
DOCUMENTO DE TRABAJO 59 2011

Accesibilidad laboral a los mercados de trabajo aragoneses

M^a Pilar Alonso Logroño
UNIVERSIDAD DE LÉRIDA

M^a Asunción Beamonte San Agustín
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Pilar Gargallo Valero
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Manuel Salvador Figueras
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



Documento de Trabajo n° 59/2011

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

<http://www.fundear.es>

Edita: Fundación Economía Aragonesa FUNDEAR

ISSN: 1696-5493

D.L.: Z-813-2003

© de la edición, Fundación Economía Aragonesa, 2011

© del texto, los autores, 2011

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 lucro, siempre que se cite la fuente.

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

DOCUMENTO DE TRABAJO 59 2011

Accesibilidad laboral a los mercados de trabajo aragoneses

M^a Pilar Alonso Logroño

UNIVERSIDAD DE LÉRIDA

M^a Asunción Beamonte San Agustín

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Pilar Gargallo Valero

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Manuel Salvador Figueras

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Fundación Economía Aragonesa

ÍNDICE

Nº pág.

Resumen	7
Introducción	10
1. Objetivos de la investigación	13
2. Delimitación de mercados locales de trabajo en Aragón	14
2.1 Autonomía de la Oferta, Autonomía de la Demanda y Job-Ratio	15
2.2 Definición de Mercado Laboral Local	15
2.3 Algunos procedimientos de delimitación de MLLs	16
2.4 Metodología FCM	18
2.4.1 Breve descripción de un Algoritmo Genético.....	19
2.4.2 Algoritmo Genético FCM	20
2.5 Mejoras planteadas a la metodología FCM.....	22
2.5.1 Determinación de Configuraciones Iniciales.....	22
2.5.2 Inicialización no aleatoria.....	24
2.5.3 Paso de contigüidad territorial	24
2.6 Delimitación de MLLs a partir de algoritmos de Análisis Cluster.....	25
2.6.1 Algoritmo jerárquico aglomerativo	26
2.6.2 Algoritmo de particionamiento	28
2.7 Aplicación de la metodología a Aragón	29
3. Accesibilidad laboral de los municipios aragoneses	33
3.1 Definición de accesibilidad	33
3.2 Medición de la accesibilidad.....	34
3.3 Medidas de jerarquización de lugares: el algoritmo Place Rank.....	35
3.3.1 El algoritmo Place Rank	36
3.3.2 Modificaciones propuestas al algoritmo.....	37
3.3.2.1 Accesibilidad de destino	37
3.3.2.2 Accesibilidad de origen.....	38
3.4 Accesibilidad laboral en Aragón	39
3.4.1 Accesibilidad laboral de los municipios de Aragón.....	39
3.4.1.1 Accesibilidad de origen.....	39
3.4.1.2 Accesibilidad de destino	44
3.4.2 Accesibilidad laboral por MLLs	47
3.4.2.1 Accesibilidad laboral en MLL de Zaragoza	55
3.4.2.2 Accesibilidad laboral en MLL de Huesca	59
3.4.2.3 Accesibilidad laboral en el MLL de Teruel	62
3.4.2.4 Accesibilidad laboral en el resto de los MLLs de Aragón	66
4. Conclusiones y líneas futuras de investigación	67
Bibliografía	70

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

Nº pág.

Figura 1	Delimitación de MLLs obtenida mediante el algoritmo jerárquico aglomerativo y el método de particionamiento.....	32
Figura 2	Accesibilidad laboral como origen de los municipios de Aragón	40
Figura 3	Accesibilidad laboral de origen de los municipios de Aragón agrupados por MLLs	41
Tabla 1	Regresión del logaritmo de la accesibilidad de origen sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características ocio-demográficas de los municipios.....	43
Figura 4	Accesibilidad laboral como destino de los municipios de Aragón.....	45
Figura 5	Accesibilidad laboral como destino de los municipios de Aragón agrupados por MLLs	46
Figura 6	Diagrama de dispersión del log (Accesibilidad como origen) y el log (Accesibilidad como destino).....	46
Tabla 2	Regresión del logaritmo de la accesibilidad de destino sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas.....	47
Figura 7	Diagrama de dispersión del logaritmo de la accesibilidad de origen estimada utilizando todos los municipios de Aragón sobre el logaritmo de la accesibilidad de origen estimada por MLLs	48
Figura 8	Accesibilidad de origen de los municipios de Aragón por MLLs.....	49
Tabla 3	Regresión del logaritmo de la accesibilidad como origen, estimada por mercados laborales locales, sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas de los municipios.....	51
Figura 9	Diagrama de dispersión del logaritmo de la accesibilidad de destino estimada utilizando todos los municipios de Aragón sobre el logaritmo de la accesibilidad de destino estimada por Mlls	52
Figura 10	Accesibilidad de destino de los municipios de Aragón por MLLs	53
Tabla 4	Regresión del logaritmo de la accesibilidad de destino, calculada por MLLs, sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas	54
Tabla 5	Accesibilidad laboral en el MLL de Zaragoza.....	56
Figura 11	Accesibilidad de origen de los municipios del MLL de Zaragoza	57
Figura 12	Accesibilidad de destino de los municipios del MLL de Zaragoza.....	58
Tabla 6	Accesibilidad laboral de los municipios del MLL de Huesca	59
Figura 13	Accesibilidad de origen de los municipios del MLL de Huesca.....	61
Figura 14	Accesibilidad de destino de los municipios del MLL de Huesca.....	62
Tabla 7	Accesibilidad laboral de los municipios del MLL de Teruel.....	63
Figura 15	Accesibilidad de origen de los municipios del MLL de Teruel	65
Figura 16	Accesibilidad como destino de los municipios del MLL de Teruel.....	66

Resumen:

En este trabajo se realiza un estudio de la movilidad y de la accesibilidad laboral en municipios de Aragón, utilizando como fuente de información, los datos de desplazamiento diario por motivos laborales de los trabajadores aragoneses calculados a partir del Censo del 2001. Los objetivos concretos que se pretenden con esta investigación son, por un lado, establecer procedimientos más efectivos de delimitación de los mercados laborales aragoneses que tengan en cuenta el grado de concentración laboral interna y, por el otro, el de heterogeneidad de las soluciones calculadas y, por el otro, analizar la accesibilidad laboral de los municipios de dichos mercados así como las características socio-demográficas de los mismos de las que dicha accesibilidad depende.

Para el estudio de la movilidad, proponemos un algoritmo de optimización para delimitar los mercados laborales aragoneses que maximiza el nivel de interacción laboral interna entre los municipios pertenecientes a cada mercado y su aislamiento externo. Para su resolución hacemos uso de algoritmos genéticos, dotando de una mayor flexibilidad y realismo al proceso, mejorando a procedimientos tradicionalmente utilizados en la literatura. Finalmente, y dado que en este tipo de algoritmos se suelen obtener un conjunto de soluciones que difieren muy poco en los valores de las funciones objetivo del problema de optimización, se proponen diversos procedimientos de determinación de los mercados utilizando técnicas del Análisis Cluster que permiten extraer los aspectos comunes subyacentes a todas ellas dotando de mayor robustez al proceso de delimitación.

Con respecto al estudio de la accesibilidad de los municipios aragoneses ésta se realiza considerando cada municipio como lugar de residencia y como lugar de trabajo. La medición de la accesibilidad se basa en la información proporcionada por los desplazamientos dentro de los mercados y utiliza la metodología de *Jerarquización de lugares* que nos proporciona una estimación de los niveles de accesibilidad basada en las demandas reales de trabajo y teniendo en cuenta el valor de las oportunidades laborales en cada municipio. En el trabajo se modifican algunos aspectos de dicha metodología con el fin de, por un lado, adaptarla para medir el grado de atractivo de los municipios para residir en ellos y, por otro lado, corregir las deficiencias de la aplicación del método cuando existen grandes diferencias en los flujos observados entre municipios. Finalmente, la información obtenida se utiliza para analizar qué características socio-demográficas de los municipios aragoneses facilitan tener un mayor grado de accesibilidad laboral y atractivo para vivir.

La aplicación de las metodologías aquí propuestas a los datos de movilidad laboral diaria de los trabajadores aragoneses obtenidos del Censo de 2001 permite, por un lado, mejorar el proceso de delimitación llevado a cabo por Alonso y otros (2008), al obtener una imagen más precisa de los patrones de movilidad laboral existentes en la comunidad autónoma aragonesa. Así mismo, la estimación de la accesibilidad de los municipios aragoneses muestra, en primer lugar, la existencia de una gran concordancia en sus niveles tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo, poniendo de manifiesto que, en Aragón, los municipios con un alto atractivo para residir tienden a coincidir con aquéllos que tienen un elevado atractivo para trabajar.

Los resultados que se obtienen corroboran la escasa movilidad laboral existente en el territorio aragonés en el año 2001, así como una organización jerárquica de los tipos de funciones a desempeñar por los núcleos de acuerdo a su tamaño. Las zonas de mayor accesibilidad se sitúan a lo largo del río Ebro y en el eje Huesca-Zaragoza-Calatayud, así como en la zona del Pirineo en torno a Jaca y Sabiñánigo y las zonas fronterizas con Navarra, Cataluña y la Comunidad Valenciana. Por último, en la parte más occidental de la provincia de Teruel se observa una mayor concentración en torno a unos pocos municipios importantes (Calamocha, Monreal del Campo, Albarracín, Cella,

Teruel) siendo, la mayor parte de ellos, los focos de sus propios mercados que, como Alonso y otros (2008) demostraron se caracterizan por unos bajos niveles de movilidad laboral.

Finalmente, se observa que un grado de atracción alto de un municipio como lugar de residencia tiende a estar ligado con un tiempo medio de acceso, una tasa de dependencia y un porcentaje de población agrícola bajos, así como con un alto porcentaje de mujeres, parados y población activa trabajando en los sectores industrial, de construcción y servicios. Además, se comprueba que los municipios con buenas comunicaciones y con importantes sectores industrial y de servicios son los que exhiben un mayor atractivo para ir a trabajar. Estas conclusiones son similares tanto si se estima la accesibilidad laboral a partir de la información proporcionada por todos los municipios aragoneses individualmente como si se estima mercado a mercado, demostrando que el proceso de delimitación de MLLs captura los aspectos esenciales de los procesos de movilidad en Aragón.

