

DOCUMENTO DE TRABAJO 65 2013

Influencia del binomio residencia-trabajo en el desarrollo económico y social aragonés

Manuel Salvador Figueras UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Pilar Gargallo Valero UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

María Pilar Alonso Logroño UNIVERSITAT DE LLEIDA





Documento de Trabajo nº 65/2013

Este trabajo, así como una versión ampliada del mismo, puede consultarse en la página web de FUNDEAR:

https://www.fundear.es

Edita: Fundación Economía Aragonesa FUNDEAR

ISSN: 1696-5193 **D.L:** Z-813-2003

© de la edición, Fundación Economía Aragonesa, 2013

© del texto, los autores, 2013

La serie Documentos de Trabajo que edita FUNDEAR, incluye avances y resultados de los trabajos de investigación elaborados como parte de los programas y proyectos en curso. Las opiniones vertidas son responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción parcial para fines docentes o sin ánimo de lubro, siempre que se cite la fuente.

Este documento de trabajo forma parte de la décima convocatoria de proyectos de investigación sobre economía aragonesa de FUNDEAR.

Influencia del binomio residencia-trabajo en el desarrollo económico y social aragonés

Manuel Salvador Figueras

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

Pilar Gargallo Valero

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

María Pilar Alonso Logroño

UNIVERSITAT DE LLEIDA

Fundación Economía Aragonesa

INDICE

Introducción	88
PRIMERA PARTE: MEDICIÓN DE LA CONECTIVIDAD	12
1. Metodología estadística	12
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Modelo de interacción espacial	13
1.3. Estimación y selección del modelo	13
1.3.1. Distribución a priori	14
1.3.2. Distribución a posteriori	14
1.4. Conectividad residencial	15
1.5. Conectividad laboral	17
1.6. Conectividad global	20
2. Conectividad de los municipios aragoneses	20
2.1. Datos y fuentes de información	21
2.2. Estimación y selección del modelo	23
2.3. Análisis de la conectividad	25
2.3.1. Conectividad residencial	25
2.3.2. Conectividad laboral	29
2.3.3. Conectividad global	32
SEGUNDA PARTE: RELACIÓN DE LA CONECTIVIDAD CON EL DES ECONÓMICO Y SOCIAL	
3. Situación económico-social de los municipios aragoneses	36
3.1. Datos y fuentes de información	
3.2. Análisis estadístico del desarrollo económico-social	
4. Relación de la conectividad sobre el desarrollo económico-social	45
4.1. Influencia de la conectividad en el desarrollo económico y social	45
4.2. Influencia del desarrollo económico y social sobre la conectividad	49
5. Conclusiones	50
Bibliografía	53
Apéndice matemático	55

INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Figura	1	Límites geográficos de las configuraciones	21
Figura	2	Número de trabajadores residentes (izquierda) y puestos de trabajo	
		(derecha) de las configuraciones	22
Tabla	1	Bondad de ajuste de los modelos estimados	24
Tabla	2	Estimación de los parámetros del modelo potencial	24
Figura	3	Conectividad residencial en Aragón por configuraciones	26
Figura	4	Izquierda: Atractivo residencial; Centro: Impedancia residencial;	
		Derecha; 100* Im pedancia externa residencial %	27
		Im pedancia residencia I	
Figura	5	Atractivo versus impedancia residenciales	28
Figura	6	Impedancia versus porcentaje de impedancia externa residenciales	28
Figura	7	Conectividad laboral en Aragón por configuraciones	29
Figura	8	Izquierda: Atractivo laboral; Centro: Impedancia laboral;	
		Derecha; 100* Im pedancia externa laboral %	30
Figura	9	Atractivo laboral versus Impedancia laboral	31
Figura	10	Impedancia versus porcentaje de impedancia externa laborales	
Figura	11	Conectividad residencial y laboral	
Figura	12	•	
Eiguro	12	Conactividad global vorque retio atractivo global	22
Figura	13	Conectividad global versus ratio atractivo global Im pedancia global	აა
Tabla	3	Indicadores de desarrollo económico-social seleccionados	36
Tabla	4	KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett	37
Tabla	5	Comunalidades	37
Tabla	6	Varianza total explicada por los factores	38
Tabla	7	Matriz de estructura de los factores	38
Tabla	8	Matriz de coeficientes para calcular las puntuaciones de los factores	39
Figura	14	Distribución territorial del desarrollo económico, industrial y	
		demográfico en las configuraciones aragonesas	40
Figura	15	Distribución territorial del nivel de estudios y poder adquisitivo en	
		las configuraciones aragonesas	41
Figura	16	Distribución territorial del grado de terciarización en las	
		configuraciones aragonesas	42
Figura	17	Influencia de la conectividad global sobre el grado	
		de masculinidad en las configuraciones aragonesas	
Tabla	9	Matriz de correlaciones de los factores	44
Figura	18	Influencia de la conectividad global sobre el desarrollo	
		económico, industrial y demográfico	
Figura	19	Influencia de la conectividad global sobre el nivel de estudios y poder adquisitivo	
Figura	20	Influencia de la conectividad global sobre el grado de terciarización	
Figura	21	Influencia de la conectividad global sobre el grado de masculinidad	
Tabla	10	Regresión del grado de conectividad sobre las dimensiones de	49
Figura	22	Movimiento simultáneo de las 4 dimensiones de desarrollo económico	
		y social según el grado de conectividad global	50

Resumen:

En esta investigación se analiza si la existencia de flujos laborales entre los municipios aragoneses, originados por la separación de los lugares de trabajo y de residencia, contribuye a ofrecer distintas tipologías de desarrollo económico. Más concretamente, se estudia cómo la existencia de interacciones espaciales, fomentadas por las dinámicas de los desplazamientos laborales cotidianos entre dichos municipios, puede ir asociada a su desarrollo económico-social.

Para ello se establece, en la primera parte del trabajo, una metodología estadística Bayesiana que permite medir la conectividad de un conjunto de localidades como lugares de residencia y de trabajo, a partir de las matrices de desplazamientos diarios de sus trabajadores. La metodología permite discriminar, en particular, qué parte de la conectividad de una localidad viene determinado por el atractivo de su situación geográfica, y qué parte se debe a las dificultades de acceso a la misma, medidas éstas a partir del tiempo de desplazamiento entre localidades. Utilizando datos del Censo de 2001 referentes a la movilidad residencia-trabajo en Aragón que, actualmente, son los únicos disponibles a escala de individuo, se cuantifica el grado de conectividad de los municipios aragoneses, tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo, y se identifican las zonas de Aragón con un mayor grado de conectividad global.

En la segunda parte del trabajo se analiza la relación existente entre el nivel de conectividad de cada municipio y su grado de desarrollo económico-social. Con este objetivo, se han seleccionado un conjunto exhaustivo de características socio-económicas relacionadas con la educación, los servicios, la economía, la vivienda y los niveles de calidad de vida de los municipios, buscando capturar la situación económico-laboral, social y demográfica de Aragón en el año 2001. Posteriormente, se investiga la relación de los indicadores seleccionados con los niveles de conectividad de cada municipio, tanto a nivel univariante como multivariante. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que las zonas de mayor nivel de conectividad tienden a estar situadas en los principales centros industriales y de servicios de la comunidad aragonesa, Este hecho pone de manifiesto la importancia que tiene el grado de conectividad de las localidades aragonesas a la hora de diseñar políticas que mejoren el desarrollo económico-social así como la calidad de vida de los ciudadanos aragoneses.

Palabras clave: Movilidad laboral; conectividad laboral y residencial; desarrollo económico y social; modelos de interacción espacial; inferencia Bayesiana.

Código JEL: C11, C21, J61, O18

Abstract:

This research examines whether the existence of labour flows between Aragonese municipalities, caused by the separation of workplace and residence, provide different types of economic development. More specifically, we study how the existence of spatial interactions, promoted by the dynamics of commuting between municipalities, may be associated with socioeconomic development. To that aim, in the first part of the work, we establish a Bayesian statistical methodology to measure the connectivity of a collection of localities considered as residence and workplaces, from their daily labour matrix of flows. In particular, the methodology allows distinguish which part of the connectivity of a locality is determined by its geographical location, and which part is due to the difficulty of access to it, measured from its labour travel time. Using data concerning the residence-job mobility in Aragon from the last Spanish National Census (2001) we quantify the connectivity degree of Aragonese municipalities, both as residence and workplaces. In addition, we identify the areas of Aragón with a higher degree of connectivity.

In the second part of the work, we analyze the relationship between the connectivity level of each municipality and their degree of socioeconomic development. To this end, we have selected a comprehensive set of socioeconomic indicators related to education, services, economy, housing and quality of life aspects, and we describe the socioeconomic, labour and demographic situation of Aragón in 2001. Subsequently, we investigate the relationship of the selected indicators to the connectivity levels of each municipality, both at univariate and multivariate levels. The results obtained show that the areas of highest level of connectivity tend to be located in the main industrial and services centres of Aragón. This fact highlights the importance of the degree of connectivity of the Aragonese localities when designing policies to improve the socioeconomic development and the life quality of Aragonese citizens.

Keywords: Labour Commuting; Labour and Residential Connectivity; Socioeconomic Development;

Spatial Interaction Models, Bayesian Inference

JEL Code: C11, C21, J61, O18

Introducción

En momentos como el actual de crisis económica, conviene buscar modelos de comportamiento que permitan caracterizar los distintos territorios y nos acerquen a las claves de sus dinámicas de desarrollo. En este contexto, el estudio de los desplazamientos laborales es, desde hace ya varias décadas, uno de los temas fundamentales para entender la organización de muchos territorios (Castañer y otros, 2001; Gonzalvez, 2005; Kaufmann, 2006; Alonso y otros, 2007; Roquer, 2007; Alonso y otros, 2008 entre otros)

La movilidad por motivos laborales está en permanente crecimiento, generando procesos de difusión territorial de los centros de actividad económica y de los lugares de residencia de la población. Sin embargo, no todos los territorios han sido afectados de la misma manera, por lo que es importante acercarnos a ellos, comprobar cómo se reflejan estos procesos y valorarlos a medida que los flujos de movilidad se modifiquen (Alonso y otros, 2008). La identificación de las dinámicas de los desplazamientos laborales puede ayudar a caracterizar el grado de desarrollo económico de los espacios afectados. Así, existen territorios convertidos en espacios meramente dormitorios, otros que han centrado su desarrollo en actividades fabriles y otros en los que conviven varios tipos de dinámicas asociadas a sus flujos de entrada y salida así como a sus condiciones socio-económicas, etc.

En esta investigación pretendemos analizar si la existencia de flujos laborales entre los municipios aragoneses, originados por la separación de los lugares de trabajo y de residencia, contribuye a ofrecer distintas tipologías de desarrollo económico. Para ello partimos del concepto de conectividad entre territorios entendida como una cualidad que surge y se desarrolla a partir de vínculos entre territorios y actividades que se interrelacionan (Rozas y Figueroa, 2006), de tal manera que este concepto nos acerca a la formación de unos flujos que explican movimientos cada vez más intensos y frecuentes que llevan a la formación de interacciones entre territorios generando distintos tipos de desarrollo. Por tanto, generar modelos que expliquen el grado de conectividad de los territorios, teniendo en cuenta los movimientos que la población ocupada realiza de manera cotidiana, así como buscar su influencia sobre sus características socio-económicas puede ayudar a un mejor planteamiento de la organización social y laboral de un espacio.

Este planteamiento no es nuevo en la literatura ya que, desde la aparición de los primeros modelos que analizan las interacciones territoriales de los flujos laborales (Alonso, 1964), las publicaciones dedicadas a este tema se han ido incrementando (ver, por ejemplo, Sen y Smith, 1985; Batten y Boyce, 1986; Hua, 2001; De Vries y otros, 2001; Roy y Thill, 2004). Dichas interacciones presentan, en la mayoría de las ocasiones, relaciones con las características socio-económicas de los lugares de origen y de destino, que pueden contribuir a explicar la influencia de las interacciones espaciales del binomio residencia-trabajo con el desarrollo socio-económico de los territorios afectados.

La mayoría de las medidas que examinan el peso de las interacciones espaciales de los movimientos de la población tienen en cuenta dos aspectos contradictorios: el atractivo de cada localidad como lugar de residencia o de trabajo teniendo en cuenta, en particular, su ubicación geográfica (Geurs y Ristema, 2001; Barrios et al, 2009) y la impedancia o la dificultad de acceder a él.

La literatura ofrece numerosas medidas de cálculo de las interacciones espaciales. El-Geneidy y Levinson (2011) distinguen los siguientes tipos:

- a) La medida de oportunidad acumulada o isocrónica (Vickerman, 1974; Wachs y Kumagai, 1973) que cuenta el número de oportunidades que pueden alcanzarse en un tiempo de desplazamiento predeterminado (o en una distancia concreta). La principal ventaja de esta medida es su sencillez de cálculo y puede utilizarse, por ejemplo, para identificar el número de localizaciones que ofrecen un determinado servicio a una distancia inferior a una dada. Sin embargo, tiene el inconveniente de no considerar ni el atractivo ni la impedancia del destino. Este coeficiente es utilizado en modelización hedónica para controlar el acceso a los servicios públicos en un barrio o en una localidad.
- b) Las medidas basadas en modelos gravitatorios, que son más flexibles e interpretables y que se apoyan en el uso de este tipo de modelos para describir los desplazamientos (Hansen, 1959). Para ello, utilizan una función de impedancia para evaluar el coste de viaje a cualquier destino; sin embargo, la falta de consenso acerca de la forma de la función de impedancia representa un inconveniente para este tipo de medidas. En la práctica, se han propuesto diversas formas funcionales (potenciales, exponenciales, logarítmicas) no existiendo una forma que muestre, de forma consistente y sistemática, los mejores resultados para explicar los flujos observados. Además, este tipo de medidas necesitan disponer de información precisa acerca del tiempo de viaje, que no siempre es fácil de obtener o está bien cuantificado.
- c) Las medidas en competición que, por una parte, miden el número de oportunidades potenciales de empleo de una localidad determinada y, por otra, el número de buscadores potenciales de empleo en la misma, calculando posteriormente el cociente entre ellos. Estas dos cantidades se estiman a partir de modelos de interacción espacial como, por ejemplo, el modelo doblemente restringido de Wilson (1971), que supone que el valor de las oportunidades de trabajo en cada localidad es el mismo para todos los trabajadores y que sólo depende de su número y no de su atractivo específico, restando realismo a la medida calculada.

Más recientemente, han aparecido un conjunto de medidas que utilizan únicamente la información de las matrices de desplazamiento entre las cuales destaca el método *place rank* propuesto por El-Geneidy y Levinson (2011). En estos métodos, los desplazamientos individuales contribuyen a la accesibilidad de su destino con un peso que depende de la capacidad de atracción de su origen. Tienen la ventaja adicional de que su cálculo no requiere la construcción de un modelo de demanda de transporte regional, lo que da flexibilidad a la metodología y un mayor realismo.

Todas las medidas anteriores tienen el inconveniente de no estimar simultáneamente el grado de conectividad de una localidad como lugar de trabajo y lugar de residencia. En nuestra opinión, este hecho conduce a un proceso de cuantificación menos realista, dado que estos dos aspectos están estrechamente relacionados. Además, no tienen en cuenta la ubicación geográfica de la localidad que induce dependencias de carácter espacial en los desplazamientos que deben ser tenidas en cuenta a la hora de valorar la conectividad de las localidades de origen y destino.

En este trabajo se propone un procedimiento estadístico para calcular la conectividad entre los territorios a partir de los flujos laborales y poner a prueba la forma de la función de impedancia que subsana los inconvenientes comentados. La metodología se basa en la utilización de un modelo de Poisson con efectos aleatorios espaciales propuesto recientemente por LeSage y otros. (2007) para describir los desplazamientos entre distintos territorios. Este modelo proporciona un marco muy general para estimar simultáneamente el grado de conectividad de un conjunto de localidades como lugares de residencia y de trabajo incorporando las dependencias espaciales existentes entre los desplazamientos. La estimación del modelo se lleva a cabo utilizando un enfoque Bayesiano que permite analizar la forma de la función de impedancia mediante procedimientos de comparación de modelos así como llevar a cabo inferencias exactas acerca de sus parámetros.

La metodología propuesta permite, además, descomponer las medidas de conectividad residencial y laboral obtenidas para cada localidad en dos componentes: una que mide el atractivo de cada localidad en función de su situación espacial y otra relacionada con su impedancia distinguiendo, en éste último caso, una componente interna relacionada con los desplazamientos dentro de cada localidad, y otra externa, relacionada con las dificultades de acceso hacia (en el caso de la conectividad como residencia) o desde (en el caso de conectividad como lugar de trabajo) otras localidades.

Finalmente, se propone un método de construcción de una medida de conectividad global de cada localidad que trata de capturar los factores comunes habitualmente subyacentes a su atractivo conjunto como lugar de residencia y trabajo.

La metodología se aplica a datos del Censo Nacional de España del 2001 correspondientes a Aragón, trabajados a nivel de municipio, identificando las zonas de la comunidad aragonesa con mayor grado de conectividad, así como la importancia de las componentes anteriores que nos permiten describir con más precisión los patrones de movilidad por motivos laborales existentes en la comunidad aragonesa. Finalmente, se analiza el impacto de las medidas de conectividad sobre las dimensiones latentes a los patrones de desarrollo económico-social de los municipios, capturados éstos mediante un conjunto seleccionado de indicadores.

La elección de estos indicadores se ha realizado aplicando varios criterios. En primer lugar, la disponibilidad de información referida al periodo temporal analizado, el año 2001, y con la necesaria desagregación territorial (escala municipal), fue el primer filtro ineludible de selección. En segundo lugar, se han seleccionado aquéllos a los que se atribuye un

significado relevante para evaluar el desarrollo socioeconómico, identificando cinco grandes aspectos: economía, demografía, educación, vivienda, servicios y de calidad de vida. Finalmente, se han escogido los que expresan con mayor sencillez y fiabilidad el hecho medido, con objeto de que la integración resulte inteligible.

