012): «From Local Units to Economic Regions in Spain. Where agglomeration economies are meaningful», *Rethinking the economic region, Part I Building Economics Areas From Local Data*, pp. 27-57.
- Sforzi, F. (2012): «From Administrative Spatial Units to Local Labour Market Areas Some Remarks on the Unit of Investigation of Regional Economics with Particular Reference to the applied Research in Italy», *Rethinking the economic region, Part I Building Economics Areas From Local Data*, pp. 3-25.
- Tolbert, Ch., y Killian, M. (1978): «Labor Market Areas for the United States», *Departament of agriculture, Economic Research Service, Agriculture and Rural Economy Division*.