Palabras Clave: Movilidad diaria, Delimitación de Mercados Laborales Locales, Accesibilidad laboral, Algoritmo Genético, Place Rank

JEL Codes: C61, C38, J61, R23

Abstract:

In this work a study of labour mobility and accessibility to the municipalities of Aragón is carried out. The data proceed from the last Spanish National Census (2001) and contain information about the places of residence and work of every worker in the region. We have two objectives in this research. On one hand, we seek to establish a new and more effective procedure for the delimitation of local labour markets taking into account the labour concentration within the municipalities and the heterogeneity among the solutions. On the other hand, we realize a statistical analysis of the labour accessibility to local labour markets determining the influence of some socio-demographic characteristics.

In order to study the labour mobility we propose an optimization algorithm to delineate the local labour markets in Aragón that maximizes the level of interaction between the municipalities within a market and their isolation from the rest of the markets. We use genetic algorithms to cope with this problem since these techniques provide great flexibility and realism to the process, improving more traditional procedures used in the literature. Finally, and given that in such algorithms a set of solutions are usually obtained with very small differences in the objective function values, we use cluster analysis techniques for determining the markets. In this way, we extract the underlying common aspects to all the solutions providing more robustness to the delimitation process.

The labour accessibility is analyzed considering every municipality as a work and residence place. We measure the accessibility level by means of the Place Rank methodology making use of the commuting data within the markets. The procedure provides an estimation of the destination accessibility levels based on the actual demands of workforce, taking into account the labour opportunities in every municipality. In this project, we have modified some aspects of the previously mentioned methodology in order to measure the residence attractiveness of the municipalities and also to correct some observed drawbacks when there are big differences in the flows between municipalities. The information obtained is used to analyze the influence exerted by some socio-demographic characteristics of the municipalities on their labour accessibility and residence attractiveness.

The application of the proposed methodologies to data of labour daily displacements in Aragón allows us to improve the delimitation process in Alonso et al (2008). Moreover, the estimations for the accessibility to municipalities as residence and workplace show a strong agreement in Aragón what lead us to the conclusion that municipalities with high attractiveness to live in are also highly attractive to work in.

Our results confirm the scarce labour mobility in Aragón in 2001 as well as the role played by the municipalities according to their size. The most accessible areas in the region are located along the Ebro River and by the axe Huesca-Zaragoza-Calatayud, in the Pyrenean area around Jaca and Sabiñánigo and in the border areas with other communities (Navarra, Cataluña and Valencia). Finally, in the western part of the province of Teruel, we observe great concentration around a few major municipalities (Calamocha, Monreal del Campo, Albarracin, Cella, Teruel) that, as Alonso et al. (2008) showed, are characterized by low levels of labour mobility.

Finally, the results also show that a high degree of attraction as a residence place tends to be linked to low access time, low dependency rate, small percentage of workers employed in agriculture and to a high percentage of women in the population, high unemployment rate and the presence of labour force in the industrial, construction and service sectors. In addition, we find that municipalities with good communications and important industrial and service sectors are those that exhibit more labour attractiveness. It is important to point out that similar conclusions are reached using the labour accessibility estimated from individual municipalities information or from markets', showing that the delimitation process of local labour markets captures the essential aspects of mobility patterns in Aragón .

Keywords: Commuting, Local labour Markets Delimitation, Labour Accesibility, Genetic Algorithm, Place Rank

JEL Codes: C61, C38, J61, R23

Introducción

Los desplazamientos cotidianos de la población se han convertido en una cuestión especialmente relevante para la ordenación de un territorio. Los viajes por persona cada día son más numerosos, los motivos para desplazarse más diversos y las distancias recorridas son más largas, configurándose así un nuevo planteamiento en la noción de frontera territorial y de espacio de vida de la población. Es difícil concretar todas las causas que están incrementando los desplazamientos de la población. Por apuntar algunas: la cotidianidad en el uso del automóvil, la presencia de medios de transporte de alta velocidad como el AVE, la organización descentralizada de los procesos productivos, los cambios tecnológicos en la información y las comunicaciones, la globalización de la cultura, las nuevas pautas de consumo o los cambios sociodemográficos (García Palomares, 2008). Todos estos motivos afectan a la movilidad de la población y suponen cambios importantes en la estructura territorial.

La delimitación de las denominadas “cuencas de vida” de la población, entendidas como el territorio en el que se llevan a cabo las tareas cotidianas, se torna en un tema fundamental desde el apartado de vista de la organización territorial. De estos quehaceres diarios, no cabe duda que los relacionados con la actividad laboral de la población son los que generan una movilidad más destacada, tanto por el volumen de movimientos que origina, como por sus características, puesto que se trata de una movilidad recurrente, diaria y con coincidencia temporal en los desplazamientos. Esta actividad laboral se desarrolla cada vez con más frecuencia fuera del lugar de residencia, por lo que resulta básico conocer cuáles son los focos de atracción de los movimientos laborales, así como las localizaciones residenciales. Todos estos aspectos generan importantes implicaciones de índole económica y medioambiental, poseen una relevante impronta territorial y plantean grandes retos a los planificadores, tanto en lo que se refiere a cuestiones urbanísticas como de localización empresarial. La importancia de estas cuestiones obliga a los poderes públicos a garantizar una movilidad básica y sostenible (Pazos y Alonso, 2009). Se necesitan, por tanto, métodos de estudio que ayuden a entender las configuraciones territoriales originadas por los desplazamientos, y donde las barreras administrativas quedan en ocasiones ocultas por las filtraciones que los desplazamientos generan.

En este contexto nos encontramos con un proceso que afecta de manera muy significativa a la organización del territorio aragonés en el que existe un importante desequilibrio ocasionado por la macrocefalia de Zaragoza, municipio que concentra a más de la mitad de los residentes y de los puestos de trabajo de todo Aragón. La mayor facilidad de los desplazamientos puede ayudar a encontrar alguna salida, permitiendo una desconcentración de funciones y actividades, con un aprovechamiento “in situ” de cada recurso del territorio. En estos momentos, únicamente Huesca y Teruel y las cabeceras comarcales destacan en el vacío del resto del territorio, constituyendo el único atisbo de esperanza de solución del problema apuntado.

Aunque el marco actual todavía otorga un peso importante a la metrópoli regional, incrementado por su fácil accesibilidad, la facilidad de los desplazamientos provoca, por otra parte, un proceso de dispersión que promueve la separación de la función residencial y la productiva y que puede favorecer un mejor reparto demográfico y ocupacional en el territorio aragonés. De esta forma, se originan una serie de fuerzas centrifugas y centrípetas que es necesario sopesar, y donde la accesibilidad juega un papel muy destacado (Barrios y otros, 2009). Nos encontramos, por tanto, en un momento en el que la movilidad de la población se está multiplicando, y este hecho genera retos muy importantes a la hora de observar hacia dónde se dirigen los flujos y qué cambios implican en las estructuras territoriales de los espacios afectados. Una falta de atención a este problema podría hacer perder la oportunidad de mejorar el problema de desequilibrio territorial aragonés.

Todas estas cuestiones llevan siendo objeto de interés por parte de este equipo de investigadores desde hace ya varios años. Nuestros primeros estudios se centraron en la delimitación de mercados laborales en Aragón (Alonso y otros, 2007, 2008), mediante uno de los procedimientos más utilizados en la literatura como es el propuesto en Coombes et al. (1986) para llevar a cabo este proceso en el Reino Unido, y que ha sido posteriormente usado, con cambios menores, en Italia (ISTAT-IRPET, 1989, 1994, 2007), España (Casado-Díaz, 2000 a y b; Feria y Susino, 2005), Nueva Zelanda (Papps y Newell, 2002) y Australia (Watts, 2004). Este procedimiento se basa en la utilización de un método jerárquico inductivo aplicado al análisis de los flujos de trabajadores agregados, tanto en función del municipio donde residen como del municipio donde trabajan, imponiendo un conjunto de restricciones sobre el tamaño mínimo y el nivel de interacción interno de cada mercado. Nosotros lo aplicamos al proceso de delimitación de mercados laborales locales en Aragón introduciendo, como información adicional, el tiempo de desplazamiento entre municipios que, en el caso de nuestra Comunidad es muy relevante, dado el escaso nivel de interacción existente entre la mayor parte de los municipios considerados.

Sin embargo, el procedimiento seguido en los trabajos anteriores resulta demasiado “*ad hoc*” y, por ello, surge la necesidad de plantear algún tipo de método más riguroso y preciso para llevar a cabo el análisis de los desplazamientos laborales a la hora de determinar las cuencas de vida de los aragoneses. En este sentido, recientemente, Flórez Revuelta y otros (2008 a y b) han propuesto una mejora del proceso de delimitación con un mayor rigor científico, planteándolo como un problema de optimización con restricciones resuelto mediante la aplicación de técnicas metaheurísticas. Más concretamente, plantean un problema de maximización del grado de cohesión interna de los mercados, medida a partir del número de desplazamientos internos por motivos laborales, sujeto a restricciones sobre su tamaño y nivel de autocontención.

El planteamiento utilizado es muy general y mejora significativamente al procedimiento de Coombes y otros (1986), sin embargo, en nuestra experiencia al aplicarlo al caso aragonés observamos que el algoritmo propuesto adolece de algunos inconvenientes. En este trabajo se intentan resolver mediante una serie de modificaciones que buscan obtener soluciones con un alto grado de contigüidad territorial sin disminuir significativamente el grado de

cohesión interna de las mismas, reduciendo, además, los tiempos computacionales del algoritmo.

Otro problema relevante dentro de este contexto es el análisis de la accesibilidad a dichos mercados de trabajo. El concepto de accesibilidad tiene muchas acepciones, siendo una de ellas la relacionada con el grado de conectividad entre los lugares de residencia y los de trabajo, es decir, con la facilidad para acceder a los puestos de trabajo. La medición de este aspecto suele llevarse a cabo mediante indicadores que ponen a la red de infraestructuras como variable fundamental para su explicación. Hay que tener en cuenta que, más que la distancia física recorrida, importa cada vez más el tiempo invertido, convirtiéndose, por tanto, esta variable en esencial en el cálculo de los indicadores de accesibilidad. En el caso de Aragón existen resultados siguiendo esta perspectiva desde hace algunos años, como son los indicadores que cuantifican el grado de acceso según las infraestructuras a los distintos puntos de nuestra comunidad, elaborados por el equipo dirigido por el Dr. Calvo y el Dr. Pueyo, del Dpto. de Geografía de la Universidad de Zaragoza (ver Calvo y otros, 1992 para más detalles).