El trabajo consta de dos partes: la primera parte está dedicada al análisis de la conectividad de los municipios aragoneses. Así, en la sección 1, se establece la metodología estadística para medir la conectividad laboral y residencial de un conjunto de localidades y se muestra cómo llevar a cabo su descomposición en sus componentes de atractivo espacial e impedancia a partir de las matrices de desplazamientos diarios de sus trabajadores. Posteriormente, en la sección 2 se aplica dicha metodología al análisis de la conectividad de los municipios aragoneses utilizando datos de movilidad laboral diaria proporcionados por el Censo de 2001 a nivel municipal, y se identifican las zonas de Aragón con un mayor grado de conectividad.

En la segunda parte del trabajo se analiza la relación existente entre el nivel de conectividad de cada localidad y su grado de desarrollo económico-social medido a partir de un conjunto de indicadores seleccionados al efecto. Con este fin, en la sección 3 se realiza un Análisis Factorial para identificar los factores comunes que describen, de forma sintética, las dependencias existentes entre ellos, poniendo de manifiesto las dimensiones subyacentes a los niveles de desarrollo económico y social de los municipios aragoneses. Finalmente, en la sección 4, se investiga la relación entre la conectividad global de cada municipio y su nivel de desarrollo a partir de los factores comunes identificados.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que las zonas de mayor nivel de conectividad tienden a estar situadas en las 3 capitales de provincia, las principales cabeceras de comarca y en los principales centros industriales y de servicios de la comunidad aragonesa, estando relacionadas, de forma directa, con sus niveles de desarrollo económico y social. Este hecho corrobora la importancia que tienen las interacciones espaciales entre las localidades aragonesas a la hora de diseñar políticas que mejoren el desarrollo económicosocial así como la calidad de vida de sus ciudadanos. Además, los resultados obtenidos pueden ser muy útiles para plantear estrategias y alternativas de desarrollo en territorios con problemas. En este sentido, las caracterizaciones de los territorios "ganadores" pueden aportar un posible modelo de comportamiento a exportar y poner en práctica en otros territorios, con el fin de incrementar el nivel de desarrollo económico en aquellas áreas de Aragón en las que se planteen problemas de atracción.

Finalmente, nos gustaría hacer notar que el planteamiento metodológico desarrollado para el estudio de Aragón consta de algunas aportaciones que podrían exportarse o ser recogidas en ejercicios similares aplicados con datos más actuales e incluso a otras regiones españolas.

PRIMERA PARTE: MEDICIÓN DE LA CONECTIVIDAD

1. Metodología estadística

En este apartado se desarrolla la metodología estadística Bayesiana utilizada para medir la conectividad de un conjunto de localidades como lugares de residencia y de trabajo. La metodología permite discriminar, en particular, qué parte de la conectividad de una localidad viene determinada por el atractivo de su situación geográfica, y qué parte se debe a las dificultades de acceso a la misma. Empezamos la sección planteando el problema, describiendo el modelo y los procesos de selección y estimación del mismo. A continuación, se indica cómo analizar la conectividad residencial y laboral. Finalmente, presentamos la medida global que cuantifica el grado de conectividad de cada localidad.

1.1 Planteamiento del problema

Sea $\mathbf{B} = \{B_1, ..., B_K\}$ el área geográfica estudiada dividida en un conjunto de K unidades básicas espaciales.

Nuestro objetivo es medir para cada elemento de **B** su nivel de conectividad global. Para ello partimos de la información proporcionada por la matriz de flujos diarios de trabajadores entre los elementos de **B**, $\mathbf{N} = (n_{ij})$ (KxK), de modo que n_{ij} representa el número de personas que residen en la unidad B_i y trabajan en la unidad B_i ; i,j=1,...,K

Sea $T = (t_{ij})$ (KxK) la matriz de los tiempos de viaje entre los elementos de B, donde t_{ij} representa el tiempo de viaje entre B_i y B_j ; i, j=1,..., K. En particular, t_{ii} mide el tiempo de desplazamiento interno en la unidad B_i , es decir, para aquellas personas que viven y trabajan en B_i .

La matriz **T** se utiliza para definir la componente de impedancia que busca cuantificar la dificultad de acceso a cada localidad, tanto para ir a trabajar desde ella (impedancia residencial) como para ir a trabajar a ella (impedancia laboral).

La conectividad residencial de una unidad B_i se determina mediante el número de trabajadores que viven en ella, $n_{i.} = \sum_{j=1}^K n_{ij}$, mientras que la conectividad laboral mediante el

número de personas que trabajan en ella, $n_{,i} = \sum_{i=1}^{K} n_{ji}$.

Nuestra propuesta es usar modelos de interacción espacial que nos permitan capturar los patrones sistemáticos existentes en los desplazamientos diarios de los trabajadores. Para ello utilizaremos la información proporcionada por la matriz de flujos **T** y la localización

espacial de los elementos de **B**. A partir de la información obtenida se calculan para cada unidad i = 1, ..., K los flujos esperados $E[n_{i,j}]$ y $E[n_{i,j}]$ que nos ayudarán a medir la conectividad laboral y residencial de B_i , respectivamente.

A continuación, se describe el modelo utilizado para llevar a cabo este estudio.

1.2 Modelo de interacción espacial

Utilizamos un modelo de interacción jerárquico con efectos espaciales propuesto en Lesage y otros (2007) y dado por:

$$n_{ij} \sim Poisson(\lambda_{ij}) i,j=1,...,K$$
 (1)

con

$$\log(\lambda_{ij}) = \alpha + \theta_i + \phi_j + f(t_{ij}; \gamma)$$
(2)

donde:

 $\{\theta_i; i=1,..., K\}$ es un conjunto de efectos espaciales aleatorios que recogen el atractivo residencial de B_i debido a su situación geográfica. Estos efectos capturan dependencias espaciales descritas por un modelo espacial autorregresivo (SAR) dado por:

$$\theta = \rho_{o} \mathbf{C} \theta + \mathbf{u}_{o} \text{ con } \mathbf{u}_{o} \sim \mathsf{N}_{\mathsf{K}} (\mathbf{0}, \sigma_{o}^{2} \mathbf{I}_{\mathsf{K}}) \text{ siendo } \theta = (\theta_{1}, \dots, \theta_{\mathsf{K}})'$$
 (3)

donde $\mathbf{C} = (c_{ij})$ es una matriz KxK de contigüidad de primer orden entre las unidades básicas espaciales y ρ_o refleja el grado de dependencia espacial entre esos efectos.

 $\{\phi_i; i=1,..., K\}$ es un conjunto de efectos espaciales aleatorios que recogen el atractivo laboral de B_i debido a su situación geográfica. Estos efectos capturan dependencias espaciales descritas por un modelo espacial autorregresivo (SAR) dado por:

$$\phi = \rho_d \mathbf{C} \phi + \mathbf{u}_d \text{ con } \mathbf{u}_d \sim \mathbf{N}_K (\mathbf{0}, \sigma_d^2 \mathbf{I}_K) \text{ siendo } \phi = (\phi_1, \dots, \phi_K)'$$
 (4)

donde ρ_d refleja el grado de dependencia espacial entre esos efectos.

 $f(t_{ij};\gamma)$ es una función de impedancia que cuantifica la dificultad de acceso de la unidad B_i (como lugar de residencia) a la unidad B_j (como lugar de trabajo) a partir del tiempo de viaje entre ambas localidades si $B_i \neq B_i$, o del tiempo de desplazamiento interno si $B_i = B_j$.

1.3 Estimación y selección del modelo

Para estimar el modelo (1) - (4), adoptamos un enfoque Bayesiano que nos permite hacer inferencias precisas acerca de sus parámetros. Para ello es necesario especificar la distribución a priori de los parámetros del modelo la cual describimos a continuación.

1.3.1 Distribución a priori

La distribución a priori viene dada por:

$$\boldsymbol{\beta} = (\alpha, \gamma)' \sim N_2(\mathbf{0}, w^2 \mathbf{I}_2) \tag{5}$$

$$\tau_{o} = \frac{1}{\sigma_{o}^{2}} \sim \text{Gamma}\left(\upsilon_{0}, \upsilon_{0} s_{0}^{2}\right), \ \rho_{o} \sim \text{Unif}\left(\kappa_{\text{min}}^{-1}, \kappa_{\text{max}}^{-1}\right)$$
 (6)

$$\tau_{d} = \frac{1}{\sigma_{d}^{2}} \sim \text{Gamma}\left(\upsilon_{d}, \upsilon_{d} s_{d}^{2}\right), \ \rho_{d} \sim \text{Unif}\left(\kappa_{\text{min}}^{-1}, \kappa_{\text{max}}^{-1}\right)$$
 (7)

donde υ_o , υ_d , S_o^2 , $S_d^2 > 0$, y para los valores $\kappa_{min} < 0$, $\kappa_{max} > 0$ se toman el mínimo y el máximo de los valores propios de la matriz \mathbf{C} con el fin de garantizar la estacionariedad de los procesos autorregresivos espaciales (3) y (4).

1.3.2 Distribución a posteriori

Teniendo en cuenta todas las expresiones de (1) a (7) y aplicando el teorema de Bayes, la distribución a posteriori viene dada por:

$$\begin{split} & \left[\left(\alpha,\gamma,\pmb{\theta}^{'},\rho_{o},\tau_{o},\pmb{\phi}^{'},\rho_{d},\tau_{d}\right)'|\text{Datos}\right] \propto \\ & \propto \left[\left\{n_{ij},t_{ij};i,j=1,\ldots,K\right\}\!\!\!\left(\!\alpha,\gamma,\pmb{\theta}^{'},\pmb{\phi}^{'}\right)\!\!,\left\{t_{ij};i,j=1,\ldots,K\right\}\!\right] x[\pmb{\theta}|\rho_{o},\tau_{o}] \left[\pmb{\phi}|\rho_{d},\tau_{d}\right] \left[\rho_{o}\right] \left[\tau_{o}\right] \left[\rho_{d}\right] \left[\tau_{d}\right] \propto \\ & \propto \prod_{i=1}^{K}\prod_{j=1}^{K}\lambda_{ij}^{n_{ij}}e^{-\lambda_{ij}}\left[\tau_{o}^{\frac{K}{2}}\left|\pmb{B}_{o}^{'}\pmb{B}_{o}\right|^{\frac{1}{2}}e^{-\frac{\tau_{o}}{2}\pmb{\theta}^{'}\left(\pmb{B}_{o}^{'}\pmb{B}_{o}\right)^{-1}\pmb{\theta}}\left[\tau_{d}^{\frac{K}{2}}\left|\pmb{B}_{d}^{'}\pmb{B}_{d}\right|^{\frac{1}{2}}e^{-\frac{\tau_{d}}{2}\pmb{\phi}^{'}\left(\pmb{B}_{d}^{'}\pmb{B}_{d}\right)^{-1}\pmb{\phi}} \right] \\ & I_{\left(K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,n},K_{n,$$

donde Datos = $(n_{ij}, t_{ij}; i, j = 1,...,K)$, I_A es la función indicador de A y además se han aplicado los siguientes resultados:

$$\boldsymbol{\theta} \mid \rho_o, \ \boldsymbol{\sigma}_o^2 \sim N_K \! \! \left(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{\sigma}_o^2 \! \! \left(\! \boldsymbol{B}_o^{} \! \boldsymbol{B}_o^{} \right)^{\!\! -1} \right) \text{ siendo } \boldsymbol{B}_o = \boldsymbol{I}_K - \rho_o \boldsymbol{C}$$

$$\phi \mid \rho_d, \ \sigma_d^2 \sim N_K \bigg(\boldsymbol{0}, \sigma_d^2 \bigg(\boldsymbol{B}_d^{'} \boldsymbol{B}_d \bigg)^{\!-1} \bigg) \ \text{siendo} \ \boldsymbol{B}_d = \boldsymbol{I}_K - \ \rho_d \boldsymbol{C}$$

Esta distribución no es analíticamente tratable, por lo que se recurre a métodos *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC) para calcularla (ver apéndice para la descripción del algoritmo). Como resultado de dicho algoritmo se obtiene la siguiente muestra de la distribución (8):

$$\left\{ \left(\alpha^{(s)}, \gamma^{(s)}, \mathbf{\theta}^{(s)}, \rho_o^{(s)}, \tau_o^{(s)}, \phi^{(s)}, \rho_d^{(s)}, \tau_d^{(s)} \right) | s = 1, ..., S \right\}$$
(9)

a partir de la cual se pueden hacer inferencias acerca de cada parámetro del modelo. En particular, podemos calcular estimaciones puntuales mediante el uso de medias o medianas a posteriori de las componentes de (9) o intervalos de credibilidad Bayesianos eligiendo los cuantiles apropiados.

1.4 Conectividad residencial

Una vez estimados los parámetros del modelo, este epígrafe define la conectividad residencial de cada unidad básica espacial y describe cómo calcularla e interpretarla.

Para ello, se calcula el valor de $E[n_{i.}]$ y se analiza su composición. Utilizando (1) tenemos que:

$$\text{E}\!\left[\!n_{ij} \mid \alpha,\!\gamma,\!\boldsymbol{\theta},\!\boldsymbol{\phi}\right]\!\!=\!\lambda_{ij}=\!e^{\alpha+\theta_i+\varphi_j+f\left(t_{ij};\!\gamma\right)}$$

y se sique que:

$$\text{E}\!\left[n_{i.} \mid \alpha, \gamma, \pmb{\theta}, \pmb{\phi}\right] = \text{E}\!\left[\sum_{j=1}^{K} n_{ij} \mid \alpha, \gamma, \pmb{\theta}, \pmb{\phi}\right] = \left.e^{\alpha + \theta_{i}} \cdot \sum_{j=1}^{K} e^{\phi_{j} + f\left(t_{ij}; \gamma\right)}\right]$$

Definimos el grado de conectividad residencial de una unidad de B_i (de ahora en adelante denotada como CR_i) mediante la expresión:

$$CR_{i} = \frac{E[n_{i.} \mid \alpha, \gamma, \mathbf{\theta}, \mathbf{\phi}]}{\sqrt{\prod_{k=1}^{K} E[n_{k.} \mid \alpha, \gamma, \mathbf{\theta}, \mathbf{\phi}]}}$$
(10)

Esta expresión compara el número esperado de trabajadores que viven en B_i, $E[n_{i.} \mid \alpha, \gamma, \theta, \phi]$,

con la media geométrica $\bigvee_{k=1}^K \mathsf{E} \big[\mathsf{n}_{\mathsf{k}.} \mid \alpha, \gamma, \pmb{\theta}, \pmb{\phi} \big]$ que calcula el número esperado de

trabajadores que viven en una unidad "promedio". De esta forma, cuanto mayor es CR_i , mayor es el nivel de conectividad residencial de B_i . Más concretamente, si $CR_i > 1$ (< 1) el nivel de conectividad residencial de B_i está por encima (por debajo) de la media.

Notar, en particular, que si denotamos $n_{..} = \sum_{i=1}^{K} n_{i.} = \sum_{i=1}^{K} n_{.j}$ entonces

$$E\left[\frac{n_{i.}}{n_{..}} \mid n_{..}, \alpha, \gamma, \mathbf{0}, \mathbf{\phi}\right] = \frac{CR_{i}}{\sum_{k=1}^{K} CR_{k}}$$
(11)

y, por tanto, CR_i determina la probabilidad esperada de que un trabajador resida en la unidad B_i , de modo que cuanto mayor es el valor de CR_i mayor es dicha probabilidad.

La conectividad residencial puede descomponerse en una componente de atractivo (CR_i^{ATR}) y una componente de impedancia (CR_i^{IMP}) del siguiente modo:

$$CR_{i} = CR_{i}^{ATR}CR_{i}^{IMP}$$
(12)

$$\text{donde } CR_i^{\text{ATR}} = \frac{e^{\theta_i}}{e^{\frac{1}{K}\sum_{k=1}^K \theta_k}} \ y \ CR_i^{\text{IMP}} = \frac{\sum_{j=1}^K e^{\phi_j} e^{f(t_{ij};\gamma)}}{\sqrt[K]{\prod_{k=1}^K \left(\sum_{j=1}^K e^{\phi_j} e^{f(t_{kj};\gamma)}\right)}} \,.$$

 $\mathsf{CR}_i^\mathsf{ATR}$ cuantifica el atractivo de la unidad B_i como lugar de residencia debido a su situación geográfica medida a través del efecto espacial θ_i , mientras que $\mathsf{CR}_i^\mathsf{IMP}$ cuantifica la dificultad para acceder desde B_i a los posibles lugares de trabajo B_j , medida por medio de la función de impedancia $\mathsf{e}^{\mathsf{f}(t_{ij};\gamma)}$. Notar que, en esta última componente, cada posible destino B_j es ponderado proporcionalmente por su atractivo laboral a través de la expresión e^{ϕ_j} , reflejando el hecho de que una localidad tiene una mayor conectividad residencial, si tiene pocos impedimentos para acceder a lugares de trabajo altamente atractivos.

Además, y teniendo en cuenta (11) y (12), se puede notar que la componente de atractivo CR_i^{ATR} captura la influencia que el efecto espacial θ_i ejerce en la probabilidad de que un trabajador viva en B_i , mientras que la componente de impedancia CR_i^{IMP} captura la influencia ejercida por la dificultad de acceder desde B_i a posibles destinos B_j , a través de la función de impedancia $e^{f(t_{ij};\gamma)}$.

La componente de impedancia CR_i^{IMP} puede, a su vez, descomponerse en la suma de dos subcomponentes, que denominamos *componentes de impedancia interna* $(CR_i^{IMP,INT})$ *y externa* $(CR_i^{IMP,EXT})$ de forma que:

$$CR_{i}^{IMP} = CR_{i}^{IMP;INT} + CR_{i}^{IMP,EXT}$$
(13)

donde

$$CR_{i}^{\text{IMP,INT}} = \frac{e^{\phi_{i}} e^{f(t_{ii};\gamma)}}{\sqrt{\prod_{k=1}^{K} \left(\sum_{j=1}^{K} e^{\phi_{j}} e^{f(t_{kj};\gamma)}\right)}}$$
(14)

$$CR_{i}^{IMP,EXT} = \frac{\sum_{j=1;j\neq i}^{K} e^{\phi_{j}} e^{f(t_{ij};\gamma)}}{\sqrt{\prod_{k=1}^{K} \left(\sum_{j=1}^{K} e^{\phi_{j}} e^{f(t_{kj};\gamma)}\right)}}$$
(15)

Para cada unidad B_i , la impedancia interna $CR_i^{IMP,INT}$ cuantifica la parte de la componente de impedancia explicada por su atractivo como lugar de trabajo para los trabajadores residentes en B_i , a través del efecto espacial ϕ_i , teniendo en cuenta además las dificultades internas de desplazamiento para acceder a puestos de trabajo en B_i cuantificada por la función de impedancia $e^{f(t_i;\gamma)}$. Por su parte, la impedancia externa $CR_i^{IMP,EXT}$ cuantifica la parte de la componente de impedancia explicada por las dificultades de desplazamiento para acceder al trabajo en otras unidades B_j con $j \neq i$, cuantificadas por las funciones de impedancia $e^{f(t_i;\gamma)}$ con $j \neq i$, ponderadas proporcionalmente por los efectos espaciales ϕ_j que cuantifican su atractivo como lugares de trabajo.

En particular, se verifica que:

$$E\left[\frac{n_{ii}}{n_{i}} \mid n_{i}, \alpha, \gamma, \theta, \phi\right] = \frac{CR_{i}^{\text{IMP;INT}}}{CR_{i}^{\text{IMP;INT}} + CR_{i}^{\text{IMP;EXT}}}$$

y, por lo tanto, $CR_i^{IMP,INT}$ determina la probabilidad condicional de que un trabajador que vive en B_i , trabaje también en B_i , mientras que $CR_i^{IMP,EXT}$ determina la probabilidad condicional de que un trabajador viviendo en B_i , tenga su lugar de trabajo fuera de B_i . Por tanto, mayores valores de $CR_i^{IMP,INT}$ y $CR_i^{IMP,EXT}$ conducen a mayores valores de las correspondientes probabilidades.

1.5 Conectividad laboral

Para medir la conectividad laboral, seguimos un proceso paralelo al descrito en 1.4, pero ahora considerando cada unidad básica espacial B_j como lugar de trabajo. Desde (1) se sigue que:

$$E[n_{.j} \mid \alpha, \gamma, \mathbf{0}, \boldsymbol{\phi}] = E\left[\sum_{i=1}^{K} n_{ij} \mid \alpha, \gamma, \mathbf{0}, \boldsymbol{\phi}\right] = e^{\alpha + \phi_{j}} \sum_{i=1}^{K} e^{\theta_{i} + f(t_{ij}; \gamma)}$$

Definimos *el grado de conectividad laboral de una unidad de B_j* (de ahora en adelante CL_j) mediante la expresión:

$$CL_{j} = \frac{E[n_{.j} \mid \alpha, \gamma, \mathbf{0}, \boldsymbol{\phi}]}{\sqrt{\prod_{k=1}^{K} E[n_{.k} \mid \alpha, \gamma, \mathbf{0}, \boldsymbol{\phi}]}}$$
(16)

Este expresión compara el número esperado de puestos de trabajo en $B_j, \ E[n_{.j} \mid \alpha, \gamma, \pmb{\theta}, \pmb{\phi}],$ con

la media geométrica $\sqrt[K]{\prod_{k=1}^K \mathsf{E} \big[\mathsf{n}_{.k} \mid \alpha, \gamma, \pmb{\theta}, \pmb{\phi} \big]}$ que calcula el número esperado de puestos de

trabajo en una unidad "promedio", la cual tomamos como referencia. De esta forma, cuanto mayor (menor) es CL_j , mayor (menor) es el nivel de conectividad laboral de B_j , y si $CL_j > 1$ (< 1) el nivel de conectividad laboral de B_j está por encima (por debajo) de la media. Notar que:

$$E\left[\frac{\mathbf{n}_{.j}}{\mathbf{n}_{..}} \mid \mathbf{n}_{..}, \alpha, \gamma, \mathbf{\theta}, \mathbf{\phi}\right] = \frac{CL_{j}}{\sum_{k=1}^{K} CL_{k}}$$
(17)

y, por tanto, CL_j determina la probabilidad esperada de que un trabajador tenga su puesto de trabajo en la unidad B_j , de modo que, cuanto mayor es el valor de CL_j mayor es esta probabilidad.

La conectividad laboral puede descomponerse, a su vez, en dos componentes: una que denominaremos *componente de atractivo laboral*, CL_j^{ATR} , y otra que denominaremos *componente de impedancia laboral*, CL_j^{IMP} , de forma que:

$$CL_{i} = CL_{i}^{ATR}CL_{i}^{IMP}$$
(18)

$$\text{donde } CL_j^{\text{ATR}} = \frac{e^{\phi_j}}{e^{\frac{1}{K}\sum\limits_{k=1}^K \phi_k}} \ \ \text{y } \ CL_j^{\text{IMP}} = \frac{\sum\limits_{i=1}^K e^{\theta_i} e^{f(t_{ij};\gamma)}}{\sqrt[K]{\prod\limits_{k=1}^K \left(\sum\limits_{i=1}^K e^{\theta_i} e^{f(t_{ik};\gamma)}\right)}}$$

 CL_j^{ATR} cuantifica el atractivo de la unidad B_j como lugar de trabajo debido a su situación geográfica, a través de su efecto espacial ϕ_j mientras que CL_j^{IMP} cuantifica la dificultad de acceso a un lugar de trabajo en B_j desde B_j o desde otras unidades B_i with $i \neq j$, medida por medio de la función de impedancia $e^{f(t_{ij};\gamma)}$. Notar que, en esta última componente, cada posible origen B_i está ponderado proporcionalmente por su atractivo residencial a través de e^{θ_i} , reflejando el hecho de que una localidad tiene una mayor conectividad laboral, si es más fácil acceder a ella desde unidades altamente atractivas como lugares de residencia.

Además, y teniendo en cuenta (17) y (18), se observa que la componente de atractivo CL_j^{ATR} captura la influencia del efecto espacial ϕ_j en la probabilidad de que un trabajador tenga su puesto de trabajo en B_j , mientras que la componente de impedancia CL_j^{IMP} captura la dificultad de acceso a B_j desde otras posibles unidades B_i que un trabajador puede elegir como lugar de residencia, a través de la función de impedancia $e^{f(t_{ij};\gamma)}$.

A su vez, la componente de impedancia CL_j^{IMP} puede descomponerse en la suma de dos subcomponentes, $CL_j^{IMP;INT}$ y $CL_j^{IMP;EXT}$ las cuales denominaremos como *componentes de impedancia interna y externa*, respectivamente, de forma que:

$$CL_{i}^{IMP} = CL_{i}^{IMP;INT} + CL_{i}^{IMP;EXT}$$
(19)

donde:

$$CL_{j}^{IMP,INT} = \frac{e^{\theta_{j}} e^{f(t_{jj};\gamma)}}{\sqrt{\prod_{k=1}^{K} \left(\sum_{i=1}^{K} e^{\theta_{i}} e^{f(t_{ik};\gamma)}\right)}}$$
(20)

$$CL_{j}^{IMP,EXT} = \frac{\displaystyle\sum_{i=1,i\neq j}^{K} e^{\theta_{i}} e^{f(t_{ij};\gamma)}}{\sqrt{\prod_{k=1}^{K} \left(\sum_{i=1}^{K} e^{\theta_{i}} e^{f(t_{ik};\gamma)}\right)}}$$
 (21)

Para cada unidad B_j , la impedancia interna $CL_j^{IMP,INT}$ cuantifica la parte de la componente de impedancia CL_j^{IMP} explicada por su atractivo como lugar de residencia para los trabajadores cuyo puesto de trabajo está también en B_j cuantificado a través del efecto espacial ϕ_j , y teniendo en cuenta las dificultades internas de desplazamiento para acceder a puestos de trabajo en B_j por medio de la función de impedancia $e^{f(t_j;\gamma)}$.

La impedancia externa, $CL_i^{IMP,EXT}$ cuantifica la parte de la componente de impedancia explicada por las dificultades de desplazamiento a puestos de trabajo en la unidad B_j desde otras unidades B_i con $i \neq j$, cuantificadas por la función de impedancia $e^{f(t_{ij};\gamma)}$, ponderadas proporcionalmente por sus atractivos como lugares de residencias capturados por los efectos espaciales θ_i .

En particular, se verifica que:

$$E\left[\frac{n_{jj}}{n_{.j}} \mid n_{.j}, \alpha, \gamma, \mathbf{0}, \mathbf{\phi}\right] = \frac{CL_{j}^{IMP;INT}}{CL_{j}^{IMP;INT} + CL_{j}^{IMP;EXT}}$$

y, por lo tanto, $CL_i^{IMP,INT}$ determina la probabilidad condicional de que un trabajador que tiene su puesto de trabajo en B_j , viva también en B_j , mientras que $CL_i^{IMP,EXT}$ determina la probabilidad condicional de que un trabajador con puesto de trabajo en B_j , viva en una unidad distinta de B_j , de tal manera que a mayores valores de $CL_i^{IMP,INT}$ y $CL_i^{IMP,EXT}$, mayores son sus correspondientes probabilidades.

1.6 Conectividad global

En muchas ocasiones, los grados de conectividad residencial, CR_i, y laboral, CL_i de una unidad espacial B_i estarán muy correlacionados entre sí debido a que los trabajadores tienden a situar sus lugares de residencia y de trabajo en la misma localidad, con el fin de poder atender mejor sus tareas familiares y/o poder dedicar más tiempo a sus actividades de ocio. En estas situaciones tiene sentido definir un indicador que capture esta relación detectando este movimiento simultáneo de ambos grados de conectividad. A tal fin, definimos el *grado de conectividad global*, CG_i, de una unidad espacial básica B_i mediante la media geométrica entre ambos grados:

$$CG_{i} = \sqrt{CR_{i}CL_{i}}$$
 (22)

de forma que, cuanto mayor es su valor, mayor tenderán a ser los valores de CRi y CLi.

Observar, en particular, que, a partir de las expresiones (12) y (18) se sigue que:

$$CG_{i} = CG_{i}^{ATR}CG_{i}^{IMP}$$
(23)

donde
$$CG_i^{ATR} = \sqrt{CR_i^{ATR}CL_i^{ATR}}$$
 y $CG_i^{IMP} = \sqrt{CR_i^{IMP}CL_i^{IMP}}$.

A la componente CG_i^{ATR} la denominamos *atractivo global de B_i* y cuantifica la parte de la conectividad global que se explica por la situación geográfica de B_i capturada por los efectos espaciales θ_i y ϕ_i . Por su parte, a la componente CG_i^{IMP} la denominamos *impedancia global de B_i* y cuantifica qué parte de la conectividad global viene explicada por las dificultades de acceso a B_i tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo, cuantificadas a partir de la función de impedancia $f(t_{ii};\gamma)$.

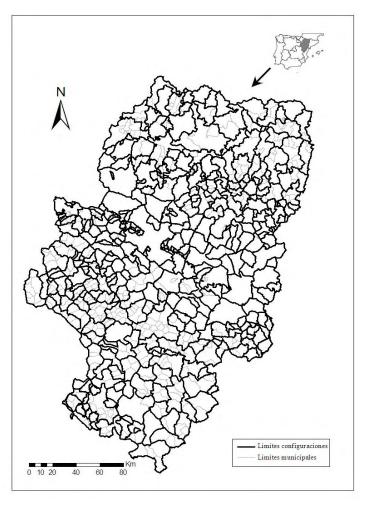
2. Conectividad de los municipios aragoneses

En esta sección se aplica la metodología descrita en la sección anterior para estimar y analizar la conectividad residencial y laboral de los municipios aragoneses. Para ello comenzamos describiendo, en primer lugar, los datos y fuentes de información utilizados. Posteriormente, y utilizando técnicas Bayesianas de estimación y comparación de modelos, se selecciona la forma de la función de impedancia y se estiman los parámetros del modelo de interacción espacial, a partir del cual se analizan los grados de conexión residencial y laboral de los municipios así como su grado de conectividad global.

2.1 Datos y fuentes de información

Utilizamos datos del Censo del 2001 correspondientes a Aragón y consideramos todos los ciudadanos entre 16 y 70 años de edad que, en ese año, residían y trabajaban en Aragón y cuya actividad laboral se llevaba a cabo en una sola localización. Para cada ciudadano se dispuso de información acerca de su lugar de residencia y de trabajo obtenida de los datos de movilidad laboral diaria proporcionados en dicho Censo, a partir de los cuales se determinó la matriz **N** de desplazamientos laborales diarios.

Figura 1 Límites geográficos de las configuraciones



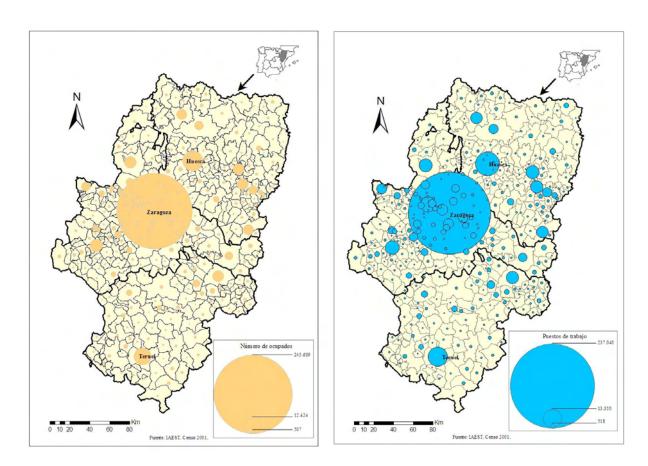
Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia

La matriz **T** de tiempos de desplazamientos de cada trabajador se elaboró a partir de las distancias entre sus lugares de residencia y trabajo. Dichos tiempos se estimaron teniendo en cuenta los tipos de carreteras existentes entre cada par de localidades, eligiendo la ruta más rápida entre ellas y aplicando las siguientes velocidades: 60 km/h carreteras comarcales; 70 km/h carreteras comarcales; 80 km/h carreteras nacionales y 120 km/h

autopistas y autovías¹. Los desplazamientos de más de 90 minutos de duración fueron eliminados al ser considerados poco fiables. Como consecuencia de este proceso de depuración de datos el número de desplazamientos finalmente considerado fue igual a 454.668.

Debido al elevado número de pequeños municipios con poca interacción con el resto y, con el fin de reducir el número de ceros en la matriz de flujos diarios, los 729 municipios de Aragón se agruparon en 348 grupos con un tamaño mínimo de 100 trabajadores, a los que llamaremos de ahora en adelante *configuraciones*. Para ello se aplicó un algoritmo de clasificación aglomerativo basado en el tiempo de desplazamiento entre municipios así como su contigüidad geográfica (ver Chakraborty y otros, 2012 para más detalles). Los límites geográficos de las configuraciones obtenidas se muestran en la Figura 1 y constituyen las unidades básicas espaciales de nuestro estudio, de forma que K = 348 y todos los resultados expuestos a partir de ahora hacen referencia a las mismas.

Figura 2 Número de trabajadores residentes (izquierda) y puestos de trabajo (derecha) de las configuraciones



22

¹ Los cálculos de tiempo de desplazamiento entre municipios fueron cedidos por los profesores del departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, Dr. José Luis Calvo Palacios y Dr. Angel Pueyo Campos, junto con D. José Miguel Jover Yuste. Agradecemos desde aquí esta cesión.

En la Figura 2 se muestran el número de trabajadores residentes y el número de puestos de trabajo en cada configuración. Se observa, en primer lugar, la importancia de Zaragoza que contiene al 54,04% de los trabajadores aragoneses y al 52.15% de los puestos de trabajo. Le siguen a gran distancia las otras dos capitales de provincia, Huesca (4,10% de los trabajadores y 4,53% de los puestos de trabajo) y Teruel (2,88% de los trabajadores y 3,02% de los puestos de trabajo). Además de repartirse en estas tres capitales, la población laboral de Aragón tiende a concentrarse en los alrededores de la ciudad de Zaragoza y en las cabeceras de comarca. En estas localidades los puestos de trabajo están asociados principalmente con actividades del sector manufacturero, turismo y actividades de servicios (comercio, administración, educación, sanidad,...). Pero junto a este tipo de localidades el resto del territorio presenta una predominante ocupación en el sector primario.

2.2 Estimación y selección del modelo

Siguiendo a Reggiani y otros (2011) hemos considerado 5 posibilidades para la función de impedancia $f(t_{ij},\gamma)$, a saber: $f(t_{ij},\gamma) = \gamma t_{ij}$ (función de impedancia con decaimiento exponencial); $f(t_{ij},\gamma) = \gamma t_{ij}^2$ (función de impedancia con decaimiento exponencial-normal); $f(t_{ij},\gamma) = \gamma \sqrt{t_{ij}}$ (función de impedancia con decaimiento raiz cuadrada); $f(t_{ij},\gamma) = \gamma (\log(t_{ij}+1))^2$ (función de impedancia con decaimiento logarítmico-normal) y $f(t_{ij},\gamma) = \gamma \log(t_{ij}+1)$ (función de impedancia con decaimiento potencial).

La matriz de contigüidad $\mathbf{C} = (c_{ij})$ es tal que $c_{ij} = 1$ si $i \neq j$ y las configuraciones B_i y B_j tienen una frontera en común, y 0 en otro caso. Como distribución a priori de los parámetros se tomó la dada en (5)-(7) con w = 100, $v_o = v_d = 0.01$ y $s_o^2 = s_d^2 = 1$, la cual constituye una distribución difusa debido al alto número de desplazamientos observados.