No obstante, en este trabajo no nos interesa este tipo de accesibilidad, sino conocer “lo accesible” de un territorio en relación a su grado de atracción como lugar de trabajo y/o de residencia. Existe una componente psicosocial que convierte a los territorios en escenarios más o menos agradables para residir en ellos o para desplazarse por motivos laborales. Hoy en día las mejoras en los medios de transporte y comunicación nos facilitan los desplazamientos prácticamente a todos los lugares, indicando que son otros los impulsos que llevan a la movilidad laboral diaria. Por tanto, en este trabajo para medir la accesibilidad, no nos fijamos en las infraestructuras ni en su tipología, como hacen otros indicadores, sino que únicamente consideramos los flujos origen-destino.

La accesibilidad que aquí estudiamos analiza el potencial de oportunidades para interactuar (Hansen, 1959), cuestión muy relevante en el campo de la planificación. Este trabajo utiliza como método de medida de la accesibilidad el denominado “*Place Rank*” o “Jerarquización de lugares”, propuesto recientemente por El-Geneidy y Levinson (2011). Este método maneja exclusivamente la información proporcionada por los flujos origen-destino, a diferencia de la mayor parte de las medidas propuestas en la literatura que utilizan el tiempo de desplazamiento y el uso del suelo. Los individuos contribuyen a la jerarquización de las localidades en sus destinos (lugares de trabajo) con una ponderación que depende del atractivo de su origen o lugar de residencia, no valorándose, por tanto, todos los destinos de la misma forma para cada trabajador. Además, y en oposición a las medidas de accesibilidad basadas en el uso de funciones de utilidad, su cálculo no requiere elaborar un modelo de demanda de transporte regional, dotando a la metodología de una mayor flexibilidad y realismo.

En este trabajo aplicamos esta metodología adaptándola a la medición de la accesibilidad laboral y el atractivo para vivir de los municipios aragoneses. La información obtenida se utiliza, posteriormente, para analizar qué características socio-demográficas de las

localidades aragonesas facilitan que éstas tengan un mayor atractivo para trabajar y para vivir.

En definitiva, los objetivos concretos que se pretenden con esta investigación son, por un lado, establecer un procedimiento más riguroso de delimitación de los mercados laborales aragoneses y, por el otro, analizar la accesibilidad a dichos mercados de trabajo y las características socio-demográficas de las que depende.

El esquema del trabajo es el siguiente: en el apartado 1 se fijan con más claridad y precisión los objetivos de la investigación. En el apartado 2 se diseñan algoritmos más efectivos de delimitación de mercados locales de trabajo que tengan en cuenta, por un lado el grado de concentración laboral interna y, por el otro, el de heterogeneidad de las soluciones calculadas. En el apartado 3 se analiza la accesibilidad laboral en los mercados laborales locales obtenidos en el apartado 2. Finalmente, el apartado 4 concluye y presenta las futuras líneas de investigación.

1. Objetivos de la Investigación

En el marco descrito, nuestro primer objetivo es utilizar las tablas de flujos origen-destino para diseñar algoritmos más efectivos de delimitación de configuraciones territoriales que tengan en cuenta, por un lado el grado de concentración laboral interna y, por el otro, el de heterogeneidad de las soluciones calculadas. Para ello adaptamos los novedosos trabajos de Flórez-Revuelta y otros (2008 a y b), de aquí en adelante referidos como FCM a) y b) respectivamente, a la particularidad del territorio aragonés. Estos autores proponen un algoritmo de optimización para delimitar el territorio objeto de estudio que maximiza el nivel de interacción laboral interna entre los municipios pertenecientes a cada mercado y su aislamiento externo, favoreciendo, además, las soluciones con un número elevado de mercados locales.

La existencia en Aragón de numerosos municipios con poca población y escasa interacción con el resto, hace que los algoritmos de estos autores tarden en converger dando lugar a soluciones poco contiguas geográficamente y con tiempos de desplazamientos excesivamente elevados. Por ello, en este trabajo antepone el requisito de contigüidad geográfica a la interacción entre municipios puesto que a veces ésta es prácticamente inexistente. Los algoritmos de FCM a) y b), además, no tienen en cuenta, al menos de forma explícita, el tiempo de desplazamiento entre municipios que, dada la orografía de la región aragonesa con muchas zonas montañosas y comunicaciones de escasa calidad, es una información relevante a la hora de llevar a cabo el proceso de delimitación. Este inconveniente se resuelve realizando una agrupación previa de municipios próximos en tiempo con un requisito mínimo de tamaño. De esta forma se elimina la influencia ejercida por los municipios con escaso nivel de población e interacción con el resto que, en nuestra

experiencia, suele retrasar significativamente, la convergencia del algoritmo. Además, se propone un procedimiento de iniciación alternativo que mejora, en términos de convergencia, al procedimiento aleatorio propuesto por dichos autores.

Nuestro segundo objetivo es calcular los niveles de accesibilidad ya que, a pesar de las mejoras que se producen en los medios de transporte, se ha observado que el tiempo utilizado en los desplazamientos no se reduce, sino que el incremento en la velocidad se compensa con nuevos viajes y con mayores distancias (Monzón y López, 2004). Al mismo tiempo, se multiplican los espacios de generación y atracción de población que promueven redes de flujos cada vez más complejas y diversificadas (Nel-lo y Muñoz, 2004), dificultando la provisión de servicios de transporte público y generándose problemas de congestión de tráfico, retrasos e incluso alto riesgo de accidentabilidad que disminuyen, significativamente, los niveles de calidad de vida de los individuos.

Para medir la accesibilidad utilizamos la información proporcionada por los desplazamientos dentro de los mercados y nos basamos, como se ha indicado, en la metodología de *Jerarquización de lugares*, propuesta por El-Geneidy y Levinson (2011), que nos proporciona una estimación de los niveles de accesibilidad de destino basada en las demandas reales y teniendo en cuenta el valor de las oportunidades laborales. En este trabajo modificamos algunos aspectos de dicha metodología con el fin de, por un lado, adaptarla para medir el grado de atractivo de los municipios para residir en ellos y, por otro lado, corregir las deficiencias de la aplicación del método cuando existen grandes diferencias en los flujos observados entre municipios. Finalmente, la información obtenida se utiliza para plantear modelos de regresión que nos permitan analizar qué características socio-demográficas de los municipios aragoneses facilitan tener un mayor grado de accesibilidad laboral y atractivo para vivir.

2. Delimitación de mercados locales de trabajo en Aragón

Como ya se ha comentado en el apartado 1, el primer objetivo de este proyecto es diseñar algoritmos más efectivos de delimitación de mercados locales de trabajo que tengan en cuenta, por un lado, el grado de concentración laboral interna y, por el otro, el de heterogeneidad de las soluciones calculadas. En este apartado se aborda esta cuestión de acuerdo al siguiente esquema. En el apartado 2.1 se describen algunos coeficientes importantes que ayudan a entender el concepto de Mercado Laboral Local (MLL) cuya definición se presenta en el apartado 2.2. El apartado 2.3 revisa brevemente los procedimientos existentes en la literatura para delimitar MLLs. Los apartados 2.4 a 2.6 describen con detalle la metodología concreta utilizada en este trabajo que, finalmente se aplica a la delimitación de los mercados locales de trabajo aragoneses en el apartado 2.7.

2.1 Autonomía de Oferta, Autonomía de Demanda y Job-Ratio

En las sociedades más avanzadas cada vez el territorio laboral coincide menos con el espacio de residencia, generándose flujos y dinámicas notables entre unos territorios y otros. En este contexto, es necesario referirse a una serie de conceptos que cada día tienen más importancia en la comprensión de la configuración territorial, tales como la Job-Ratio (JR), la Autonomía de Oferta (AO) o la Autonomía de Demanda (AD) que definimos a continuación.

Definición 1.- La *Job-Ratio (JR)* o ratio de trabajo mide el número de puestos de trabajo por residente ocupado.

Definición 2.- La *Autonomía de Oferta (AO)* mide el porcentaje de residentes ocupados que trabaja en el propio municipio.

Definición 3.- La *Autonomía de Demanda (AD)* mide el porcentaje de trabajadores en un municipio que residen en él.

Estos términos ayudan a comprender el concepto de mercado laboral local que se entiende como un área con una elevada proporción de trabajadores residentes ocupando empleos localizados dentro de sus límites (es decir, con una alta autonomía de oferta) y con una elevada proporción de empleos ocupados por sus propios residentes (es decir, con una alta autonomía de demanda). Con estas ideas en mente, en el siguiente apartado se concreta la definición de mercado local de trabajo con un poco más de detalle, así como los requisitos establecidos por EUROSTAT (1992) que ayudan a plantear algoritmos para su delimitación.

2.2 Definición de Mercado Laboral Local

Un *Mercado Laboral Local (MLL)* se define como un territorio que agrupa a un conjunto de municipios entre los que tiene lugar la gran mayoría de los desplazamientos laborales de sus residentes ocupados. Más concretamente, el porcentaje de ocupados que trabaja y reside en alguno de los municipios situados en el mercado es muy alto, siendo, además, relativamente escasos tanto el porcentaje de ocupados que se desplaza fuera del mercado para ir a trabajar, como el de personas de otros mercados que vienen a desarrollar su actividad laboral dentro de éste. A esta doble condición de autonomía en términos de movilidad residencia-trabajo suele añadirse la exigencia de un tamaño mínimo en cuanto a población ocupada residente, con el fin de garantizar la existencia de un mercado de trabajo lo suficientemente consolidado y consistente desde el apartado de vista de la prestación de determinados servicios.

Con esta definición, dos parecen ser los requisitos fundamentales que deben seguirse al delimitar mercados locales de trabajo en términos operativos: (a) los límites del área delimitada deben ser cruzados con poca frecuencia en el curso de los desplazamientos residencia-trabajo y (b) debe existir un alto nivel de movimientos intra-mercado, de forma que el mercado sea internamente activo y tan unificado como sea posible.

Más concretamente, EUROSTAT (1992) estableció el siguiente conjunto de requisitos en torno a los cuales parece existir un cierto consenso de cara a plantear la metodología de delimitación de MLLs para que puedan ser usadas en un contexto de política económica.