La estimación de los parámetros de cada uno de los modelos comparados se llevó a cabo utilizando el algoritmo descrito en el apéndice ejecutado durante 10.000 iteraciones. Las primeras 1.000 iteraciones fueron descartadas y se tomó una muestra de cada 10 de las 9.000 restantes para reducir significativamente la autocorrelación de la muestra. Como resultado el tamaño muestral de la distribución a posteriori (8) fue S = 900.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos al comparar la bondad de ajuste de cada uno de los modelos estimados con los datos analizados. Dicha comparación se llevó a cabo utilizando, por un lado, el error absoluto medio (EAM) cometido al comparar los flujos observados con los predichos por cada modelo utilizando su mediana a posteriori y, por el otro, el criterio DIC de Spiegelhalter y otros (2002) que penaliza la complejidad del modelo ajustado.

Tabla 1 Bondad de ajuste de los modelos estimados

Modelos	DIC	EAM
Exponencial	-474030	1,34
Exponencial normal	27257	2,07
Exponencial raiz	-620160	1,09
Logarítmico normal	-620870	1,12
Potencial	-676200	1,06

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el modelo potencial es el que muestra los mejores niveles de ajuste al minimizar ambos criterios. En particular, su EAM fue igual a 1.06 lo cual indica un buen ajuste medio a los datos. En la Tabla 2 se muestra la estimación de los parámetros del modelo. Más concretamente, se presenta la mediana de su distribución a posteriori como estimación puntual y los límites del intervalo de credibilidad Bayesiano del 95% construido a partir de los cuantiles 2.5 y 97.5, todos ellos calculados a partir de la muestra (9) de su distribución a posteriori.

Se observa que γ el coeficiente de la función impedancia, es significativamente negativo con un valor estimado aproximadamente igual a -1.60 y significativamente superior al modelo gravitacional estándar que supone que dicho valor es igual a -2, lo cual indica que las interacciones entre configuraciones tienden a disminuir más lentamente con el tiempo de desplazamiento entre ellas que lo predicho por el modelo gravitacional.

Así mismo, se observa la existencia de una débil dependencia positiva capturada por los efectos aleatorios θ y ϕ estimadas en $\rho_o \approx 0.0359, \rho_d \approx 0.0224$ aunque no llegan a ser significativas al 95%. Esto sugiere que los efectos ejercidos por características espaciales de las configuraciones son, en general, débiles teniendo, por el contrario, más relevancia los efectos ejercidos por la función de impedancia del modelo.

Tabla 2
Estimación de los parámetros del modelo potencial

		Intervalo de credibilidad del 95%		
Parámetro	Mediana	Límite Inferior	Límite Superior	
α	5,0854	4,9749	5,2003	
γ	-1,5985	-1,6010	-1,5960	
ρο	0,0359	-0,0163	0,0882	
$ ho_{\sf d}$	0,0224	-0,0188	0,0818	
το	2,1738	1,8633	2,5432	
$\tau_{\sf d}$	1,0564	0,9158	1,2221	

En resumen, el modelo potencial es el que mejor ajuste presenta a los datos, siendo el efecto ejercido por el tiempo de desplazamiento entre configuraciones el más significativo a la hora de explicar los flujos observados. En lo que sigue estimaremos y analizaremos el grado de conectividad de las configuraciones utilizando los flujos esperados calculados a partir del modelo potencial.

2.3 Análisis de la conectividad

En esta sección se analiza la conectividad de los municipios aragoneses, tanto desde un punto de vista residencial como laboral, mostrando sus distintas componentes. También, se estudia su conectividad global utilizada, posteriormente, para analizar la interrelación existente de la movilidad laboral con los niveles de desarrollo de los municipios aragoneses. El análisis se lleva a cabo a nivel de configuraciones por las razones explicadas en la sección anterior, y, tanto los grados de conectividad como sus componentes, se estiman mediante la mediana de su distribución a posteriori, calculada a partir de la muestra (9) de los parámetros del modelo de interacción con función de impedancia con decaimiento potencial, que fue el modelo finalmente seleccionado debido a su mejor ajuste a los datos.

2.3.1 Conectividad residencial

En la Figura 3 se muestra el grado de conectividad residencial de las configuraciones aragonesas calculado de acuerdo a la expresión (10). Se observa que los valores más altos de la conectividad corresponden a las 3 capitales de provincia, las cabeceras de comarca y las localidades situadas en las principales áreas industriales y de servicios de la comunidad aragonesa las cuales están ubicadas en el corredor del Ebro.

Conectividad

Conectividad
-1
-1-0.5
-0.5-0.0
-0.0-0.5
-0.5-1
>1

Figura 3
Conectividad residencial en Aragón por configuraciones

Fuente: Elaboración propia

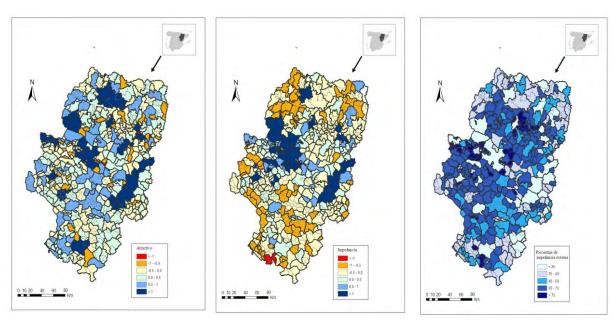
En las Figuras 4, 5 y 6 se analizan las diversas componentes de la conectividad residencial definidas en la sección 1.3. Así, en la Figura 4 se muestra la distribución territorial del atractivo e impedancia residenciales (ver expresión (12)) así como el porcentaje de ésta última que supone la impedancia externa (15). Por otro lado, en las Figuras 5 y 6 se muestran los diagramas de dispersión correspondientes, por una parte, a las componentes atractivo e impedancia residenciales transformadas logarítmicamente (Figura 5) y a la impedancia y el logit² del porcentaje de impedancia externa. De esta forma, en la Figura 5 el origen marca los valores medios de ambas componentes, de forma que si una localidad se sitúa en el primer cuadrante, los valores de ambas componentes se sitúan por encima de la media y, así sucesivamente. Del mismo modo en la Figura 6 el origen marca, por un lado, el

-

² El logit de un porcentaje p viene dado por la transformación $In\left(\frac{p}{1-p}\right)$

valor medio de la componente de impedancia residencial en el eje OX y la igualdad de importancia de las componentes interna y externa en el eje OY. Así, si una localidad se sitúa en el primer cuadrante su impedancia residencial está por encima de la media y tiene un mayor grado de conectividad externa debido a que el porcentaje de la componente externa de su impedancia es superior al 50%.

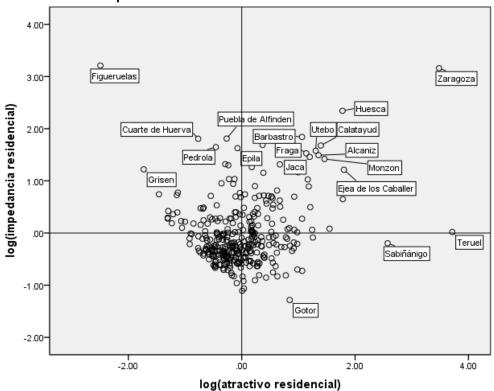
Figura 4 Izquierda: Atractivo residencial; Centro: Impedancia residencial; Derecha; $100^* \frac{\text{Impedancia externa residencial}}{\text{Impedancia residencial}} \%$



Fuente: Elaboración propia

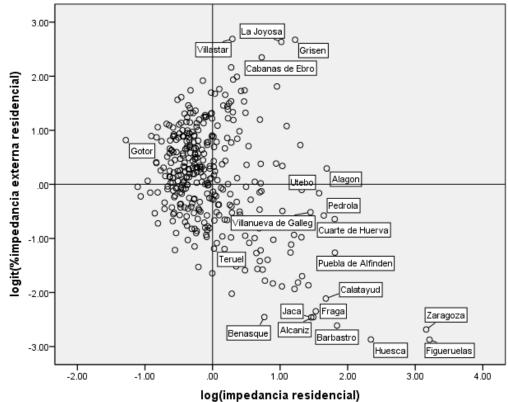
Se observa que la mayor parte de las configuraciones tienden a situarse por debajo del eje OX, es decir, tienen una componente de impedancia por debajo de la media, reflejando las dificultades de acceso a las localidades aragonesas (ver Figura 5). Así mismo, y aunque menos acusada, se aprecia la existencia de una tendencia de algunas configuraciones aragonesas a situarse a la izquierda del eje OY, es decir, a tener un nivel de atractivo residencial por debajo de la media. Todo ello pone en evidencia, por un lado, la existencia de un bajo atractivo para residir en dichas localidades que se traduce en la existencia de una gran despoblación en gran parte de la comunidad aragonesa (un 60,91% de los municipios tiene menos de 100 trabajadores), así como una baja movilidad externa (un 81,86% de los trabajadores reside y trabaja en la misma localidad).

Figura 5 Atractivo versus impedancia residenciales



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Impedancia versus porcentaje de impedancia externa residenciales

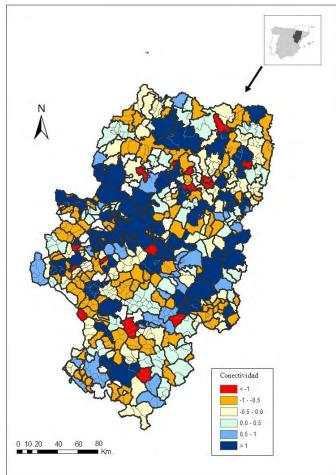


Las configuraciones con un mayor atractivo residencial corresponden a las 3 capitales de provincia y las cabeceras de comarca (ver Figura 5) situadas, en su mayor parte en las zonas de mayor conectividad (comparar Figuras 3 y 4). Lo mismo ocurre respecto a la impedancia pero añadiéndose, en este último caso, las localidades del cinturón industrial de Zaragoza (Figueruelas, Pedrola, Cuarte de Huerva, Grisén, Epila, Puebla de Alfindén, etc) que es donde se sitúan los polígonos y zonas industriales más importantes de Aragón. Si analizamos la impedancia de todas estas localidades, se observa (ver Figura 6) que, para la mayor parte de ellas tiene más importancia la impedancia interna que la externa reflejando que, desde un punto de vista residencial, la mayor parte de los trabajadores viven y trabajan en dichas localidades poniendo de nuevo de manifiesto la baja movilidad externa existente en Aragón.

2.3.2 Conectividad laboral

En esta sección se realiza un análisis paralelo al llevado a cabo en el apartado 2.3.1 pero con respecto a la conectividad laboral. Así, en la Figura 7 se muestra la distribución territorial de las conectividades laborales por configuraciones calculadas según la expresión (16).

Figura 7 Conectividad laboral en Aragón por configuraciones



Se observa una gran concordancia de dicha distribución con la de la conectividad residencial, correspondiendo los mayores grados de conectividad a las mismas zonas ya indicadas. Ello es debido a la tendencia mostrada por los trabajadores a vivir y residir en la misma localidad, ya comentada en la sección 1.6.

En las Figuras 8 a 10 se muestran los resultados correspondientes a las componentes de atractivo e impedancia laborales calculadas de acuerdo a la expresión (18) tanto en lo que hace referencia a su distribución territorial (Figura 8) como a su diagrama de dispersión conjunto (Figura 9). Finalmente, la Figura 10 muestra el logit del porcentaje de la impedancia externa laboral (ver expresión (21)) con respecto a la impedancia laboral.

Se observa una distribución territorial similar a la de las correspondientes componentes residenciales. La discrepancia más notable entre ambas se observa en la Figura 10 en la que se aprecia que, a diferencia de la componente de impedancia externa residencial, la componente externa laboral es más importante en las localidades situadas en el cinturón industrial de Zaragoza por ser lugares de trabajo de muchas personas que residen en Zaragoza. No ocurre lo mismo con las otras 2 capitales de provincia ni con las cabeceras comarcales para las que es más importante la impedancia laboral interna debido a sus mayores niveles de autocontención, reflejo de la tendencia de sus residentes a tener sus puestos de trabajo en la misma localidad.

Figura 8: Izquierda: Atractivo laboral; Centro: Impedancia laboral; Derecha; $100^* \frac{\text{Impedancia externa laboral}}{\text{Impedancia laboral}} \%$

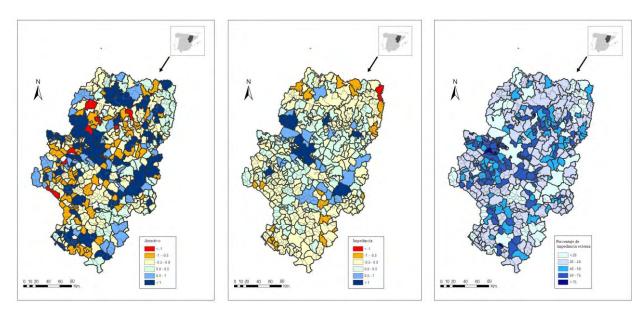
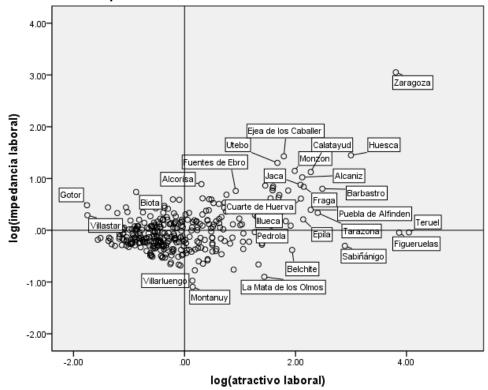
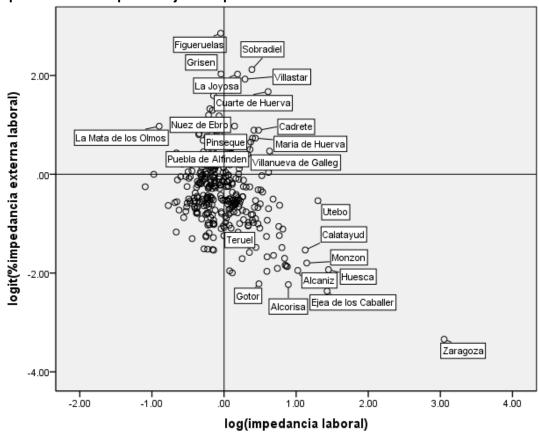


Figura 9 Atractivo laboral versus Impedancia laboral



Fuente: Elaboración propia

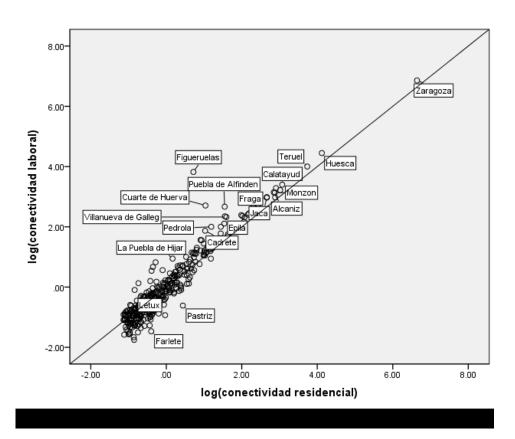
Figura 10 Impedancia versus porcentaje de impedancia externa laborales



2.3.3 Conectividad global

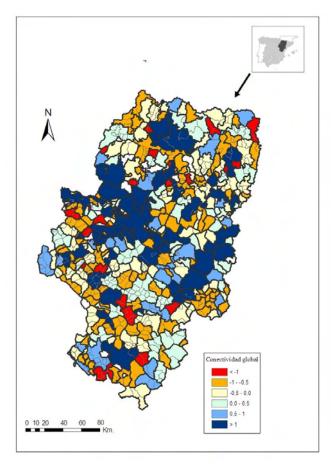
En esta sección se muestran los resultados obtenidos con respecto a la conectividad global definida en la sección 1.6. En nuestro caso tiene pleno sentido analizar este tipo de indicador conjunto de conectividad, debido a la tendencia observada en la mayor parte de las localidades a tener una alta conectividad residencial cuando tienen una alta conectividad laboral y viceversa. Dicha tendencia queda puesta de manifiesto en el diagrama de dispersión de la Figura 11 correspondiente a ambas conectividades, en el que se aprecia un alto nivel de concordancia entre ambos grados (transformados logarítmicamente) siendo su coeficiente de correlación igual a 0,951. Tan sólo en algunas de las localidades situadas en los alrededores de Zaragoza (Figueruelas, Puebla de Alfindén, Cuarte de Huerva, Pedrola, Cadrete, Epila, La Puebla de Hijar) se observa un mayor grado de conectividad laboral que residencial debido a la presencia de un número importante de industrias convirtiéndolas en lugares de trabajo para muchos residentes en Zaragoza así como en algunas pequeñas localidades como Pastriz, Farlete o Letux con un marcado carácter residencial.



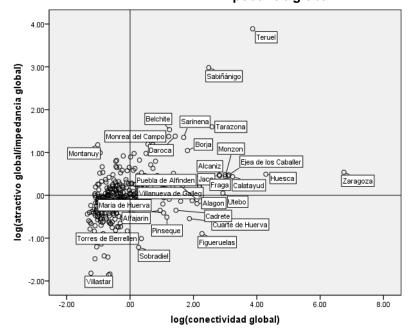


En la Figura 12 se muestra la distribución territorial de la conectividad global de las configuraciones que, como era de esperar, es muy similar a las ya comentadas para las conectividades residenciales y laborales.