1. El procedimiento de obtención del mapa de MLLs debe estar basado en criterios estadísticos, permitiendo realizar comparaciones con fines tanto estadísticos como políticos.
2. Los MLLs deben definirse como áreas en las que la mayor parte de la población resida y trabaje.
3. Cada unidad espacial básica en la que se encuentre dividido el territorio debe pertenecer a uno y solo uno de los MLLs. Es decir, la partición en MLLs debe cubrir de forma exhaustiva el territorio sin que, por otro lado, existan solapamientos entre las diversas áreas.
4. El criterio de contigüidad debería respetarse, es decir, cada MLL debería formar un territorio continuo.
5. Cada MLL debería alcanzar un cierto grado de autocontención de manera que se maximizase su autonomía en términos de internalización de los flujos entre residencia y trabajo y se minimizasen los flujos a través de sus fronteras. Este criterio se manifiesta en dos vertientes: cada MLL no sólo debería ofrecer empleos locales para la mayor parte de sus residentes, sino que también debería ofrecer trabajadores locales para la mayor parte de los empleos existentes en el área.
6. El sexto principio es el de homogeneidad, según el cual ningún MLL debe caer por debajo de un tamaño mínimo.
7. El séptimo principio es el de coherencia. Los MLLs no deberían ser innecesariamente complejos y en gran medida deberían estar espacialmente concentrados, reflejando la topografía local, las redes de transporte y los patrones de asentamiento.
8. El principio de adherencia afirma que ante varias posibilidades, debería seleccionarse aquella que se aproximase más a las fronteras administrativas, dado que ello es ventajoso desde el apartado de vista estadístico, así como para la articulación de políticas económicas.
9. El último principio es el de flexibilidad. Los MLLs deben ser aceptables por parte de los expertos locales y nacionales, debiendo el proceso empleado garantizar la comparabilidad de unas regiones, o países, con otras.

2.3 Algunos procedimientos de delimitación de MLLs

En la literatura existen diversos procedimientos de construcción de MLLs (ver Duque, 2004 para una revisión). Casado y Coombes (2005) clasifican dichos procedimientos

distinguiendo, por un lado, entre métodos deductivos e inductivos y, por otro, entre métodos jerárquicos y multipaso.

Los métodos deductivos identifican primero los centros potenciales de los MLLs (los cuáles se suelen denominar focos) para, posteriormente, asignar cada unidad espacial básica a un MLLs en función de la interacción laboral con su foco. Por el contrario, los métodos inductivos no parten de una idea preconcebida acerca de dónde se sitúan los focos de los mercados y otorgan un mayor protagonismo a los flujos de desplazamiento laboral entre dichas unidades.

Los métodos jerárquicos proporcionan reglas de asignación de unidades básicas a un MLL de acuerdo al grado de interacción laboral con las unidades básicas que lo componen. Estas reglas se aplican de forma iterativa hasta que se verifica una condición de finalización. Finalmente, los métodos multipaso utilizan un conjunto más sofisticado de reglas de asignación basadas en la utilización de un modelo teórico que guía las decisiones de cuándo y por qué una regla determinada tiene que ser aplicada.

Uno de los procedimientos más usados en el proceso de delimitación de MLLs es el propuesto inicialmente en Coombes y otros. (1986) para llevar a cabo este proceso en el Reino Unido y que ha sido posteriormente utilizado, con cambios menores, en Italia (ISTAT-IRPET, 1989, 1994, 2007), España (Casado-Díaz, 2000 a y b; Feria y otros, 2005; Alonso y otros, 2008), Nueva Zelanda (Papps y Newell, 2002) y Australia (Watts, 2004). Dicho procedimiento se basa en la utilización de un método inductivo y jerárquico aplicado al análisis de los flujos de trabajadores agregados, tanto en función del municipio donde residen como del municipio donde trabajan e imponiendo un conjunto de restricciones sobre el tamaño mínimo del mismo y su nivel de interacción interno. Alonso y otros (2008) lo aplican al proceso de delimitación de MLLs en Aragón introduciendo, como información adicional, el tiempo de desplazamiento entre municipios que, en el caso de dicha comunidad es muy relevante, dado el escaso nivel de interacción existente entre la mayor parte de los municipios considerados. La aproximación propuesta permite solucionar los problemas de asignación de municipios que no generan desplazamientos o que si lo hacen son mínimos.

Recientemente, FCM a) y b) han propuesto una mejora del proceso de delimitación con un mayor rigor científico, planteándolo como un problema de optimización con restricciones, el cual resuelven mediante la aplicación de técnicas metaheurísticas. Más concretamente, plantean un problema de maximización del grado de cohesión interna de los mercados, medida a partir del número de desplazamientos internos por motivos laborales, sujeto a restricciones sobre el tamaño y el nivel de autocontención mínimos, con el fin de identificar tantos mercados independientes como sea posible y no haciendo uso de medidas de distancia y restricciones de contigüidad.

El planteamiento es muy general y mejora significativamente al procedimiento de Coombes y otros (1986) en el grado de cohesión interna de soluciones obtenidas. Sin embargo, en nuestra experiencia al aplicarlo al caso aragonés observamos que el algoritmo propuesto adolece de los siguientes inconvenientes:

- i) Falta de contigüidad de las soluciones obtenidas
- ii) Tiempos computacionales excesivamente elevados

Estos problemas se deben, fundamentalmente, a la presencia en Aragón de un porcentaje muy alto de pequeños municipios con baja interacción laboral con el resto, así como de un municipio, Zaragoza, que por sí solo abarca un alto porcentaje de la población laboral de Aragón ejerciendo una influencia significativa en la mayor parte de las localidades aragonesas. Con el fin de resolver estos inconvenientes, en este trabajo se proponen una serie de modificaciones que buscan obtener soluciones con un alto grado de contigüidad territorial sin disminuir significativamente el grado de cohesión interna de las mismas, reduciendo, además, los tiempos computacionales del algoritmo.

En el siguiente apartado se presenta de forma más detallada la metodología propuesta por FCM a) y b). En el apartado 2.5 se incorporan razonadamente las modificaciones que se han considerado necesarias para solventar los inconvenientes de la misma. Con el fin de recoger los aspectos comunes a las soluciones obtenidas, en el apartado 2.6, se utilizan algoritmos de Análisis Cluster para delimitar la solución final. Por último, en el apartado 2.7 se aplica la metodología al caso de la comunidad autónoma aragonesa.

2.4 Metodología FCM

FCM a) y b) proponen un algoritmo de delimitación de MLLs basado en plantear el problema como uno de optimización con restricciones que tienen en cuenta el nivel de autocontención de cada mercado local (es decir, el mínimo entre el porcentaje de residentes ocupados que trabaja en el propio mercado y el porcentaje de trabajadores que residen en él), el tamaño de éste (calculado como el número de trabajadores residentes en el municipio) y un *trade-off* entre el nivel de autocontención y el tamaño de cada mercado con el fin de identificar mercados locales en entornos muy densos a través de una relación lineal.

Sea $\mathbf{B} = \{B_1, \dots, B_n\}$ el conjunto de áreas o unidades espaciales básicas en las que se encuentra dividido el territorio objeto de estudio (en nuestro caso, el territorio sería Aragón y las unidades espaciales básicas sus municipios, siendo $n = 729$). Sea T_{B_i, B_j} el número de trabajadores que se desplazan por motivos laborales entre B_i y B_j .

El objetivo del proceso de delimitación de MLLs es obtener una partición del territorio objeto de estudio $\mathbf{M} = \{M_1, \dots, M_m\}$ con $m \ll n$; $M_\ell \neq \emptyset$; $i=1, \dots, m$; $M_\ell \cap M_{\ell'} = \emptyset$ si $\ell \neq \ell'$ y $\bigcup_{\ell=1}^m M_\ell =$

$\bigcup_{i=1}^n B_i$ de forma que:

$\text{Max}_{\mathbf{M}} f(\mathbf{M})$

Sujeto a:

$$\text{Nivel de autocontención: } \min \left\{ \frac{T_{M_\ell, M_\ell}}{T_{M_\ell, B}}, \frac{T_{M_\ell, M_\ell}}{T_{B, M_\ell}} \right\} \geq \alpha_1 \quad (1)$$

$$\text{Tamaño: } T_{M_\ell, B} \geq \alpha_4 \quad (2)$$

$$\text{Trade-off nivel de autocontención-tamaño: } \min \left\{ \frac{T_{M_\ell, M_\ell}}{T_{M_\ell, B}}, \frac{T_{M_\ell, M_\ell}}{T_{B, M_\ell}} \right\} \geq a + b T_{M_\ell, B} \quad (3)$$

donde $a = \alpha_2 - b \alpha_4$, $b = \frac{\beta_2 - \beta_1}{\beta_4 - \beta_3}$ y $T_{M, M'} = \sum_{B_i \subseteq M} \sum_{B_j \subseteq M'} T_{B_i, B_j}$ es el número de trabajadores que se desplazan entre los mercados M y M' .

Los parámetros $\alpha_1 > 0$ y $\alpha_4 > 0$ cuantifican, respectivamente, los niveles mínimos de autocontención y tamaño exigibles a un MLL. Por su parte, los parámetros $\alpha_2 \geq \alpha_1$ y $\alpha_3 \geq \alpha_4$ marcan un *trade-off* entre las restricciones de nivel de autocontención y tamaño, permitiendo un menor nivel de autocontención a los mercados de tamaño más grande, utilizando la formulación propuesta en Casado-Díaz (2000 b). Finalmente, FCM b) proponen una restricción adicional de mínima conectividad, que denominan, de vecindad funcional, con el fin de garantizar un grado mínimo de contigüidad territorial sin emplear datos espaciales.

La función objetivo $f(\mathbf{M})$ mide el nivel de calidad de la delimitación propuesta teniendo en cuenta el nivel de interacción existente entre las unidades espaciales básicas incluidas en un mismo mercado y favoreciendo las soluciones con un número elevado de mercados locales.

Se proponen dos criterios:

$$f_1(\mathbf{M}) = \sum_{B_i \in \mathbf{B}} \Pi(B_i, \mathbf{M}(B_i)) \text{ y } f_2(\mathbf{M}) = \text{Card}(\mathbf{M}) \sum_{B_i \in \mathbf{B}} \Pi(B_i, \mathbf{M}(B_i))$$

donde $\Pi(B_i, \mathbf{M}(B_i))$ mide el grado de interacción de B_i con el mercado local en el que se encuentra integrada, $\mathbf{M}(B_i)$, y viene dada por:

$$\Pi(B_i, \mathbf{M}(B_i)) = \frac{T_{B_i, \mathbf{M}(B_i)-B_i}^2}{T_{B_i, B} T_{B, \mathbf{M}(B_i)-B_i}} + \frac{T_{\mathbf{M}(B_i)-B_i, B_i}^2}{T_{B, B_i} T_{\mathbf{M}(B_i)-B_i, B}}$$

Utilizando este planteamiento se propone un algoritmo genético para resolverlo que se describe brevemente en el apartado 2.4.2. En el siguiente apartado se comentan algunas de las ideas subyacentes dentro de este tipo de métodos evolutivos.

2.4.1 Breve descripción de un Algoritmo Genético

Un Algoritmo Genético (AG) es un método de búsqueda y optimización basado en los modelos de evolución orgánica, que toman la naturaleza como fuente de inspiración. Un AG

parte de una población de individuos que es manipulada por medio de operadores genéticos denominados mutación y recombinación. El mecanismo de recombinación permite mezclar información de dos individuos seleccionados al azar dentro de la población, los cuales actúan como padres para generar nuevos descendientes; por su parte, los operadores de mutación introducen innovación dentro de la población, cambiando aleatoriamente las características de individuos de la población seleccionados al azar. Los individuos sufren, además, un proceso de selección basado en una función objetivo que mide su calidad con respecto al proceso de optimización. Mediante la aplicación de los operadores se generan nuevos puntos de búsqueda de la solución óptima y el proceso de selección favorece a aquellos individuos de mayor calidad para reproducirse más frecuentemente que los individuos peores.

La diferencia más notable entre los métodos de búsqueda y optimización clásicos y los AGs es que, en estos últimos, en cada generación se procesa una población de soluciones potenciales del problema en lugar de un único candidato. Esta característica le da a los AGs una gran ventaja para su uso en la resolución de problemas de optimización puesto que se consigue una mayor flexibilidad y exhaustividad en el proceso de búsqueda de soluciones óptimas.

En líneas generales, el esquema de un algoritmo genético es el siguiente:

1. Inicializar aleatoriamente una población de soluciones a un problema, representadas por una estructura de datos adecuada.
2. Evaluar cada una de las soluciones, y asignarle una puntuación mediante el valor de una función objetivo.
3. Escoger de la población la parte que tenga una puntuación mejor.
4. Mutar (cambiar) y entrecruzar (combinar) las diferentes soluciones de esa parte escogida, para reconstruir la población.
5. Repetir un número determinado de veces, o hasta que se haya encontrado la solución deseada.

2.4.2 Algoritmo Genético FCM

Siguiendo el esquema planteado en el apartado 2.4.1, FCM a) proponen para resolver el problema de optimización un algoritmo genético cuyos individuos vienen representados por un vector de n componentes que toman como valores los identificadores de los MLLs en los que se encuentran encuadradas cada una de la unidades espaciales básicas.

Ejemplo

B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀	
1	2	1	3	2	1	3	2	3	4	individuo

$$M_1 = \{B_1, B_3, B_6\} \quad M_2 = \{B_2, B_5, B_8\} \quad M_3 = \{B_4, B_7, B_9\} \quad M_4 = \{B_{10}\}$$

Con esta definición de los individuos de la población, el algoritmo genético consta de los siguientes pasos:

Paso 1 (Inicialización): Producir una población inicial de n_p individuos de forma que, al menos uno de ellos debe verificar todas las restricciones. Esto se consigue tomando como individuo el vector de n unos $\mathbf{1}_n$ que asigna todas las unidades básicas espaciales al mismo mercado local. El resto de los individuos se genera al azar.

Paso 2 (Cruce): Repetir n_r veces: seleccionar al azar dos individuos válidos de la población actual con una probabilidad directamente proporcional a su ajuste y aplicarles un operador de cruce seleccionado al azar, generando un nuevo individuo y evaluando su ajuste.

Paso 3 (Mutación): Repetir n_m veces: seleccionar un individuo válido de la población actual con una probabilidad directamente proporcional a su ajuste y aplicarle un operador de mutación seleccionado al azar, generando un nuevo individuo y evaluando su ajuste.

Paso 4 (Truncación): Seleccionar los n_p mejores individuos de la población generada, ordenándolos de acuerdo a su valor de ajuste.

Paso 5 (Finalización): Si el mejor individuo de la población no ha cambiado en las últimas g iteraciones parar. En otro caso ir al paso 2.

FCM a) describen diversos operadores de cruce y mutación para llevar a cabo los pasos 2 y 3. Además, y con el fin de corregir el alto porcentaje de individuos generados por dichos pasos que no verifican las restricciones (1)-(3), FCM b) proponen sendos procesos de reparación y mejora local, que aplican a cada individuo generado.

A pesar del atractivo de este método y debido a la idiosincrasia de la región aragonesa, en la que existen numerosos municipios con poca población y escasa interacción con el resto, los algoritmos propuestos por FCM a) y b) tardan en converger dando lugar a soluciones poco contiguas territorialmente. Otro inconveniente es que no tiene en cuenta, al menos de forma explícita, el tiempo de desplazamiento entre municipios que, dada la orografía de la región aragonesa con muchas zonas montañosas y comunicaciones de escasa calidad, es una información relevante a la hora de llevar a cabo el proceso de delimitación. Todas estas pegas se pueden resolver, por una parte, realizando una agrupación previa de municipios fijando un tamaño mínimo y primando, además del número de desplazamientos, el tiempo de desplazamiento entre municipios y por otra, anteponiendo el requisito de contigüidad territorial a la interacción entre municipios puesto que a veces ésta es prácticamente inexistente.

Adicionalmente, el paso de inicialización, con soluciones generadas al azar, puede dar lugar a soluciones iniciales con un número excesivamente grande de mercados que deben ser posteriormente reparados, lo cual retrasa significativamente los tiempos computacionales. Para solventar este problema, se propone utilizar un proceso de inicialización alternativo similar al utilizado en Coombes y otros (1986) que mejora significativamente el tiempo de convergencia del algoritmo sin deteriorar el nivel de calidad de la solución óptima obtenida.

Por último, como etapa final del algoritmo se incorpora un criterio de contigüidad alternativo al criterio de vecindad funcional utilizado en FCM b) que no es aplicable al caso de Aragón debido a los problemas anteriormente comentados.

En el siguiente apartado se describen las tres modificaciones propuestas con más detalle, dos de las cuales incorporan, de forma explícita, la información proporcionada por los tiempos de desplazamiento entre las unidades espaciales básicas.

2.5 Mejoras planteadas a la metodología FCM

La primera modificación consiste en añadir una etapa previa antes de iniciar el algoritmo genético, en la que se construyan unas configuraciones iniciales como agrupación de unidades básicas espaciales (ver Apartado 2.5.1). La segunda mejora planteada a la metodología FCM a) y b) se incorpora dentro del primer paso del algoritmo genético y consiste en utilizar un proceso de inicialización alternativo al azar y similar al utilizado en Coombes y otros (1986) que mejora significativamente el tiempo de convergencia del algoritmo (ver Apartado 2.5.2). Por último, la tercera modificación se realiza una vez finalizado el algoritmo genético para garantizar la contigüidad de las soluciones (ver Apartado 2.5.3).

2.5.1 Determinación de Configuraciones Iniciales

Con el fin de debilitar la influencia ejercida por los municipios con escasos niveles de población e interacción con el resto, la propuesta que se presenta consiste en utilizar los tiempos de desplazamiento para crear un conjunto de $K \ll n$ configuraciones iniciales $\mathbf{C} = \{C_1, \dots, C_K\}$ previas a la aplicación del algoritmo con un requisito mínimo de tamaño. Estas configuraciones se obtienen combinando varias unidades espaciales básicas tal y como se indica en el siguiente algoritmo iterativo que utiliza el tiempo de desplazamiento entre B_i y B_j al cual denotaremos como t_{B_i, B_j} .

Paso 0: Inicialización

Fijamos \tilde{n} el tamaño mínimo de una configuración y hacemos $n^{(0)} = n$, $C_i^{(0)} = B_i$ para $i = 1, \dots, n^{(0)}$ y $s = 0$.

Paso 1: Comprobación de la condición de finalización

Calcular $\min = \min_{i=1, \dots, n^{(s)}} \{T_{C_i^{(s)}, C^{(s)}}\}$. Si $\min \geq \beta$, parar. En otro caso ir al Paso 2.

Paso 2: Determinación de las áreas que se van a unir

Sea $C_\beta^{(s)} \subseteq C^{(s)}$ donde $C_\beta^{(s)} = \{C_i^{(s)} \in C^{(s)} \text{ tal que } T_{C_i^{(s)}, C^{(s)}} < \beta\}$.

Determinar $C_i^{(s)}, C_j^{(s)} \in C^{(s)}$ tales que $t_{C_i^{(s)}, C_j^{(s)}} = \min \left\{ t_{C_\ell^{(s)}, C_{\ell'}^{(s)}} : C_\ell^{(s)} \text{ ó } C_{\ell'}^{(s)} \in C_\beta^{(s)} \text{ y } \ell \neq \ell' \right\}$. Si existen varios $C_i^{(s)}, C_j^{(s)} \in C^{(s)}$ que verifican esta condición, elegimos aquella pareja tal que maximice el flujo $T_{C_i^{(s)}, C_j^{(s)}} + T_{C_j^{(s)}, C_i^{(s)}}$, y, si es posible con $C_i^{(s)}, C_j^{(s)} \in C_\beta^{(s)}$.