Figura 12 Conectividad global en Aragón por configuraciones



Fuente: Elaboración propia



Finalmente, en la Figura 13 se muestra el diagrama de dispersión de la conectividad global versus el logaritmo del ratio atractivo global donde estas últimas componentes se han impedancia global

calculado de acuerdo a la expresión (23). Se observa que dentro de las localidades con un mayor grado de conectividad global, las capitales de provincia y las cabeceras comarcales destacan por su atractivo global como lugares de residencia y trabajo; mientras que las localidades situadas en el cinturón industrial de Zaragoza lo hacen por el valor de su impedancia global. Este hecho es debido, por un lado, al alto nivel de autocontención existente en las capitales de provincia y en las cabeceras de comarca y, por el otro, a la existencia de un número importante de industrias y actividades terciarias que convierten a las localidades del cinturón industrial de Zaragoza en el lugar donde desempeñan su actividad laboral un número importante de trabajadores residentes en Zaragoza.

SEGUNDA PARTE: RELACIÓN DE LA CONECTIVIDAD CON EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

Una vez analizada la conectividad de los municipios aragoneses, en esta segunda parte del trabajo pasamos a estudiar su relación con el desarrollo económico y social. Con este fin, y tal y como se ha planteado en la introducción, hemos seleccionado un conjunto de indicadores relacionados con educación, vivienda, economía, servicios, demografía y calidad de vida, y analizamos su relación con el grado de conectividad global de cada configuración. Estos indicadores fueron elegidos de un conjunto mayor de variables mediante la realización de un Análisis Factorial para cada uno de los aspectos antes mencionados, eligiendo como representantes los más característicos de los factores encontrados.

La sección 3 comienza con un estudio estadístico-descriptivo de la situación económica y social de los municipios aragoneses a nivel multivariante, buscando capturar los factores más relevantes que describen de forma sintética el comportamiento simultáneo de dichos indicadores. Posteriormente, la sección 4 analiza la relación de estos factores con el grado de conectividad global.

3. Situación económico-social de los municipios aragoneses

3.1 Datos y fuentes de información

En la Tabla 3 se muestran los indicadores seleccionados, el aspecto al que hacen referencia, así como su modo de cálculo junto con la fuente de la que se han obtenido. Todos los datos hacen referencia a 2001, año para el que disponíamos información fiable de los movimientos laborales de la población.

Tabla 3 Indicadores de desarrollo económico-social seleccionados

Aspecto	Indicador	Fuente
Demografía y educación	Tasa de natalidad (1000*Nacimientos/Total de Población)	IAEST
Demografía y educación	Tasa neta de migración (1000*(Inmigrantes-Emigrantes)/Población Total)	IAEST
Demografía y educación	Índice de masculinidad (Número de hombres/Número de mujeres)	CENSO 2001
Demografía y educación	Edad media (en años)	CENSO 2001
Educación	Nivel medio de estudios	CENSO 2001
Economía	Renta per cápita	IAEST
Economía	% de puestos de trabajo agrícolas	CENSO 2001
Economía	% de puestos de trabajo industriales	CENSO 2001
Economía	% de puestos de trabajo en servicios	CENSO 2001
Servicios	Total de equipamientos (centros sanitarios, colegios, entidades financieras)	DGA y BANCO DE ESPAÑA
Vivienda	% de viviendas construidas entre 1991 y 2001	CENSO 2001
Calidad de Vida	Número de vehículos por hogar	CENSO 2001
Calidad de Vida	Índice de contaminación (logaritmo de la media geométrica del % de viviendas expuestas a ruido y contaminación)	CENSO 2001

Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis estadístico del desarrollo económico-social

En esta sección se lleva a cabo un estudio de la situación económico-social de Aragón analizando el comportamiento conjunto de los indicadores de la Tabla 3. En particular, se realiza un Análisis Factorial con el fin de descubrir las dimensiones subyacentes a sus relaciones que muestren, de forma sintética los patrones más relevantes de la situación económico-social existentes entre las configuraciones aragonesas. Una vez identificadas dichas dimensiones, en la sección 4 se estudiará su relación con el grado de conectividad

global de las configuraciones poniendo en evidencia su influencia sobre las dinámicas aragonesas de desarrollo social y económico.

En las Tablas 4 a 9 se muestran los resultados obtenidos utilizando el paquete estadístico SPSS 18.0. Se observa, en primer lugar, que el grado de adecuación del Análisis Factorial a los datos es medio-alto con una medida KMO igual a 0,679. Además, la prueba de esfericidad de Bartlett rechaza la hipótesis nula de falta de relación entre los indicadores analizados (ver Tabla 4).

Tabla 4 KMO y Prueba de esfericidad de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin		0,679
	Chi-cuadrado aproximado	2.157,311
Prueba de esfericidad de Bartlett	Grados libertad	78
	Pvalor	0,000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de la Tabla 3

Se extrajeron finalmente 4 factores que explican un 65,55% de la variación total (ver Tabla 6) con unas comunalidades aceptables oscilando entre un 42,2% para la *tasa de natalidad* y un 85,7% para *los vehículos por hogar* (ver Tabla 5). Dichos factores se extrajeron aplicando el método de las componentes principales y una rotación oblícua por el método oblimin.

Tabla 5 Comunalidades

Indicador	Comunalidad
Log renta per cápita	0,681
% de puestos de trabajo agrícolas	0,829
% de puestos de trabajo industriales	0,714
% de puestos de trabajo en servicios	0,819
Índice de ruido y contaminación	0,571
Tasa de natalidad	0,422
Tasa neta de migración	0,458
Índice masculinidad	0,583
Edad media	0,776
Logaritmo de la tasa de crecimiento de viviendas	0,559
Nivel medio de estudios	0,702
Logaritmo del total de equipamientos	0,551
Vehículos por hogar	0,857

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de la Tabla 3

Finalmente, con el fin de interpretar los factores y sus interrelaciones, las tablas 7 a 9 muestran su matriz de estructura (Tabla 7), la matriz de cálculo de sus puntuaciones por el método de Bartlett (Tabla 8) y su matriz de correlaciones (Tabla 9).

Se observa que el primer factor explica el mayor porcentaje de la variación total (33,14%, ver Tabla 6) y mide, esencialmente, el nivel de desarrollo económico, industrial y demográfico de cada configuración. El factor está directamente relacionado con la renta per cápita, indicador de su nivel económico, el porcentaje de puestos de trabajo en el sector industrial, y su nivel de contaminación, indicativos de su mayor actividad industrial e inversamente relacionado con un indicador de falta de actividad industrial como es el porcentaje de puestos de trabajo agrícolas. Finalmente, está relacionado positivamente con indicadores de vitalidad demográfica tales como el porcentaje de crecimiento de viviendas en los 10 últimos años, las tasas neta de migración y de natalidad y negativamente con la edad media de sus trabajadores. Además, este factor tiene una relación más débil con el porcentaje de puestos de trabajo en el sector servicios, también ligado habitualmente a la existencia de un alto nivel de vida y poder adquisitivo de una zona.

Tabla 6 Varianza total explicada por los factores

Factor	Total	% varianza	% acumulado
Desarrollo económico-industrial-demográfico	4,308	33,14	33,14
2. Nivel de estudios y poder adquisitivo	1,734	13,34	46,48
3. Grado de terciarización	1,49	11,46	57,94
4. Grado de masculinidad	0,989	7,61	65,55

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de la Tabla $3\,$

Tabla 7
Matriz de estructura de los factores

Indicador	Factor			
	1	2	3	4
Edad media	-0,873			
% de puestos de trabajo agrícolas	-0,736		-0,575	0,309
Logaritmo de la tasa de crecimiento de viviendas	0,698	0,304		
Log renta per cápita	0,661	0,513	0,335	
Indice de ruido y contaminación	0,628			-0,463
Tasa de natalidad	0,609			
% de puestos de trabajo industriales	0,585	-0,327		-0,526
Tasa neta de migración	0,534			0,334
Nivel medio de estudios		0,804		
Vehículos por hogar		0,683	-0,495	
% de puestos de trabajo en servicios	0,405		0,832	
Logaritmo del total de equipamientos			0,681	-0,327
Indice masculinidad				0,762

(Nota.- se han eliminado las correlaciones inferiores a 0,3 en valor absoluto) Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de la Tabla 3

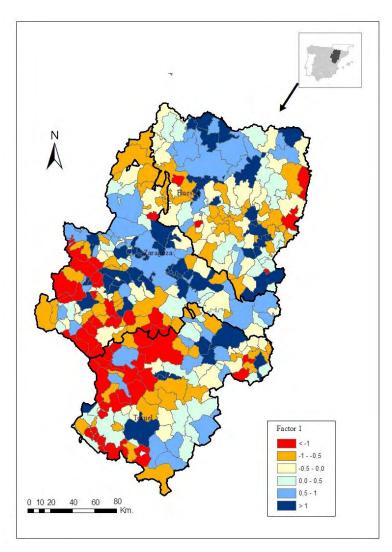
Tabla 8
Matriz de coeficientes para calcular las puntuaciones de los factores

Indicador	Factor				
	1	2	3	4	
Log renta per cápita	0,131	0,255	0,083	-0,026	
% de puestos de trabajo agrícolas	-0,167	0,151	-0,22	0,044	
% de puestos de trabajo industriales	0,176	-0,221	-0,18	-0,307	
% de puestos de trabajo en servicios	0,044	0,031	0,451	0,193	
Índice de ruido y contaminación	0,121	0,084	0,003	-0,287	
Tasa de natalidad	0,179	-0,143	0,021	0,021	
Tasa neta de migración	0,213	-0,015	-0,086	0,368	
Índice masculinidad	0,065	-0,057	-0,005	0,628	
Edad media	-0,244	-0,004	0,06	0,023	
Logaritmo de la tasa de crecimiento de viviendas	0,204	0,094	-0,014	0,163	
Nivel medio de estudios	-0,095	0,515	0,136	-0,063	
Logaritmo del total de equipamientos	-0,066	0,125	0,362	-0,207	
Vehículos por hogar	0,108	0,408	-0,357	-0,003	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los indicadores de la Tabla 3

La Figura 14 presenta por configuraciones la distribución territorial de las puntuaciones de dicho factor calculadas utilizando la matriz de coeficientes de la Tabla 8. Se observa que los mayores niveles de desarrollo corresponden a las configuraciones situadas en torno al corredor del Ebro y en el eje Jaca-Sabiñanigo, así como en otras localidades turísticas del Pirineo (como Benasque, Torla o Sallent), la autovía Huesca-Zaragoza-Madrid, la zona de Barbastro-Monzón, Bajo Cinca, Bajo Aragón y la comunidad de Teruel, especialmente en las cabeceras de estas comarcas. Estas zonas son las que concentran la mayor actividad industrial y de servicios de la comunidad aragonesa y se corresponden, esencialmente, con las áreas de mayores rentas, con áreas donde la vivienda experimentó un importante incremento, donde además las tasas de natalidad también son más altas que en otros territorios de la comunidad y con las zonas de mayor conectividad global. Por el contrario, los menores niveles de desarrollo corresponden a la parte sur-occidental de Aragón en la que se sitúan municipios cuyos puestos de trabajo, son principalmente del sector agrario, y donde sus niveles de renta per cápita son más bajos, el incremento de la vivienda ha sido pequeño y los indicadores demográficos indican un importante envejecimiento, y problemas de reemplazo con bajas tasas de natalidad.

Figura 14
Distribución territorial del desarrollo económico, industrial y demográfico en la configuraciones aragonesas

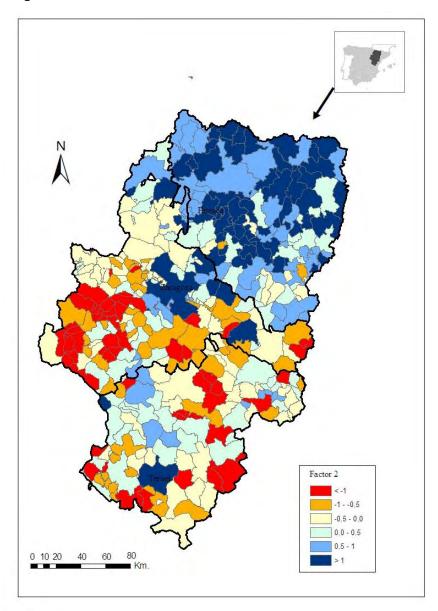


Fuente: Elaboración propia

El segundo factor en importancia explica el 13,34% de la variación total (ver Tabla 6) y viene marcado, esencialmente, por el *nivel de estudios* de la configuración (ver Tabla 7) así como, en menor medida, por su *renta per cápita* y por el número de *vehículos por hogar*. Por dicha razón, lo hemos denominado *Nivel de estudios y poder adquisitivo*. Este factor está ligado, además, de forma más débil a la *tasa de crecimiento de vivienda* y, de forma inversa, al *porcentaje de puestos de trabajo en el sector industrial* por poseer un menor nivel educativo. La Figura 15 representa la distribución territorial de sus puntuaciones factoriales calculadas de acuerdo a la matriz de coeficientes de la Tabla 8. Dicha figura pone de manifiesto que los mayores niveles educativos, asociados a una mayor renta, así como a disponer de un número mayor de vehículos se corresponden a las configuraciones de la zona norte y este de Aragón, la autovía Zaragoza-Huesca y la comunidad de Teruel. Estas zonas se caracterizan por un alto porcentaje de puestos de trabajo en el sector servicios que exige,

habitualmente, un mayor nivel de formación de sus trabajadores. Por el contrario las zonas de carácter más industrial (cinturón de Zaragoza) y agrícola (zona sur-occidental de la provincia de Zaragoza y las zonas mineras de Teruel) presentan niveles de formación más escasos porque los propios tipos de trabajo no los exigen.

Figura 15 Distribución territorial del nivel de estudios y poder adquisitivo en las configuraciones aragonesas

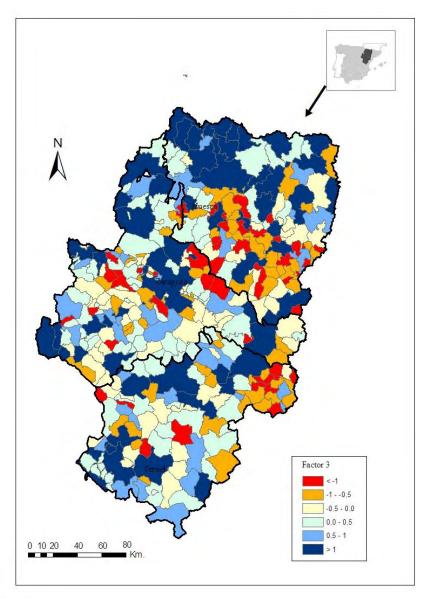


Fuente: Elaboración propia

El tercer factor está esencialmente determinado por el porcentaje de puestos de trabajo en el sector servicios y el número total de equipamientos (entidades financieras, centros escolares, centros sanitarios) ligados a este tipo de puestos (ver Tabla 7). Por esa razón hemos denominado a este factor *Grado de terciarización*. Es el tercer factor en importancia

explicando un 11,46% de la variación total (ver Tabla 6). Está directamente relacionado (aunque débilmente) con la *renta per cápita*, e inversamente con el *porcentaje de puestos agrícolas* y con el número de *vehículos por hogar*, más escasos en configuraciones con un alto nivel de equipamientos, debido a las menores necesidades de desplazamiento existentes por motivos relacionados con la salud, educación y gestiones de tipo económico-financiero. En la Figura 16 se muestra la distribución territorial de las puntuaciones de este factor calculadas mediante la matriz de coeficientes de la Tabla 8.

Figura 16 Distribución territorial del grado de terciarización en las configuraciones aragonesas

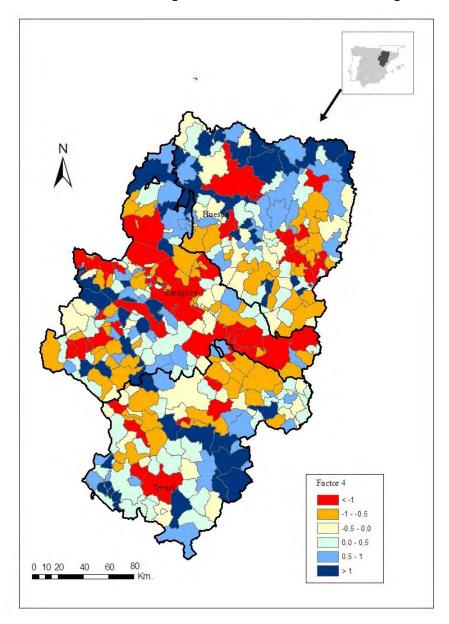


Fuente: Elaboración propia

En este caso los resultados territoriales son de explicación más puntual puesto que el grado de terciarización puede deberse al propio envejecimiento de muchos espacios rurales, donde la mayoría de la población esta jubilada y la escasa ocupación laboral de la

configuración se centra en actividades de servicios para esta población. Es una situación que ocurre cada vez más en los pequeños municipios rurales aragoneses. En segundo lugar la significación de este factor puede venir explicada por tratarse de áreas urbanas o semi-urbanas, como las tres capitales de provincia, y las cabeceras comarcales que concentran actividades de servicios para sus territorios. Y en tercer lugar, la explicación puede encontrarse en la importante presencia de actividades vinculadas al turismo que han terciarizado sus territorios, como ocurre en gran parte de las configuraciones del Pirineo.

Figura 17
Distribución territorial del grado de masculinidad en las configuraciones aragonesas



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el cuarto factor viene determinado esencialmente por el *índice de masculinidad* de la configuración (ver Tabla 7), el cual tiende a ser mayor en configuraciones de tipo

agrícola y con tasas netas de inmigración más altas, indicadores con los que está directamente relacionado y, a su vez, con bajos niveles de equipamientos, puestos industriales e índices de contaminación, con los que está inversamente relacionado. Es el factor menos importante de los 4 en términos de porcentaje de variación total (sólo explica un 7,61%, ver Tabla 6) y la distribución territorial de sus puntuaciones calculadas de acuerdo a la matriz de coeficientes de la Tabla 8 puede verse en la Figura 17.

Se observa que los mayores grados de masculinidad tienden a darse en algunas zonas del Pirineo en las cuales la emigración ha sido tradicionalmente muy fuerte, como Broto, Fiscal, Benasque,...., y que todavía se traduce en el desequilibrio entre géneros así como en las zonas orientales de la provincia de Teruel (Maestrazgo, Cuencas Mineras, Gudar-Javalambre) y algún enclave puntual de la provincia de Zaragoza. En este último caso se corresponde con áreas rurales muy envejecidas y donde el abandono de la población ha sido importante, sobre todo por parte de las mujeres (Azuara, Herrera de los Navarros, la comarca del Aranda en las configuraciones más próximas a la montaña del Sistema Ibérico), zonas marcadas además por la presencia de puestos de trabajos agrarios y, por tanto, con pocas posibilidades laborales para la mujer. Por el contrario, los mayores índices de feminidad tienden a darse, en áreas donde los puestos de trabajo son más diversificados en industria y servicios, como son las áreas urbanas y semi-urbanas, y también en aquellas configuraciones que se han beneficiado de la difusión de actividad desde las capitales. Indicar que el resultado de este factor se corresponde también con las zonas con una mayor conectividad global debido, muy probablemente, a que las mujeres han sido tradicionalmente una demanda cautiva en cuanto a su movilidad, por lo que fijan su residencia allí donde trabajan, elevando su presencia en lugares donde hay mayor dinamismo.

Tabla 9
Matriz de correlaciones de los factores

Factor	1	2	3	4
Desarrollo económico-industrial-demográfico	1,000	0,115	0,152	-0,130
2. Nivel de estudios y poder adquisitivo	0,115	1,000	0,066	0,105
3. Grado de terciarización	0,152	0,066	1,000	-0,140
4. Grado de masculinidad	-0,130	0,105	-0,140	1,000

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 9 se muestran las correlaciones existentes entre los 4 factores. En general, éstas son bajas, siendo las más altas las correspondientes al factor 1 (*Desarrollo económico-industrial-demográfico*) con el factor 2 (*Nivel de estudios y poder adquisitivo*), con el factor 3 (*Grado de terciarización*) (ambas positivas) y con el factor 4 (*Grado de masculinidad*) (negativa) así como la correlación negativa entre los factores 3 y 4. Estas correlaciones ponen de manifiesto que un mayor grado de desarrollo económico, industrial y demográfico está asociado con un mayor nivel de estudios y grado de terciarización así

como con una mayor presencia femenina, dibujándonos estos factores territorios que presentan un mayor nivel de vida de sus residentes atendiendo a los elementos examinados.

4. Relación de la conectividad con el desarrollo económico-social

Una vez identificadas las dimensiones más relevantes del desarrollo económico-social de Aragón y analizada la situación de sus configuraciones, en esta sección se examina la relación existente entre los 4 factores encontrados en la sección 3.2 y el grado de conectividad global calculado en la sección 2. Más concretamente, en la sección 4.1 analizamos la influencia del nivel de conectividad global sobre cada uno de los 4 factores y para ello estimamos curvas de regresión que describen la influencia ejercida por la conectividad sobre cada una de dichas dimensiones. En la sección 4.2 invertimos los papeles de ambas variables y realizamos una regresión del grado de conectividad sobre las dimensiones anteriores buscando capturar los patrones multivariantes de desarrollo económico-social que involucran, de forma simultánea, a las 4 dimensiones encontradas, que ejerzan una influencia significativa sobre el incremento del nivel de conectividad de una configuración. De esta forma identificamos las dinámicas multivariantes de desarrollo que vienen asociadas a un incremento de la conectividad global de una localidad, tal y como fue definida en la sección 1.7.

4.1 Influencia de la conectividad en el desarrollo económico y social

En esta sección analizamos la influencia ejercida por el grado de conectividad global sobre el movimiento simultáneo de los indicadores de la Tabla 3. Para ello consideramos las 4 dimensiones identificadas en la sección 3.2., que cuantifican los patrones más relevantes de ese movimiento simultáneo, y realizamos una regresión de cada una de ellas sobre el grado de conectividad global (utilizando las puntuaciones calculadas mediante la matriz de coeficientes presentada en la Tabla 9). Dado el carácter exploratorio del estudio hacemos uso de técnicas de regresión no paramétrica localmente ponderada y, más concretamente, regresión "loess" que estima la curva de regresión mediante mínimos cuadrados ponderados iterativos y utiliza una proporción especificada de puntos para calcular un suavizador local. El porcentaje de puntos utilizados es del 50% y la función kernel, que especifica el peso que se asigna a cada punto en la estimación de la curva de regresión en un punto dado, es el kernel de Epanechnikov que da un peso más alto a los datos situados cerca del punto actual.

En la Figura 18 se muestra la curva de regresión estimada para el factor desarrollo económico, industrial y demográfico. Se observa que, para la mayor parte de las configuraciones, la influencia ejercida por el grado de conectividad global es creciente,

ralentizándose dicho crecimiento para las localidades con un nivel de conectividad más alto. Este hecho es debido, esencialmente, a la ley de rendimientos "decrecientes" que afecta a la influencia ejercida por la conectividad sobre su nivel de desarrollo económico cuantificado por la renta per cápita. Esta ley se manifiesta especialmente en las 3 capitales de provincia cuya renta per cápita es sensiblemente inferior a otras configuraciones con menor grado de conectividad, como, por ejemplo, María de Huerva, La Muela, Puebla de Alfindén, Figueruelas, Utebo, Cuarte de Huerva, La Joyosa o Villanueva de Gállego y que disfrutan de un mayor grado de desarrollo debido a la presencia en las mismas de puestos de trabajo industriales y de servicios. Esto viene acompañado de un mayor dinamismo en su población reflejado en un mayor número de nacimientos, en la llegada de población y en la construcción de nuevas viviendas.

4.00000 Maria de Huerva Desarrollo económico, industrial y demográfico La Muela∥Puebla de Alfinden Figueruelas Cuarte de Huerva Utebo 2.00000° Villanueva de Galleg Teruel 000 Huesca Zaragoza .00000 С -2.00000° 0 0 -4.00000° .00 2.00 4.00 6.00 8.00 10.00 Logaritmo de la conectividad global

Figura 18 Influencia de la conectividad global sobre el desarrollo económico, industrial y demográfico

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se muestra la curva de regresión estimada para el factor nivel de estudios y poder adquisitivo. Se observa que la influencia ejercida por el .nivel de conectividad es prácticamente inexistente para la mayor parte de las localidades. Tan sólo se aprecia una tendencia ligeramente creciente para zonas con un alto nivel de conectividad como son las 3

capitales de provincia y las cabeceras comarcales más importantes que constituyen los centros administrativos de Aragón y, por tanto, poseen un número importante de titulados superiores que hacen que el valor del factor aumente.

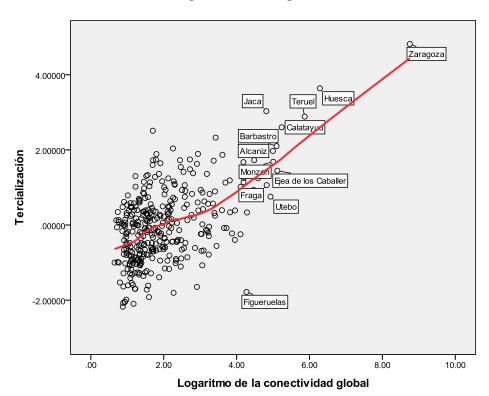
3.00000 2.00000 Teruel Nivel de estudios y poder adquisitivo Jaca O. Zaragoza Huesca 1.000000 Fraga Sabiñánigo Barbastro **∞** 8 Alcaniz Calatayud .00000 00 Ejea de los Caballer 0 -1.00000- 0 0 -2.00000 0 0 0 00 -3.00000 2.00 8.00 .00 4.00 6.00 10.00 Logaritmo de la conectividad global

Figura 19 Influencia de la conectividad global sobre el nivel de estudios y poder adquisitivo

Fuente: Elaboración propia

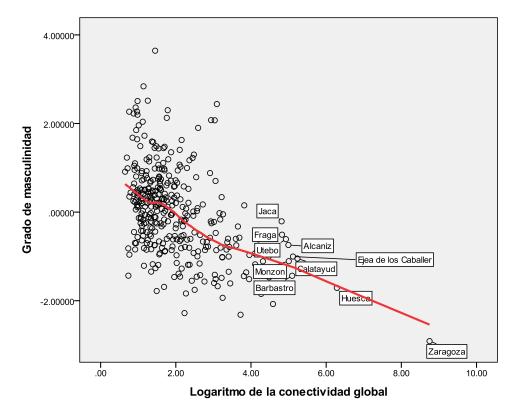
En la Figura 20 se muestra la curva de regresión estimada para el factor grado de terciarización. Se observa la existencia de una influencia claramente creciente del nivel de conectividad debido a que un incremento en el nivel de conectividad viene asociado a un incremento en el número de equipamientos (centros sanitarios, escolares, financieros) y a un mayor porcentaje de puestos de trabajo en el sector servicios que se concentran en las 3 capitales de provincia y en las cabeceras de comarca más importantes. Llama la atención, además, la baja posición de Figueruelas debido al fuerte carácter industrial de dicha localidad provocado por la presencia de la General Motors, donde como ya se ha apuntado anteriormente, el peso de los puestos de trabajo en el sector servicios y sus equipamientos quedan enmascarados.

Figura 20 Influencia de la conectividad global sobre el grado de terciarización



Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Influencia de la conectividad global sobre el grado de masculinidad



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 21 se muestra la curva de regresión estimada para el factor grado de masculinidad. Se observa la existencia de una influencia claramente decreciente del nivel de conectividad debido a que un incremento en el nivel de conectividad suele venir asociado a la presencia de un mayor número de mujeres atraídas por el número de equipamientos y puestos de trabajo en el sector servicios. Este hecho se manifiesta con mayor fuerza en las 3 capitales de provincia así como en las principales cabeceras de comarca de la región.

Podemos decir, por tanto, que el grado de conectividad ejerce una influencia significativa en las 4 dimensiones identificadas en la sección 3.2, especialmente en las relacionadas con los factores de desarrollo económico, industrial y demográfico, el grado de terciarización y de masculinidad, siendo la influencia sobre el factor nivel de estudios y poder adquisitivo de carácter más marginal manifestándose únicamente en las localidades con mayores niveles de conectividad.

4.2 Influencia del desarrollo económico y social sobre la conectividad

En esta sección analizamos el problema inverso, es decir, qué influencia ejercen los 4 factores de desarrollo económico y social, sobre el grado de conectividad. De esta forma buscamos capturar los patrones de movimiento simultáneo de dichas dimensiones que van asociadas al incremento del grado de conectividad. Para ello realizamos un análisis de regresión multivariante del grado de conectividad sobre los 4 factores. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10
Regresión del grado de conectividad sobre las dimensiones de desarrollo económico y social

Variable independiente	Coeficiente de regresión	Sig.
Constante	2,000	0,000
Desarrollo económico, industrial y demográfico	0,504	0,000
Nivel de estudios y poder adquisitivo	0,019	0,586
Grado de terciarización	0,460	0,000
Grado de masculinidad	-0,394	0,000
Error típico de estimación	,62429	
R cuadrado corregida	0,670	
Test de la F	177,125	0,000

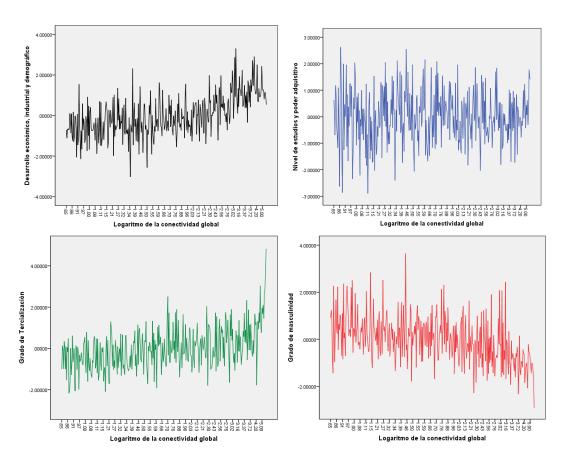
Fuente: Elaboración propia

Los resultados corroboran las conclusiones de la sección anterior. Los factores que ejercen una influencia significativa sobre el grado de conectividad son (por este orden), el nivel de desarrollo económico, industrial y demográfico, el grado de terciarización y el grado de masculinidad siendo los signos de los coeficientes equivalentes a los del análisis llevado a cabo en la sección 4.1. El factor nivel de estudios y poder adquisitivo, por su parte, no ejerce

una influencia significativa. El poder explicativo del modelo es medio-alto puesto que el hiperplano de regresión explica un 67% de la varianza del grado de conectividad global.

Estos patrones multivariantes de comportamiento quedan puestos claramente de manifiesto en la Figura 22 que muestra, en forma de diagramas de líneas, los valores de los factores para cada una de las configuraciones ordenadas de acuerdo a su grado de conectividad. Se observa la presencia de una tendencia creciente para los factores desarrollo económico, industrial y demográfico y grado de terciarización, decreciente en el grado de masculinidad y ninguna tendencia en el caso del factor nivel de estudios y poder adquisitivo.

Figura 22 Movimiento simultáneo de las 4 dimensiones de desarrollo económico y social según el grado de conectividad global



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la relación existente entre la conectividad laboral de los municipios aragoneses, calculada a partir de la matriz de flujos diarios por motivos laborales,

y sus niveles de desarrollo económico y social medido a partir de una batería de indicadores socio-económicos.

La primera parte del trabajo se ha dedicado a medir la conectividad de cada municipio. Para ello se ha planteado una metodología estadística Bayesiana, que utiliza un modelo de interacción espacial para estimar los niveles de conectividad de cada municipio como lugar de residencia y como lugar de trabajo, a partir del cual se ha construido una medida de conectividad global de cada municipio.

La metodología permite, además, descomponer la conectividad residencial y laboral de cada municipio en dos componentes: una que mide su atractivo en función de su localización geográfica y otra que tiene en cuenta sus dificultades de acceso, medidas éstas a través de una función de impedancia que depende del tiempo que cuesta desplazarse de un sitio a otro. Además, se distingue en esta última componente la importancia que tiene el tiempo de desplazamiento interno dentro del municipio (impedancia interna) y el tiempo que cuesta desplazarse a otros municipios (impedancia externa).

Utilizando datos del Censo de 2001 que son, actualmente, los más fiables y exhaustivos disponibles sobre movilidad laboral en Aragón, los resultados obtenidos muestran que los mayores niveles de conectividad se dan en las 3 capitales de provincia, las cabeceras de comarca y en las localidades situadas en el corredor del Ebro. En todas ellas predomina el atractivo espacial sobre la impedancia como lugar de residencia así como la componente de impedancia interna, poniendo de manifiesto la baja movilidad inter-municipal existente en Aragón por motivos laborales. Sin embargo, existen diferencias en la conectividad laboral, observándose que el atractivo espacial y la impedancia interna tienen más importancia en las capitales de provincia y en las cabeceras de comarca mientras que la impedancia externa es más importante en las localidades situadas en el cinturón industrial de Zaragoza, debido a que muchos residentes en Zaragoza acuden a trabajar a ellas.

La segunda parte del trabajo analiza las relaciones existentes entre la conectividad global de cada municipio con sus niveles de desarrollo económico y social. Para ello se ha utilizado una batería de indicadores socio-económicos relacionados con aspectos económicos, laborales, educativos, demográficos, de vivienda, calidad de vida y nivel de servicios de los municipios aragoneses, y se han identificado los factores comunes latentes a las relaciones existentes entre ellos aplicando técnicas de Análisis Factorial. Utilizando las dimensiones obtenidas, así como modelos de regresión, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la conectividad global de un municipio suele ir ligada a un mayor nivel de desarrollo económico y social. Este desarrollo se concreta, desde un punto de vista económico-laboral, en una mayor renta per cápita y un mayor porcentaje de puestos de trabajo en los sectores industrial y servicios. Todo esto provoca la presencia de mayores tasas netas de migración positiva, un mayor nivel de equipamientos y, como aspecto negativo, mayores niveles de contaminación y ruido. Además y, desde un punto de vista demográfico, las localidades con mayores niveles de conectividad muestran un mayor grado de vitalidad: la edad media de las localidades con mayor conectividad es más baja al convertirse, éstas en zonas de

atracción laboral para la gente joven; este hecho viene acompañado de una mayor presencia de mujeres y, por tanto, de una mayor tasa de natalidad, lo que provoca una mayor demanda de viviendas que se traduce en un incremento de viviendas construidas. Desde un punto de vista educativo, no se observan, sin embargo, relaciones significativas con el nivel medio de estudios, dado que los niveles altos de conectividad tienden a darse tanto en localidades eminentemente industriales donde el nivel medio de estudios tiende a ser más bajo por una mayor presencia de obreros, como en localidades con un alto número de puestos de trabajo en el sector servicios, en las que el nivel medio de estudios es más alto por una mayor presencia de titulados superiores.

Sería necesario replicar el estudio utilizando datos más actuales con el fin de analizar si los patrones de movilidad y desarrollo económico-social detectados en el año 2001 siguen estando vigentes y, en particular, evaluar el impacto que ha ejercido la reciente crisis económica en los mismos. Para ello sería necesario utilizar fuentes de información diferentes al Censo dado que, desafortunadamente, el Censo de 2011 no va a contener información sobre movilidad laboral desagregada como el Censo anterior. Dos fuentes alternativas podrían ser los contratos firmados en estos últimos años que contienen información del lugar de residencia y trabajo de la persona que firma el contrato y las estadísticas de variaciones residenciales de la población que elabora el INE año a año a escala municipal y donde se nos informa de los cambios de residencia en origen y destino de la población. En la actualidad estamos recopilando este tipo de información así como actualizando la información disponible sobre los indicadores económicos y sociales de los municipios de Aragón y los resultados obtenidos serán expuestos en futuros trabajos.