Paso 3: Unión de las unidades seleccionadas

Se construye $C_i^{(s+1)} = C_i^{(s)} \cup C_j^{(s)}$ y se pone $C^{(s+1)} = (C^{(s)} \cup \{C_i^{(s+1)}\}) - \{C_i^{(s)}, C_j^{(s)}\}$, actualizando la matriz de flujos como:

$$T_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}} = T_{C_i^{(s)}, C_\ell^{(s)}} + T_{C_j^{(s)}, C_\ell^{(s)}} \text{ y } T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s+1)}} = T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s)}} + T_{C_\ell^{(s)}, C_j^{(s)}} \quad \forall \ell \neq i, j \quad \text{y}$$

$$T_{C_i^{(s+1)}, C_i^{(s+1)}} = T_{C_i^{(s)}, C_i^{(s)}} + T_{C_i^{(s)}, C_j^{(s)}} + T_{C_j^{(s)}, C_i^{(s)}} + T_{C_j^{(s)}, C_j^{(s)}}$$

y el tiempo de desplazamientos $t_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}}$ para cada $C_\ell^{(s)} \in C^{(s)}$ como:

$$t_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}} = \frac{T_{C_i^{(s)}, C_\ell^{(s)}} + T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s)}}}{T_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}} + T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s+1)}}} t_{C_i^{(s)}, C_\ell^{(s)}} + \frac{T_{C_j^{(s)}, C_\ell^{(s)}} + T_{C_\ell^{(s)}, C_j^{(s)}}}{T_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}} + T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s+1)}}} t_{C_j^{(s)}, C_\ell^{(s)}} \\ \text{si } \max \{T_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}}, T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s+1)}}\} > 0$$

$$t_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}} = \frac{T_{C_i^{(s)}, C^{(s)}} + T_{C^{(s)}, C_i^{(s)}}}{T_{C_i^{(s+1)}, C^{(s)}} + T_{C^{(s)}, C_i^{(s+1)}}} t_{C_i^{(s)}, C^{(s)}} + \frac{T_{C_j^{(s)}, C^{(s)}} + T_{C^{(s)}, C_j^{(s)}}}{T_{C_i^{(s+1)}, C^{(s)}} + T_{C^{(s)}, C_i^{(s+1)}}} t_{C_j^{(s)}, C^{(s)}} \\ \text{si } \max \{T_{C_i^{(s+1)}, C_\ell^{(s)}}, T_{C_\ell^{(s)}, C_i^{(s+1)}}\} = 0$$

poner $n^{(s+1)} = n^{(s)} - 1$, $s = s + 1$ e ir al paso 1.

Finalizado el algoritmo en una etapa s -ésima y haciendo $K = n^{(s)}$, $C_i = C_i^{(s)}$ y $C = C^{(s)}$, obtenemos el conjunto de configuraciones iniciales $C = \{C_1, \dots, C_K\}$.

2.5.2 Inicialización no aleatoria

El paso de iniciación del algoritmo genético con una población de individuos generada al azar puede dar lugar a soluciones con un número excesivamente grande de mercados que deben ser posteriormente reparados lo cual retrasa significativamente los tiempos computacionales. Para solventar este problema, en lugar de escoger los individuos al azar, proponemos un paso similar a la etapa de determinación de focos de los mercados propuestos por Coombes y otros. (1986). Un foco se define como una configuración con una Job-Ratio (JR) y una Autonomía de Oferta (AO) altas, es decir, mayores que unos determinados valores α_1 y α_2 , respectivamente. Los detalles del algoritmo utilizado son los siguientes:

Paso 0 (Fijación de los parámetros) Se fijan los parámetros $\alpha_1 > 1$ y $0 < \alpha_2 < 1$ que permiten seleccionar las configuraciones que constituyen los focos y n_p el número de iteraciones o tamaño de la población.

Paso 1 (Cálculo de JR y AO): Se parte de $\mathbf{C} = \{C_1, \dots, C_K\}$ y se calcula para cada una de las K configuraciones iniciales las Job-Ratios y Autonomías de Oferta:

$$JR_i = \frac{T_{C,C_i}}{T_{C_i,C}} \text{ y } AO_i = \frac{T_{C_i,C_i}}{T_{C_i,C}} \text{ para } i = 1, \dots, K$$

Paso 2 (Construcción de los n_p individuos):

Para $s = 1, \dots, n_p$ realizar los pasos 2.1 a 2.3 siguientes:

Paso 2.1. (Generación de α_1, α_2): Generar $\alpha_1^{(s)}$ de Unif(1, α_1) y $\alpha_2^{(s)}$ de Unif(1, α_2)

Paso 2.2. (Determinación de los focos): Crear $\mathbf{F}^{(s)} = \{C_i: JR_i \geq \alpha_1^{(s)} \text{ ó } AO_i \geq \alpha_2^{(s)}\}$

Paso 2.3. (Determinación de los mercados)

Para cada $C_i \in \mathbf{F}^{(s)}$ construir:

$$M(C_i) = \{C_j \in \mathbf{C}: (C_i, C_j) = \max_{C_k \in \mathbf{F}^{(s)}} \Pi(C_k, C_j)\}$$

$$\text{donde } (C_i, C_j) = \frac{T_{C_i, C_j}^2}{T_{C_i, C} T_{C, C_j}} + \frac{T_{C_j, C_i}^2}{T_{C_i, C} T_{C, C_j}}$$

2.5.3 Paso de contigüidad territorial

Por último, una vez finalizado el algoritmo genético, y con el fin de garantizar un cierto grado de conectividad de las soluciones obtenidas se incorpora como última etapa un paso de contigüidad. A diferencia de FCM este paso se realiza, como se ha comentado, al final del

algoritmo y no después de generar cada individuo, con el fin de no alargar el tiempo computacional del mismo.

Para ello se define, en primer lugar, el flujo existente entre dos configuraciones iniciales, C_i y C_j como $T_{C_i, C_j} + T_{C_j, C_i}$. Con esta definición los pasos seguidos son los siguientes:

Paso 0 (Selección de los parámetros de contigüidad): Se fijan $n_{\min} > 0$ y γ parámetros que determinan el grado de contigüidad permitido.

Paso 1 (Determinación de las configuraciones contiguas)

Para cada configuración C_i se determina la lista de sus configuraciones contiguas $L(C_i)$ definida como:

$$L(C_i) = \left\{ C_j : T_{C_i, C_j} + T_{C_j, C_i} \geq n_{\min} \text{ o } T_{C_i, C_j} + T_{C_j, C_i} \text{ está entre los } \gamma \text{ flujos no nulos más importantes} \right\}$$

Si $\text{card}(L(C_i)) < \gamma$ se completa dicho número añadiendo las configuraciones C_j con tiempos de desplazamiento t_{C_i, C_j} más reducidos hasta conseguir que $\text{card}(L(C_i)) \geq \gamma$. Esta es una forma indirecta de conseguir la contigüidad territorial de los mercados dado que las configuraciones incluidas en $L(C_i)$ suelen contener aquéllas que limitan territorialmente con C_i .

Paso 2 (Verificación de la contigüidad de la solución obtenida)

Se analiza para cada mercado local M , si verifica, además de las restricciones (1) a (3), la siguiente restricción de conectividad:

$$\forall C_i, C_j \in M \text{ existe un camino } \{ \text{Cam}_\ell^i ; \ell=1, \dots, k \} \subseteq M \text{ tal que:}$$

$$\text{Cam}_1 = C_i, \text{Cam}_k = C_j \text{ y } \text{Cam}_\ell \in L(\text{Cam}_{\ell-1}); \ell=2, \dots, k.$$

Si se verifica esta restricción, parar. En otro caso proceder a reparar la solución obtenida mediante el proceso de reparación de FCM b) pero eligiendo en el paso 3) de dicho algoritmo, los mercados que verifiquen la restricción de contigüidad al incorporar la configuración considerada en dicho paso.

2.6 Delimitación de MLLs a partir de algoritmos de Análisis Cluster

Como se ha podido comprobar en la aplicación práctica (Apartado 2.7), para una versión concreta del algoritmo no existe una solución claramente superior a las demás en lo que respecta a los valores del criterio de optimización utilizado. Por ello resulta difícil elegir una como la más adecuada para la delimitación de los MLLs debido a que soluciones con valores muy parecidos respecto a la función objetivo pueden dar lugar a particiones diferentes, tanto en lo que respecta al número de mercados existentes como a la composición de los mismos. Por este motivo, en este apartado se propone la utilización de algoritmos de Análisis Cluster que ayuden a recoger los aspectos comunes a todas las

soluciones obtenidas diferenciándolos de los aspectos más específicos y de esta manera ayuden a la toma de una decisión final.

Más concretamente, se proponen dos tipos de algoritmos para obtener la delimitación en MLLs. El primero está basado en el uso de algoritmos jerárquicos aglomerativos y utiliza como medida de semejanza el grado de acuerdo de las P soluciones proporcionadas por el algoritmo genético. El segundo está basado en los llamados métodos de particionamiento y consiste en la determinación de un conjunto de focos, haciendo uso también del grado de acuerdo entre las P soluciones, en torno a los cuales se construye el mercado correspondiente. Este último algoritmo tiene la ventaja de permitir realizar estudios de sensibilidad que proporcionan un ranking de dichos focos, facilitando así el proceso de toma de decisiones a la hora de abordar problemas como, por ejemplo, la localización de posibles centros de empleo que ayuden a coordinar la implementación de políticas laborales en todo el territorio analizado. Los apartados 2.6.1 y 2.6.2 describen con más detalle ambos tipos de algoritmos.

2.6.1 Algoritmo jerárquico aglomerativo

Sea $\mathbf{B} = \{B_1, \dots, B_n\}$ el conjunto de unidades básicas espaciales, $\{t_{ij} \mid 1 \leq i \leq j \leq n\}$ los tiempos de desplazamiento entre ellas con $t_{ii} = 0$; $i=1, \dots, n$, $\mathbf{C} = \{C_1, \dots, C_K\}$ el conjunto de configuraciones iniciales; $\{S_\ell^{(p)}; \ell = 1, \dots, n^{(p)}\}$; $p = 1, \dots, P$ el conjunto de soluciones de partida obtenidas con el procedimiento de el apartado 3.5 y $\{FS_\ell^{(p)}; \ell = 1, \dots, n^{(p)}\}$; $p = 1, \dots, P$ siendo $FS_\ell^{(p)}$ la unidad espacial básica del mercado $S_\ell^{(p)}$ con mayor población a la cual denominaremos foco.

A la solución obtenida en el paso s del algoritmo jerárquico aglomerativo se denota $\mathbf{M}^{(s)} = \{M_i^{(s)}; i = 1, \dots, m^{(s)}\}$ y, por último, $\mathbf{F}^{(s)} = \{F_i^{(s)}; i = 1, \dots, m^{(s)}\}$ al conjunto formado por los focos o unidades espaciales básicas con mayor población de cada uno de los mercados de forma que $F_i^{(s)}$ es el foco del mercado $M_i^{(s)}$.

Paso 0 (Inicio)

Se fijan los valores del tamaño mínimo del mercado, $tam_min > 0$ y porcentaje mínimo de acuerdo, $0 < porc_min \leq 100$

Poner $m^{(0)} = K$ y $M_i^{(0)} = C_i$ para $i=1, \dots, m^{(0)}$ y $s = 0$.