Bibliografía

- ALONSO, M.P.; BEAMONTE, A.; GARGALLO, P. y SALVADOR, M. (2007): "La movilidad laboral en Aragón a escala comarcal", en. *XXXIII Reunión de Estudios Regionales: competitividad, cohesión y desarrollo regional sostenible.* León, Noviembre 2007.
- ALONSO, M.P.; BEAMONTE, A.; GARGALLO, P. y SALVADOR, M. (2008): *Mercados locales de trabajo en Aragón.* FUNDEAR.
- ALONSO, W. (1964): Location and Land Use; Toward a General Theory of Land Rent, Cambridge, M: Harvard University Press.
- BARRIOS, M. C.; GODENAU, D. y SCHORN, J. (2009): "Los mercados locales de trabajo y sus condiciones de accesibilidad en Tenerife", *Boletín de la A.G.E.*, 49, 67-82.
- BATTEN, D.F. y BOYCE, D.E. (1986): "Spatial Interaction: Transportation and interregional commodity flow models". In: Nijkamp P. (ed) *Handbook of regional and urban economics*, vol. I. *Regional economics*. North-Holland. Amsterdam.
- CASTAÑER, M.; VICENTE, J. y BOIX, G. (Eds.) (2001): Las áreas urbanas y movilidad laboral, Universitat de Girona. Diversitas, 22.
- CHAKRABORTY, A.; BEAMONTE, M. A.; GELFAND, A.E.; ALONSO, M.P.; GARGALLO, P. y SALVADOR, M. (2012): "Spatial Interaction Models with Individual-level Data for Explaining Labor Flows and Developing Local Labor Markets", In press in *Computational Statistics & Data Analysis*.
- DE VRIES, J.J.; NIJKAMP, P. y RIETVELD, P. (2001): Alonso's Theory of Movements: Developments in Spatial Interaction Modelling", *Journal of Geographical Systems*, 3, 233-256.
- DE VRIES, J.J.; NIJKAMP, P. y RIETVELD, P. (2009): "Exponential or power distance-decay for commuting? An alternative specification", *Environment and Planning A* 41(2), 461-480.
- EL-GENEIDY, A. y LEVINSON, D. (2011): "Place Rank: Valuing Spatial Interactions", *Netw Spat Econ* (DOI 10.1007/s11067-011-9153-z).
- FRÜHWRITH-SCHNATTER, S.; FRÜHWRITH, R.; HELD, L. and RUE, H. (2009): "Improved auxiliary mixture sampling for hierarchical models of non-gaussian data", *Statistics and Computing,* 19, 479-492.
- GEURS, K.T.R. and RISTSEMA, V.E. (2001): *Accesibity measures: review and applications*, Urban research Centre, Utrecht University.
- GONZÁLVEZ, V. (2005): "Novedades en el Censo de la Población de España de 2001", *Cuadernos Geográficos*, 36(2005-1), pp.15-34.
- HANSEN, W. (1959): "How accessibility shape land use", J Am Inst Plann 25(2), 73-76.
- HUA, C.I. (2001): "Alonso's systemic model: a review and representation", *International Regional Science Review*, 24, 360-385.
- KAUFMANN, V. (2006): "Motilité, latence de mobilité et modes de vie urbains" en BONNET, M.; AUBERTEL, P. (ed.) *La ville aux limites de la mobilité*, Puf, Paris, pp. 223-233.
- LESAGE, J. P.; FISCHER, M. M. y SCHERNGELL, T. (2007): "Knowledge spillovers across Europe: Evidence from a Poisson spatial interaction model with spatial effects", *Papers in Regional Science*, 86(3) 393-421.
- REGGIANI, A.; BUCCI, P. and RUSSO, G. (2011): "Accessibility and Impedance Forms: Empirical Applications to the German Commuting Network", *International Regional Science Review*, 34 (2), 230-252.

- ROQUER, S. (2007): "Movilidad residencia-trabajo y características sociodemográficas de la población española. Un estudio de sus relaciones a través del censo de 2001". *Boletin de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 44, 187-214:
- ROY, J.R. y THILL, J.C. (2004): "Spatial interaction modelling", Regional Science, 83, 339-361.
- ROZAS, P. y FIGUEROA, O. (2006): La conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: análisis de experiencias internacionales. Naciones Unidas. Cepal. División de recursos naturales e infraestructuras.
- SEN, A. y SMITH, T.E. (1995): *Gravity models of spatial interaction behaviour*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- SPIEGELHALTER, D.J.; BEST, N.G.; CARLIN, B.P. y VAN DER LINDE, A. (2002): "Bayesian measures of model complexity and fit", *Journal of the Royal Statistical Society B*, 64, 583-639.
- VICKERMAN, R.W. (1974): "Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility", *Environment and Planning Series A* 6, 675-691.
- WACHS, M. y KUMAGAI, T. (1973): "Physical accessibility as a social indicator", *Socioecon Plan Sc,* 7:327-456.
- WILSON, A. (1971): "A family of spatial interaction models, and associated developments", *Environment and Planning A* 3(1), 1-32.

Apéndice

Este apéndice describe el algoritmo utilizado para calcular la distribución a posteriori (8) cuando la función de impedancia $f(t_{ij};\gamma) = \gamma g(t_{ij})$ donde la función g cuantifica el tipo de influencia ejercida por el tiempo de desplazamiento entre B_i y B_j sobre la dificultad de acceso a B_j desde B_i . Así $g(t_{ij}) = t_{ij}$ para un modelo de decaimiento exponencial, $g(t_{ij}) = t_{ij}^2$ para un modelo de decaimiento exponencial-normal, $g(t_{ij}) = \sqrt{t_{ij}}$ para un modelo de decaimiento exponencial-raíz cuadrada, $g(t_{ij}) = \log(t_{ij}+1)$ para un modelo de decaimiento potencial, $g(t_{ij}) = (\log(t_{ij}+1))^2$ para un modelo de decaimiento logarítmico normal.

El algoritmo se basa en el muestreo de Gibbs. Sin embargo, a diferencia de LeSage y otros (2007), se han utilizado los resultados recientes de Frühwrith-Schnatter y otros (2009) para extraer una muestra de la distribución [β |resto de los parámetros, datos] lo que aumenta la eficiencia del procedimiento de estimación.

Para cada par $(i,j) \in \{1,...,K\}$ $x \in \{1,...,K\}$, se introducen las siguientes variables latentes:

$$\begin{split} &\tau_{ij,1} = \frac{\xi_{ij,1}}{\lambda_{ij}} \text{ con } \xi_{ij,1} \sim \text{Exp(1)} \\ &\tau_{ij,2} = \frac{\xi_{ij,2}}{\lambda_{ii}} \text{ con } \xi_{ij,2} \sim \text{Gamma}(n_{ij},1) \text{ si } n_{ij} \!\!>\!\! 0 \end{split}$$

Como Frühwrith-Schnatter y otros (2009) demuestran tenemos que:

$$-\log(\tau_{ij,k}) = \log(\lambda_{ij}) + \epsilon_{ij,k} \text{ donde } \epsilon_{ij,k} \approx \sum_{r=1}^{R(\nu_{ij,k})} w_r \Big(\nu_{ij,k}\Big) N \Big(m_r \Big(\nu_{ij,k}\Big) s_r^2 \Big(\nu_{ij,k}\Big) \Big)$$

$$con \ \nu_{ij,k} = \begin{cases} 1 & \text{si } k = 1 \\ n_{ij} & \text{si } k = 2 \end{cases}.$$

Para manejar la mixtura anterior, se introducen los indicadores $r_{ij,k} \in \{1,\dots,R(\nu_{ij,k})\}$ de tal manera que:

$$log(\tau_{ij,k}) \mid \lambda_{ij}, r_{ij,k} \sim N \left(log(\lambda_{ij}) + m_{r_{ii,k}} \left(v_{ij,k} \right) s_{r_{ii,k}}^2 \left(v_{ij,k} \right) \right); k=1,..., m_{ij}$$

$$donde \ m_{ij} = \begin{cases} 1 & sin_{ij} = 0 \\ 2 & sin_{ij} > 0 \end{cases}$$

Utilizando estas variables latentes, el algoritmo para calcular una muestra de la distribución a posteriori de los parámetros del modelo es el siguiente:

 $^{^3}$ Los valores de $w_r(v)$, $m_r(v)$, $s_r^2(v)$ y R(v) han sido calculados a partir de la rutina *compute_mixture* desarrollada en MATLAB por Frühwrith -Schnatter y otros (2009)

Paso 0: Calcular los valores de $\{R(\nu_{\iota\phi,k}), w_r(\nu_{ij,k}), m_r(\nu_{ij,k}), s_r^2(\nu_{ij,k}); r = 1,...,R(\nu_{\iota\phi,k})\}; k = 1,...,m_{ij}; i,j = 1,...,K$

Paso 1: Obtener una muestra inicial de valores de $\{\tau_{ij,k}, \ r_{ij,k} \ ; \ k=1,\dots,m_{ij}; \ i,j=1,\dots,K\}$ tomando $\lambda_{ij} = \begin{cases} 0.1 \ \text{si} \ n_{ij} = 0 \\ n_{ii} \ \text{si} \ n_{ij} > 0 \end{cases} \text{ y aplicando los pasos 10 y 11 descritos más adelante.}$

Repetir los pasos 2 a 10 para alcanzar un número predeterminado de iteraciones.

Paso 2:

 β / resto de parámetros, datos

Sea
$$y_{ij,k} = -\log(\tau_{ij,k}) - m_{r_{ij,k}}(v_{ij,k}); k=1,...,m_{ij}, y_{ij} = (y_{ij,k}; k=1,...,m_{ij})'$$

Se tiene que:

$$\boldsymbol{y}_{ij} = \alpha \, \boldsymbol{1}_{k_{ii}} \, + \, (f \big(t_{ij}, \gamma \big) + \boldsymbol{\theta}_i \, + \boldsymbol{\phi}_j \,) \boldsymbol{1}_{k_{ii}} \, + \boldsymbol{\epsilon}_{ij} \, ; \, i,j = 1, \ldots, K$$

con
$$\varepsilon_{ij} \sim N_{k_{ij}}(\mathbf{0}, diag(s_{r_{ij,k}}^2(v_{ij,k}), k = 1,...,m_{ij}))$$

Se define:

$$\boldsymbol{y}_i = \begin{pmatrix} \boldsymbol{y}_{i1} \\ ... \\ \boldsymbol{y}_{iK} \end{pmatrix}, \ \boldsymbol{f}_i = \begin{pmatrix} g(\boldsymbol{t}_{i1}) \boldsymbol{1}_{m_{i1}} \\ ... \\ g(\boldsymbol{t}_{iK}) \boldsymbol{1}_{m_{iK}} \end{pmatrix}, \ \boldsymbol{\phi}_i = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\phi}_1 \boldsymbol{1}_{m_{i1}} \\ ... \\ \boldsymbol{\phi}_K \boldsymbol{1}_{m_{iK}} \end{pmatrix} = \boldsymbol{A}_i \boldsymbol{\phi}$$

$$\text{con } \textbf{A}_{\text{i}} = \text{diag} \Big(I_{m_{ij}}; j = \text{1,..,} K \Big) \text{ y } \boldsymbol{\epsilon}_{\text{i}} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\epsilon}_{\text{i1}} \\ ... \\ \boldsymbol{\epsilon}_{\text{iK}} \end{pmatrix}$$

Se tiene que:

$$\mathbf{y}_i = \alpha \mathbf{1}_{m.} + \gamma \mathbf{f}_i + \theta_i \mathbf{1}_{k.} + \mathbf{A}_i \phi + \varepsilon_i$$
 para $i=1,...,K$

con $\varepsilon_i \sim N_{m_i} \left(0, \mathbf{S}_{r_i}\right)$ siendo $m_i = m_{i1} + \ldots + m_{iK}$, $S_{r_i} = \text{diag}\left(s_{r_{ij,k}}^2\left(v_{ij,k}\right), k = 1, \ldots, m_{ij}; j = 1, \ldots, K\right)$ y, por tanto, se obtiene que:

$$\mathbf{v} = \alpha \mathbf{1}_{m} + \gamma \mathbf{f} + \mathbf{B} \theta + \mathbf{A} \phi + \varepsilon$$

donde

$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \dots \\ \mathbf{y}_K \end{pmatrix}, \ \mathbf{f} = \begin{pmatrix} \mathbf{f}_1 \\ \dots \\ \mathbf{f}_K \end{pmatrix}, \ \mathbf{B} = \text{diag}(\mathbf{1}_{m_i}; i = 1, \dots, K) \ , \ \mathbf{A} = \begin{pmatrix} \mathbf{A}_1 \\ \dots \\ \mathbf{A}_K \end{pmatrix} \mathbf{y} \ \boldsymbol{\epsilon} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\epsilon}_1 \\ \dots \\ \boldsymbol{\epsilon}_K \end{pmatrix} \sim \ N_m(\mathbf{0}, \mathbf{S}_r)$$

con m = m_1 + ... + m_K y \mathbf{S}_r = $diag(\mathbf{S}_{r_1},...,\mathbf{S}_{r_K})$

Por tanto, se sigue que:

$$y = X\beta + B\theta + A\phi + \epsilon$$

donde **X** =
$$(1_m, f)$$
 y $\beta = (\alpha, \gamma)$

Mediante cálculos estándar se demuestra que:

 β | resto de parámetros, datos ~ $N_2(\mu_{\beta}, \Sigma_{\beta})$ siendo

$$\mu_{\beta} = \left(\boldsymbol{X}^{'}\boldsymbol{S}_{r}^{-1}\boldsymbol{X} + \boldsymbol{S}_{\beta}^{-1} \right)^{-1} \left(\boldsymbol{X}^{'}\boldsymbol{S}_{r}^{-1} \big(\boldsymbol{y} - \boldsymbol{B}\boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{A}\boldsymbol{\phi} \big) \right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\beta} = \left(\boldsymbol{X}^{'}\boldsymbol{S}_{r}^{-1}\boldsymbol{X} + \boldsymbol{S}_{\beta}^{-1} \right)^{-1}$$

Paso 3

 ϕ | resto de parámetros, datos ~ $N_{\kappa}(\mu_{\phi}, \Sigma_{\phi})$

$$\boldsymbol{\mu}_{\boldsymbol{\varphi}} = \left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\boldsymbol{\mathsf{A}} + \boldsymbol{\tau}_{d}\left(\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{'}\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{-}\right)\right)^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{y}} - \boldsymbol{\mathsf{X}}\boldsymbol{\boldsymbol{\beta}} - \boldsymbol{\mathsf{B}}\boldsymbol{\boldsymbol{\theta}}\right)\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\varphi}} = \left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\boldsymbol{\mathsf{A}} + \boldsymbol{\tau}_{d}\left(\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{'}\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{-}\right)\right)^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{y}} - \boldsymbol{\mathsf{X}}\boldsymbol{\boldsymbol{\beta}} - \boldsymbol{\mathsf{B}}\boldsymbol{\boldsymbol{\theta}}\right)\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\varphi}} = \left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\boldsymbol{\mathsf{A}} + \boldsymbol{\tau}_{d}\left(\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{'}\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{-}\right)\right)^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{y}} - \boldsymbol{\mathsf{X}}\boldsymbol{\boldsymbol{\beta}} - \boldsymbol{\mathsf{B}}\boldsymbol{\boldsymbol{\theta}}\right)\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\varphi}} = \left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\boldsymbol{\mathsf{A}} + \boldsymbol{\tau}_{d}\left(\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{'}\boldsymbol{\mathsf{B}}_{d}^{-}\boldsymbol{\mathsf{B}}\boldsymbol{\boldsymbol{\theta}}\right)\right)^{-1}\left(\boldsymbol{\mathsf{A}}^{'}\boldsymbol{\mathsf{S}}_{r}^{-1}\boldsymbol{\mathsf{A}} + \boldsymbol{\mathsf{Y}}_{d}^{'}\boldsymbol{\mathsf{A}}\right)\right)$$

Paso 4

 θ | resto de parámetros, datos ~ $N_{K}(\mu_{\theta}, \Sigma_{\theta})$

$$\boldsymbol{\mu}_{\boldsymbol{\theta}} = \left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}\mathbf{B} + \boldsymbol{\tau}_{o}\left(\mathbf{B}_{o}^{'}\mathbf{B}_{o}\right)\right)^{-1}\left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{A}\boldsymbol{\phi})\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\theta}} = \left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}\mathbf{B} + \boldsymbol{\tau}_{o}\left(\mathbf{B}_{o}^{'}\mathbf{B}_{o}\right)\right)^{-1}\left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{A}\boldsymbol{\phi})\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\theta}} = \left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}\mathbf{B} + \boldsymbol{\tau}_{o}\left(\mathbf{B}_{o}^{'}\mathbf{B}_{o}\right)\right)^{-1}\left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{A}\boldsymbol{\phi})\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\theta}} = \left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}\mathbf{B} + \boldsymbol{\tau}_{o}\left(\mathbf{B}_{o}^{'}\mathbf{B}_{o}\right)\right)^{-1}\left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{A}\boldsymbol{\phi})\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\theta}} = \left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}\mathbf{B} + \boldsymbol{\tau}_{o}\left(\mathbf{B}_{o}^{'}\mathbf{B}_{o}\right)\right)^{-1}\left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{A}\boldsymbol{\phi})\right), \ \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{\theta}} = \left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}\mathbf{B} + \boldsymbol{\tau}_{o}\left(\mathbf{B}_{o}^{'}\mathbf{B}_{o}\right)\right)^{-1}\left(\mathbf{B}^{'}\mathbf{S}_{r}^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{A}\boldsymbol{\phi})\right)$$

Paso 5

 $\rho_{\rm o}$ | resto de parámetros, datos

$$\text{tiene una densidad proporcional } |\mathbf{B}_{o}| \exp \! \left[-\frac{\tau_{o}}{2} \boldsymbol{\theta}^{'} \! \left(\! \mathbf{B}_{o}^{'} \! \mathbf{B}_{o}^{'} \! \right) \! \! \boldsymbol{\theta} \right] \mathbf{I}_{\left(\! \kappa_{\text{max}}^{-1}, \kappa_{\text{min}}^{-1} \right)} \! \left(\! \rho_{o}^{} \right) \!$$

En este caso, se utiliza una aproximación discreta usando una red de valores para ρ_o y el método de inversión.