Calcular $\mathbf{A}^{(s)} = (a_{ij}^{(s)})$ la matriz de acuerdos entre mercados donde:

$$a_{ij}^{(s)} = 100 \frac{\sum_{C_u \in M_i^{(s)}} \sum_{C_v \in M_j^{(s)}} \sum_{p=1}^p \sum_{\ell=1}^{n^{(p)}} I_{S_i^{(p)}}(C_u) I_{S_j^{(p)}}(C_v)}{\text{Card}(M_i^{(s)}) \text{Card}(M_j^{(s)}) P}$$

$$\text{siendo } I_s(C) = \begin{cases} 1 & \text{si } C \in S \\ 0 & \text{si } C \notin S \end{cases}$$

Paso 1 (Verificación de las condiciones de finalización)

$$\text{Sean } \text{tam} = \min \{ \text{Card}(M_i^{(s)}); i = 1, \dots, m^{(s)} \} \text{ y } \text{porc} = \max \{ a_{ij}^{(s)}; 1 \leq i < j \leq m^{(s)} \}$$

Si $\text{tam} \geq \text{tam_min}$ y $\text{porc} \leq \text{porc_min}$, ir al paso 3. En otro caso ir al paso 2.

Paso 2 (Determinación de los mercados a unir)

Determinar $1 \leq i_{\max} < j_{\max} \leq m^{(s)}$ tales que $a_{i_{\max}, j_{\max}}^{(s)} = \max \{ a_{ij}^{(s)} \}$. Si hay empates se determinan los dos mercados cuyos focos sean los más cercanos en cuanto a tiempo de desplazamiento.

$$\text{Hacer } m^{(s+1)} = m^{(s)} - 1, \quad M_k^{(s+1)} = M_k^{(s)} \text{ si } k < j_{\max} \text{ y } k \neq i_{\max}; \quad M_{i_{\max}}^{(s+1)} = M_{i_{\max}}^{(s)} \cup M_{j_{\max}}^{(s)} \text{ y}$$

$$M_k^{(s+1)} = M_{k+1}^{(s)} \text{ para } k \geq j_{\max}$$

Calcular $A^{(s+1)}$, poner $s = s + 1$ e ir al paso 1.

$$a_{ij}^{(s+1)} = \begin{cases} a_{ij}^{(s)} & \text{si } j < i < i_{\max} \\ \frac{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)})}{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)}) + \text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})} a_{i_{\max}, j}^{(s)} + \frac{\text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})}{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)}) + \text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})} a_{j_{\max}, j}^{(s)} & \text{si } j < i = i_{\max} \\ a_{ij}^{(s)} & \text{si } j < i_{\max} < i < j_{\max} \\ \frac{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)})}{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)}) + \text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})} a_{i_{\max}, i}^{(s)} + \frac{\text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})}{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)}) + \text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})} a_{j_{\max}, i}^{(s)} & \text{si } j = i_{\max} < i < j_{\max} \\ a_{ij}^{(s)} & \text{si } i_{\max} < j < i < j_{\max} \\ a_{i+1, j}^{(s)} & \text{si } j < i_{\max} < j_{\max} \leq i \\ \frac{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)})}{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)}) + \text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})} a_{i+1, i_{\max}}^{(s)} + \frac{\text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})}{\text{Card}(M_{i_{\max}}^{(s)}) + \text{Card}(M_{j_{\max}}^{(s)})} a_{i+1, j_{\max}}^{(s)} & \text{si } j = i_{\max} < j_{\max} \leq i \\ a_{i+1, j}^{(s)} & \text{si } i_{\max} < j < j_{\max} \leq i \\ a_{i+1, j+1}^{(s)} & \text{si } j_{\max} \leq j < i \end{cases}$$

Paso 3 (Análisis de la contigüidad territorial)

Se analiza la contigüidad territorial de la solución obtenida. Para ello se considera cada una de las unidades básicas espaciales B_i y se analiza su conexión con el foco F del mercado M en el que se encuentra encuadrada, es decir, se analiza si existe un camino de unidades básicas espaciales $\{ \text{Cam}_\ell; \ell = 1, \dots, k \} \subseteq M$ tales que $\text{Cam}_1 = B_i$, $\text{Cam}_k = F$ y Cam_ℓ y $\text{Cam}_{\ell+1}$

son vecinos. Si no existe, se reasigna B_i a aquel mercado M' con cuyo foco F' está conectado y tal que el tiempo de desplazamiento de B_i a F' es mínimo. Si hay empates se asigna a aquel mercado cuyo tiempo medio de desplazamiento a sus unidades espaciales básicas es menor. Si no existe ningún M' verificando estas condiciones se asigna al mercado en el que se encuentran la mayor parte de sus vecinos.

2.6.2 Algoritmo de particionamiento

Utilizando la misma notación que en el apartado anterior, el algoritmo para obtener la delimitación de MLLs sigue los siguientes pasos.

Paso 0

Se fija el valor de $0 < porc_min \leq 100$ que indica el nivel mínimo de porcentaje de soluciones en las que aparece un municipio dado como foco de un mercado utilizado para seleccionar los focos iniciales del algoritmo.

Paso 1 (Selección inicial de focos)

Se calcula, para cada unidad espacial básica B_i , el porcentaje de soluciones en las que aparece como foco de algún mercado, es decir, se calcula para $i=1, \dots, n$:

$$porc_i = 100 \frac{\text{Card} \left(\left\{ p \in \{1, \dots, P\} : \exists \ell \in \{1, \dots, n^{(p)}\} \text{ con } FS_{\ell}^{(p)} = B_i \right\} \right)}{P}$$

Se construye $\mathbf{F}^{(0)} = \{B_i \in \mathbf{B} : porc_i \geq porc_min\}$ y $m^{(0)} = \text{Card}(\mathbf{F}^{(0)})$. Poner $s = 0$.

Paso 2 (Delimitación de mercados)

Para $j = 1, \dots, m^{(s)}$ construir:

$$M_j^{(s)} = \left\{ B_i \in \mathbf{B} : porc_enc_{i,j}^{(s)} = \max_{1 \leq k \leq m^{(s)}} porc_enc_{i,k}^{(s)} \right\}$$

donde

$$porc_enc_{i,k}^{(s)} = 100 \frac{\text{Card} \left(\left\{ p \in \{1, \dots, P\} : \exists \ell \in \{1, \dots, n^{(p)}\} \text{ con } B_i, F_k^{(s)} \in S_{\ell}^{(p)} \right\} \right)}{P}$$

es el porcentaje de soluciones de \mathbf{S} en las que B_i y el foco $F_k^{(s)}$ se encuentran encuadrados en el mismo mercado. Si hay empates en la determinación del máximo anterior, se asigna la unidad B_i al mercado cuyo foco está más cercano en términos de tiempo de desplazamiento.

Paso 3 (Actualización de focos)

Construir $\mathbf{F}^{(s+1)} = \left\{ F_i^{(s+1)} \in M_i^{(s)} ; i = 1, \dots, m^{(s)} \right\}$ donde $F_i^{(s+1)}$ es la unidad espacial básica del mercado $M_i^{(s)}$ con mayor población. Si $\mathbf{F}^{(s)} = \mathbf{F}^{(s+1)}$ ir al paso 4. En otro caso hacer $m^{(s+1)} = m^{(s)}$, poner $s = s + 1$ e ir al paso 2.

Paso 4 (Contigüidad territorial de la solución)

Se analiza la contigüidad territorial de la solución obtenida. Para ello se considera cada una de las unidades básicas espaciales B_i y se analiza su conexión con el foco F del mercado M en el que se encuadra, es decir, se analiza si existe un camino de unidades básicas espaciales $\{Cam_\ell; \ell=1, \dots, k\} \subseteq M$ tales que $Cam_1 = B_i$, $Cam_k = F$ y Cam_ℓ y $Cam_{\ell+1}$ son vecinos. Si no existe se reasigna B_i a aquél mercado M' con cuyo foco F' está conectado y tal que el tiempo de desplazamiento de B_i a F' es mínimo. Si hay empates se asigna a aquel mercado cuyo tiempo medio de desplazamiento a sus unidades espaciales básicas es menor. Si no existe ningún M' verificando estas condiciones se asigna al mercado en el que se encuentran la mayor parte de sus vecinos.

2.7 Aplicación de la metodología a Aragón

Para la aplicación de la metodología al caso de la Comunidad Autónoma de Aragón, se han utilizado los datos del Censo de población de 2001, en particular, las referencias para cada ocupado de su municipio de origen (lugar de residencia) y destino (lugar de trabajo), así como el tiempo que invierte en este desplazamiento.

El número considerado de personas ocupadas fue, inicialmente, igual a 472.020. Debido a que no pudieron ser tenidos en cuenta los flujos de otras comunidades autónomas hacia la aragonesa, se decidió eliminar de la base de datos los ocupados residentes en Aragón que se desplazaban hacia municipios fuera de la comunidad. Tras esta depuración, el número de registros se redujo a 454.668 ocupados pertenecientes a 729 municipios aragoneses, no contabilizándose ningún trabajador residente en Valacloche (Teruel) que realizara su actividad laboral dentro de Aragón.

Junto con la información proporcionada por el censo se dispuso del tiempo de viaje, medido en minutos, entre dos municipios cualesquiera de Aragón, dato cedido por los profesores José Luis Calvo y Ángel Pueyo del Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza y José Miguel Jover del Centro de Cálculo. Este tiempo fue estimado teniendo en cuenta los tipos de vías entre cada par de localidades, eligiendo la ruta más rápida y aplicando las siguientes velocidades en función del tipo de carretera:

"Ruta primaria" = 80 Km. /h

"Autopista" = 120 Km. /h

"Ruta regional" = 70 Km. /h

"Carretera local" = 60 Km. /h

Antes de aplicar la metodología estadística para delimitar los mercados laborales locales, se realizó una depuración de la información mediante la comparación, para cada trabajador, del tiempo de desplazamiento declarado por él mismo con el estimado mediante el procedimiento descrito anteriormente. Si el tiempo declarado por el trabajador era inferior al

10% del tiempo de viaje, se consideró que era sospechosamente bajo y se asignó al trabajador como residente en el municipio de destino. La misma decisión se tomó si el tiempo de viaje de una localidad a otra era superior a 3 horas y no se declaraba tiempo alguno, entendiendo que era anormalmente grande. En ambos casos se consideró que muchos de los encuestados confundieron el municipio en el que residen con aquel en el que están empadronados, que no tienen por qué coincidir. Como resultado de este proceso se modificaron 1.756 desplazamientos.