Paso 6

 ρ_d | resto de parámetros, datos

tiene una densidad proporcional
$$|\mathbf{B}_{d}| \exp \left[-\frac{\tau_{d}}{2} \phi^{'} \left(\mathbf{B}_{d}^{'} \mathbf{B}_{d} \right) \phi \right] \mathbf{I}_{\left(\kappa_{max}^{-1}, \kappa_{min}^{-1}\right)} (\rho_{d})$$

En este caso, se utiliza una aproximación discreta usando una red de valores para ρ_d y el método de inversión.

Paso 7

$$\tau_{o}$$
 | resto de parámetros, datos ~ Gamma $\left(\frac{K}{2} + \upsilon_{o}, \frac{\theta'(\mathbf{B}_{o}'\mathbf{B}_{o})\theta}{2} + \frac{\upsilon_{o}s_{o}^{2}}{g_{20}}\right)$

Paso 8

$$\tau_{d} \mid \textit{resto de parámetros, datos} \sim \text{Gamma} \left(\frac{\mathsf{K}}{2} + \upsilon_{\mathsf{d}}, \frac{\phi^{'} \left(\mathbf{B}_{\mathsf{d}}^{'} \mathbf{B}_{\mathsf{d}} \right) \phi}{2} + \upsilon_{\mathsf{d}} s_{\mathsf{d}}^{2} \right)$$

Paso 9

 $(\tau_{ij,k}; k=1,...,m_{ij})$ | resto de parámetros, datos

Si $n_{ij} = 0$ se toma $\tau_{ij,1} = 1 + \xi_{ij}$ con $\xi_{ij} \sim \text{Exp}(\lambda_{ij})$ Si $n_{ij} > 0$ se extrae una muestra de $\xi_{ij} \sim \text{Exp}(\lambda_{ij})$ y $\tau_{ij,2} \sim \text{Beta}(n_{ij},1)$ y se toma $\tau_{ij,1} = 1 - \tau_{ij,2} + \xi_{ij}$

Paso 10

 $r_{ij,1}$, $r_{ij,2}$ resto de parámetros, datos

Se muestrea $r_{ij,1}$ a partir de una distribución discreta con soporte $\{1,...,R(\nu_{ij,1})\}$ y función de probabilidad:

$$P(r_{ij,1} = u) \propto w_u(1)\phi(-log \tau_{ij,1} - log \lambda_{ij}; m_u(1), s_{u}(1))$$

donde $\varphi(x;m,s)$ denota el valor en x de la función de densidad de una distribución N(m,s) Si además $n_{ij} > 0$, se muestrea $r_{ij,2}$ a partir de una distribución discreta con soporte $\{1,..., R(\nu_{ij,2})\}$ y función de probabilidad:

$$P(r_{ij,2} = u) \propto w_u(n_{ij}) \phi((-\log \tau_{ij,1} - \log \lambda_{ij}; m_u(n_{ij}), s_{ij}(n_{ij}))$$

Gobierno de Aragón, Ibercaja y Caja Inmaculada con el objeto de:

- Elaborar estudios sobre economía aragonesa o sobre el territorio aragonés, por iniciativa propia o por encargo.
- Organizar y supervisar equipos de investigación solventes científicamente, que realicen trabajos sobre economía y de carácter territorial encargados a través de la Fundación.
- Promover un debate informado sobre las alternativas a que se enfrenta la economía aragonesa y la política de organización del territorio. En especial organizará periódicamente encuentros, seminarios o jornadas sobre temas relevantes.
- Publicar o dar difusión por cualquier medio a los trabajos que realice, las conclusiones de los seminarios así como otros trabajos de interés para Aragón.
- Formar economistas especializados en temas relativos a la economía y política territorial aragonesa.

Patronato:

- D. Amado Franco Lahoz, (Ibercaja), Presidente.
- D. Luis Miguel Carrasco, (CAI), Vicepresidente.
- D. Francisco Bono Rios (Gobierno de Aragón), Vocal.

Director:

D. José María Serrano Sanz

Publicaciones de Fundear:

(Todas nuestras publicaciones están disponibles en www.fundear.es)

D.T. 01/2003: **Aproximación a los servicios a empresas en la economía aragonesa** *E. Pardos* (U. de Zaragoza) y *A. Gómez Loscos* (Fundear). Agotado

D.T. 02/2003: Índice Fundear: un sistema de indicadores sintéticos de coyuntura para la economía aragonesa

M. D. Gadea Rivas (U. de Zaragoza), A. Montañés Bernal (U. de Zaragoza) y *D. Pérez Ximénez de Embún* (Fundear). Agotado

D.T. 03/2003: Servicios a empresas y empleo en Aragón

M. C. Navarro Pérez (U. de La Rioja), E. Pardos (U. de Zaragoza) y A. Gómez Loscos. (Fundear). Agotado

D.T. 04/2003: Los servicios a empresas en la estructura productiva aragonesa

E. Pardos (U. de Zaragoza) y A. Gómez Loscos (Fundear). Agotado

D.T. 05/2004: La localización de los servicios empresariales en Aragón. Determinantes y efectos

E. Pardos (U. de Zaragoza), F. Rubiera Morollón (U. de Oviedo) y A. Gómez Loscos (Fundear). Agotado

D.T. 06/2004: Factores de localización y tendencia de población en los municipios aragoneses

L. Lanaspa (U. de Zaragoza), F. Pueyo (U. de Zaragoza) y F. Sanz (U. de Zaragoza). Agotado

D.T. 07/2004: Determinantes del crecimiento económico. La interrelación entre el capital humano y tecnológico en Aragón

B. Simón Fernández (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado

D.T. 08/2004: Determinantes de la siniestralidad laboral

I. García (U. de Zaragoza) y V. M. Montuenga (U. de La Rioja). Agotado

D.T. 09/2004: Evolución y perspectivas de la productividad en Aragón

M. Sanso Frago (U. de Zaragoza), P. García Castrillo (U. de Zaragoza) y F. Pueyo Baldello (U. de Zaragoza). Agotado

D.T. 10/2004: Las razones del saldo de comercio exterior: competitividad versus ventaja comparativa

C. Fillat Castejón (U. de Zaragoza) y C. López Pueyo (U. de Zaragoza). Agotado

D.T. 11/2004: El consumo de drogas entre los jóvenes aragoneses: evidencia de un proceso secuencial en varias etapas

J. Alberto Molina (U. de Zaragoza), R. Duarte (U. de Zaragoza) y J. J. Escario (U. de Zaragoza). Agotado

D.T. 12/2004: La industria aragonesa en el contexto europeo. Capacidad de reacción ante *shocks* externos

J. L. Gallizo Larraz (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado

- D.T. 13/2004: Análisis económico financiero de las Cajas de Ahorros: su contribución al desarrollo económico de Aragón
- V. Condor López (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 14/2005: La demanda de servicios empresariales avanzados en la economía aragonesa
- E. Pardos (U. de Zaragoza), A. Gómez Loscos (Fundear) y G. Horna (Fundear). Agotado
- D.T. 15/2005: Las Empresas de Inserción en Aragón: características, evolución y futuro
- C. Marcuello (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 16/2005: Rentabilidad social de las nuevas infraestructuras de abastecimiento de agua a Zaragoza
- L. Pérez y Pérez (CITA y U. de Zaragoza) y J. Barreiro Hurlé (IFAPA). Agotado
- D.T. 17/2006: Análisis de las Estrategias de Protección del medioambiente de la empresa industrial aragonesa
- C. Garcés Ayerbe (U. de Zaragoza), P. Rivera Torre (U. de Zaragoza) y J. L. Murillo Luna (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 18/2006: Pensiones de la Seguridad Social y financiación privada de la dependencia de Aragón
- A. Sánchez Sánchez (U. de Zaragoza) y A. Lázaro Alquezar (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 19/2006: Efectos del gasto en defensa en la producción y el empleo de Aragón C. Pérez Fornies (U. de Zaragoza) y J. J. Sanaú Villarroya (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 20/2006: Determinantes de la confianza del consumidor aragonés hacia la compra a través de Internet. Un estudio confirmatorio del comportamiento de compra C. Flavián Blanco (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 21/2006: Determinantes de no-visita a Ferias profesionales. Aplicación al comercio minorista aragonés
- C. Berné Manero (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 22/2006: La demanda de bienes de consumo en Aragón
- J. A. Molina (U. de Zaragoza), R. Duarte (U. de Zaragoza) y A. I. Gil (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 23/2006: Relaciones dinámicas y predicción de precios en el complejo agroganadero en Aragón
- M. Ben-Kaabia (U. de Zaragoza), J. Mª Gil Roig (U. Politécnica de Cataluña) y J. Cabeza Laguna (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 24/2006: Incidencia territorial de los ingresos públicos de la Comunidad Autónoma de Aragón
- R. Barberán Ortí (U. de Zaragoza) y M. L. Espuelas Jiménez (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 25/2006: El sector turístico en las comarcas aragonesas
- A. Gómez Loscos (Fundear) y G. Horna (Fundear). Agotado
- D.T. 26/2006: El capital humano en las comarcas aragonesas
- A. Gómez Loscos (Fundear) y V. Azón Puértolas (Fundear). Agotado

- D.T. 27/2006: How many regional business cycles are there in Spain? A MS-VAR approach
- M. D. Gadea (U. de Zaragoza), A. Gómez Loscos (Fundear) y A. Montañés (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 28/2006: La empresa aragonesa ante la reforma contable. Un estudio empírico de sus implicaciones
- V. Cóndor López (U. de Zaragoza y Otros. Agotado
- D.T. 29/2006: El Mercado de trabajo en Aragón: análisis y comparación con otras Comunidades Autónomas
- I. García Mainar (U. de Zaragoza), A. Gil Sanz (U. de Zaragoza) y V. Manuel Montuenga Gómez (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 30/2006: Análisis de las potenciales ventajas competitivas del comportamiento estratégico medioambiental de las empresas industriales en Aragón
- C. Garcés Ayerbe (U. de Zaragoza), P. Rivera Torres (U. de Zaragoza) y J. L. Murillo Luna (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 31/2006: ¿Sobreviven las franquicias en Aragón?
- M. V. Bordonaba Juste (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 32/2006: Avudas públicas v microempresas en Aragón
- C. Galve Górriz (U. de Zaragoza) y M. J. Alonso Nuez (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 33/2006: Proyecto de análisis de la cadena de suministro en las empresas de Aragón y la ventaja competitiva
- M. J. Sáenz (U. de Zaragoza), C. García (Zaragoza Logistics Center), J. Royo (U. de Zaragoza) y P. Lambán (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 34/2006: Recursos humanos y turismo en Aragón: análisis del impacto socioeconómico de la EXPO-2008
- R. Ortega (U. de Zaragoza), José Alberto Molina (U. de Zaragoza) y A. Garrido (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 35/2006: Estimación de los costes económicos de la invasión del mejillón cebra (Dreissena polymorpha) en la Cuenca del Ebro
- L. Pérez y Pérez (CITA y U. de Zaragoza) y C. Chica Moreu (Consultor). Agotado
- D.T. 36/2007: Análisis del impacto económico del plan especial de depuración de aguas residuales de Aragón
- L. Pérez y Pérez (CITA y U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 37/2007: Empresas gacela y empresas tortuga en Aragón
- C. Galve Górriz (U. de Zaragoza) y A. Hernández Trasobares (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 38/2007: Los amigos en las conductas de riesgo de los adolescentes aragoneses J. Julián Escario Gracia (U. de Zaragoza), R. Duarte Pac (U. de Zaragoza) y J. A. Molina Chueca (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 39/2007: La promoción de la Expo 2008: Redes virtuales y sociedad del conocimiento
- C. Flavián Blanco (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado

- D.T. 40/2007: Las exportaciones de la PYME aragonesa
- M. Ramirez Alesón (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 41/2007: Análisis estadístico del precio de la vivienda en Zaragoza
- M. Salvador Figueras (U. de Zaragoza), P. Gargallo Valero (U. de Zaragoza) y M. A. Belmonte San Agustín (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 42/2007: Transparencia y sostenibilidad en las empresas de inserción aragonesas *Ch. Marcuello* (U. de Zaragoza) y *Otros.* Agotado
- D.T. 43/2007: ¿Existe riesgo de exclusión financiera en los municipios aragoneses de rentas bajas?
- C. Bernad (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 44/2008: Nivel educativo y formación en el empleo de la población activa en Aragón
- I. García Mainar (U. de Zaragoza) y V. M. Montuenga Gómez (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 45/2008: Tributación ambiental: el caso del agua en Aragón
- M. C. Trueba (U. de Zaragoza), J. Vallés (U. de Zaragoza) y A. Zárate Marco (U. de Zaragoza). Agotado
- D.T. 46/2008: La imagen corporativa de las entidades financieras en Aragón E. Martínez Salinas (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 47/2008: Efectos de la inmigración sobre el empleo en Aragón
- A. Lázaro Alquezar (U. de Zaragoza), A. Sánchez Sánchez (U. de Zaragoza) y B. Simón Fernández (U. de Zaragoza).
- D.T. 48/2008: Fomento del turismo en las comarcas aragonesa y TIC
- M. V. Sanagustin Fons (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 49/2008: Envejecimiento de la población y dependencia: la distribución intrafamiliar de los cuidados a mayores
- J. A. Molina (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 50/2008: El aeropuerto de Zaragoza. Una visión espacial, económica y funcional
- A. I. Escalona Orcao (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 51/2008: El mercado inmobiliario y las hipotecas en Aragón
- L. A. Fabra Garcés (U. de Zaragoza) y Otros. Agotado
- D.T. 52/2009: Del atraso a la modernización: la evolución de la producción agraria en Aragón, 1936-1986

Ernesto Clar (U. de Zaragoza) y Vicente Pinilla (U. de Zaragoza). Agotado

- D.T. 53/2010: **Estimación de la Matriz de Contabilidad Social de Aragón 2005** *Luis Pérez y Pérez* (CITA) *y Ángeles Cámara Sánchez* (U. Rey Juan Carlos). Agotado
- D.T. 54/2010: Las retribuciones salariales de los aragoneses

Inmaculada García (U. de Zaragoza) y Víctor M. Montuenga (U. de Zaragoza). Agotado

D.T. 55/2011: Efectos económicos y sobre el empleo del parque Territorio Dinópolis de Teruel

Luis Pérez y Pérez (CITA y U. de Zaragoza) y Ana Gómez Loscos (Fundear y U. de Zaragoza). Agotado

D.T. 56/2011: Segregación ocupacional por género en Aragón

Inmaculada García Mainar (U. de Zaragoza), Guillermo García Martín (CAI y U. de Zaragoza) y Víctor M. Montuenga Gómez (U. de Zaragoza)

D.T. 57/2011: ¿Cuánto hemos cambiado? Cambio estructural y cambio tecnológico en la economía aragonesa

Rosa Duarte Pac (U. de Zaragoza), Julio Sánchez-Chóliz (U. de Zaragoza), Javier Sirera de la Cal (U. de Zaragoza) y Ignacio Cazcarro Castellano (U. de Zaragoza)

- D.T. 58/2011: **Orientación al mercado y al aprendizaje en el sector vinícola aragonés** *Jesús J. Cambra Fierro* (U. Pablo de la Olavide), *Elena Fraj Andrés* (U. de Zaragoza), *Iguácel Melero Polo* (U. de Zaragoza), *Javier Sesé Oliván* (U. de Zaragoza) y *Rosario Vázquez Carrasco* (U. Pablo de Olavide)
- D.T. 59/2011: **Accesibilidad laboral a los mercados de trabajo aragoneses** M^a *Pilar Alonso Logroño* (Universidad de Lérida), M^a *Asunción Beamonte San Agustín* (U. de Zaragoza), *Pilar Gargallo Valero* (U. de Zaragoza) y *Manuel Salvador Figueras* (U. de Zaragoza)

D. T. 60/2011: Privatización y ¿o? cooperación en la gestión de servicios de residuos sólidos urbanos en los municipios aragoneses

Germà Bel (U. de Barcelona), Xavier Fageda (U. de Zaragoza) y Melania Mur (U. de Zaragoza

D.T. 61/2012: Clusters de productividad en el Valle del Ebro

Ana M. Angulo Garijo (U. de Zaragoza), Jesús Mur Lacambra (U. de Zaragoza), Fernando López Hernández (U. Politécnica de Cartagena) y Marcos Hernán Herrera Gómez (U. de Zaragoza)

- D.T. 62/2012: Educación financiera y espíritu emprendedor de los jóvenes en Aragón Natividad Blasco de las Heras (U. de Zaragoza), Mª Ángeles López Artal (Colegio de Economistas de Aragón), Pilar Labrador Lanau (Colegio de Economistas de Aragón), Rogelio Cuairán Benito (Colegio de Economistas de Aragón), Alfonso López Viñegla (Colegio de Economistas de Aragón) y Juan Miguel Royo Abenia (Colegio de Economistas de Aragón).
- D.T. 63/2012: ¿Afectan los tributos aragoneses sobre el juego a la actividad del juego en la Comunidad Autónoma o en otras Comunidades Autónomas?

Julio López Laborda (U. de Zaragoza) y Fernando Rodrigo Sauco (U. de Zaragoza).

D.T. 64/2012: Precios de la vivienda en Aragón: ¿Qué queda de la burbuja inmobiliaria?

Marcelo Reyes García (U. de Zaragoza) y Lorena Olmos Salvador (U. de Zaragoza).

D.T. 65/2013: Influencia del binomio residencia-trabajo en el desarrollo económico y social aragonés

María Pilar Alonso Logroño (U. de Lleida), Pilar Gargallo Valero (U. de Zaragoza) y Manuel Salvador Figueras (U. de Zaragoza).