Los valores de los parámetros de los distintos algoritmos aplicados han sido $n_p = 100$, $n_r = 10$, $n_m = 24$, $g = 25$, $\alpha_1 = 0,70$, $\alpha_2 = 0,75$, $\alpha_3 = 5.000$, $\alpha_4 = 1.500$. Todos ellos coinciden con los utilizados en FCM a excepción de α_3 y α_4 que se han usado los propuestos en Alonso y otros (2008) y del valor de g que se ha tomado intentando reducir el tiempo computacional del algoritmo. Finalmente, en los pasos de contigüidad se han tomado $\beta = 10$ y $n_{\min} = 25$ con el fin de no ser demasiado exigentes en este aspecto adaptándonos a la idiosincrasia aragonesa.

Para estos valores y cada uno de los criterios $f_1(\mathbf{M})$ y $f_2(\mathbf{M})$, se han considerado las siguientes combinaciones de tamaño mínimo para las configuraciones iniciales, tipo de iniciación del algoritmo y aplicación o no del paso de contigüidad.

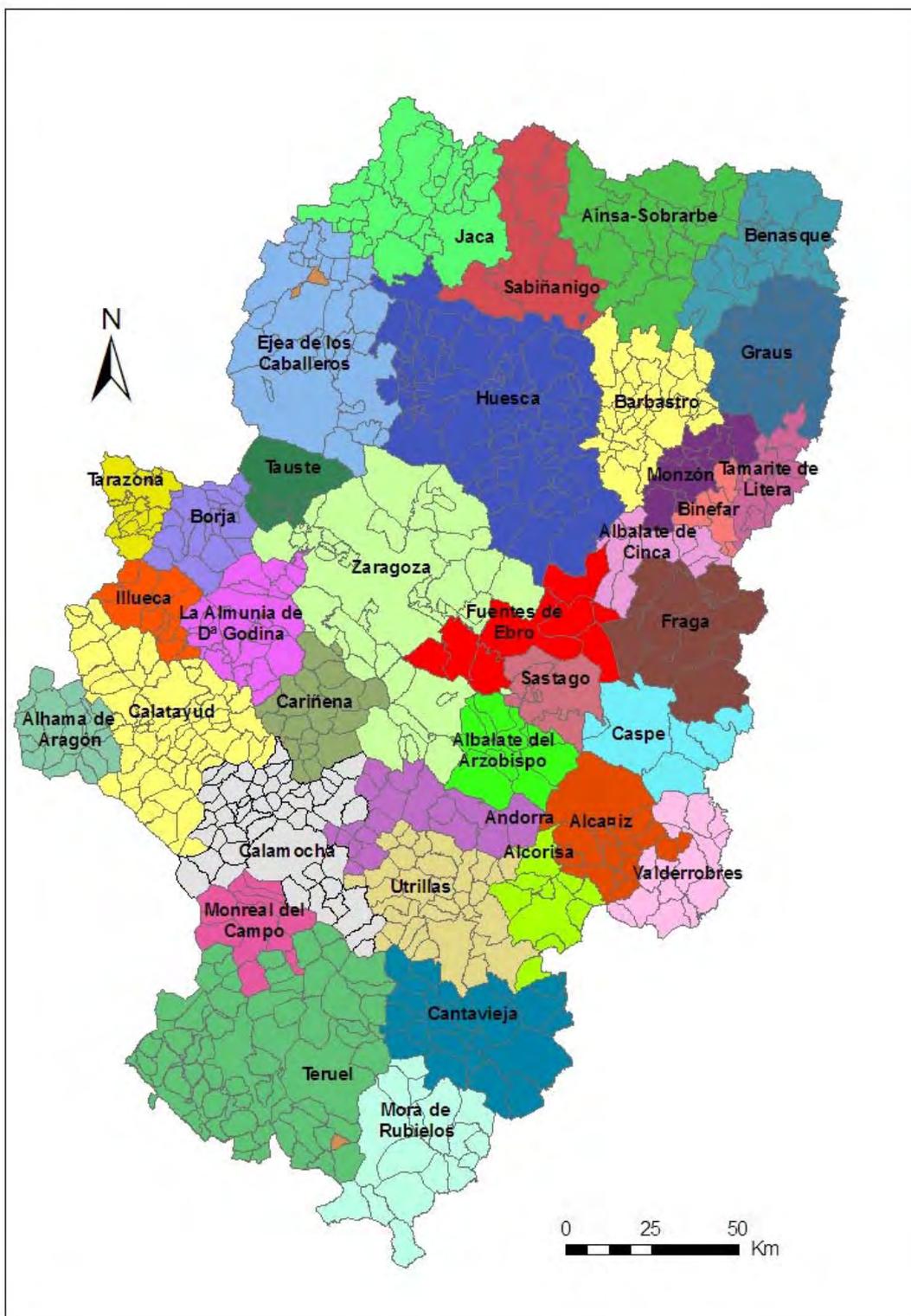
- Se han tomado como tamaños mínimos los valores 0, 100 y 250 para analizar la importancia de construir configuraciones iniciales previas a la aplicación del algoritmo de construcción de mercados laborales locales. Así, cuando $\beta = 0$ (**b0**), las configuraciones iniciales son los 729 municipios aragoneses; para el caso $\beta = 100$ (**b100**) se han obtenido 348 configuraciones y para $\beta = 250$ (**b250**) las configuraciones resultantes han sido 179.
- Se ha iniciado el algoritmo al azar como FCM (**Az**) y utilizando el proceso no aleatorio propuesto en este trabajo (**NAz**).
- Con el fin de analizar el grado de conectividad de las soluciones obtenidas, se ha ejecutado el algoritmo aplicando (**Si**) y sin aplicar (**No**) el paso de contigüidad.

En total se han realizado 24 combinaciones, 12 con el criterio $f_1(\mathbf{M})$ y 12 con el criterio $f_2(\mathbf{M})$. El algoritmo para cada combinación se ha aplicado 100 veces y se ha medido el número de mercados, el valor de los criterios $f_1(\mathbf{M})$ y $f_2(\mathbf{M})$ para la solución óptima y el tiempo de CPU. Un estudio comparativo de las soluciones encontradas reveló que, con las modificaciones introducidas, el algoritmo gana en robustez (en el sentido de que los valores de los criterios en las soluciones óptimas en cada replicación son muy similares) y en tiempo computacional, produciéndose reducciones de éste último que oscilan en torno a un 97%, sin que dichas soluciones difieran significativamente de las encontradas aplicando el algoritmo sin modificaciones. Para más detalles ver Alonso, Beamonte, Gargallo y Salvador (2011) informe extenso de FUNDEAR.

A la vista de la gran cantidad de soluciones óptimas encontradas con valores similares, se han aplicado los algoritmos aglomerativo y de particionamiento descritos en los apartados

2.6.1 y 2.6.2 con el fin de determinar los focos de los mercados que más veces aparecen en dichas soluciones y construir, a partir de ellos, los MLLs. Finalmente, los mercados adoptados son los correspondientes al algoritmo aglomerativo (ver Figura 1) que coincide además con la obtenida aplicando el método de particionamiento descrito en el apartado 2.6.2 tomando $porc_min = 50\%$. La selección de estos mercados se hizo tras una minuciosa exploración de las diversas soluciones obtenidas, observándose que la delimitación seleccionada recogía los aspectos más relevantes de la movilidad laboral aragonesa.

Figura 1
Delimitación de MLLs obtenida mediante el algoritmo jerárquico aglomerativo (Apartado 2.6.1) y el método de particionamiento (Apartado 2.6.2)



3. Accesibilidad de los municipios aragoneses

El segundo objetivo de este proyecto es analizar la accesibilidad laboral de los municipios aragoneses. Para ello definiremos en primer lugar el concepto de accesibilidad (ver Apartado 3.1) y describiremos algunas medidas utilizadas en la literatura (ver Apartado 3.2). En el apartado 3.3 presentaremos la metodología de Jerarquización de lugares o “*Place Rank*” en inglés, con la que vamos a analizar la accesibilidad a los MLLs, para posteriormente, aplicarla al caso aragonés en el apartado 3.4.

3.1 Definición de accesibilidad

El término accesibilidad a menudo se usa incorrectamente y se confunde con el término movilidad. La movilidad mide la capacidad de moverse de un lugar a otro. La palabra “accesibilidad” procede de las palabras “acceso” y “habilidad”, por tanto, significa habilidad para acceder o aproximarse a algo. En nuestro contexto, tiene el significado de “facilidad para alcanzar oportunidades valiosas”.

De forma general, altos niveles de movilidad no tienen por qué corresponderse con altos niveles de accesibilidad. De hecho, una accesibilidad elevada puede ir acompañada de una baja movilidad. Esta distinción entre accesibilidad y movilidad puede ilustrarse con un sencillo ejemplo. Si comparamos una cabecera de comarca como, por ejemplo, Zaragoza y un municipio de la misma como, por ejemplo, María de Huerva, sabemos que viajar dentro de Zaragoza es más lento en términos de la distancia que puede ser recorrida por unidad de tiempo debido a los problemas de circulación existentes en una gran ciudad. Sin embargo, frente a este inconveniente está el hecho de que los ciudadanos pueden tener acceso a muchas oportunidades en un corto espacio de tiempo al existir una gran oferta de tiendas, colegios, hospitales, bancos y servicios en general. Por el contrario, circular por las calles y carreteras de María de Huerva es más ágil y se necesita menos tiempo para desplazarse dentro de su circunscripción, pero el nivel de accesibilidad de la localidad es bajo, en términos de oportunidades, debido a que la oferta de servicios es mucho menor. Por tanto, se considera que Zaragoza tiene un nivel alto de accesibilidad mientras que María de Huerva presenta una alta movilidad.

Toda medida de accesibilidad tiene dos componentes principales: el atractivo y la impedancia. El atractivo se mide, habitualmente, como el número de oportunidades existentes en el lugar. Por ejemplo, cuando se mide la accesibilidad laboral, como es nuestro caso, el valor de atracción puede ser el número de puestos de trabajo en el lugar de destino, mientras que en el caso de la accesibilidad a centros comerciales, el atractivo puede ser el número de tiendas en esa superficie. La impedancia o dificultad de acceso a un

lugar se mide mediante una función que disminuye la probabilidad de atracción en relación con la distancia o el tiempo de desplazamiento.

3.2 Medición de la accesibilidad

En este contexto en la literatura se ofrecen diversas formas de cuantificar la accesibilidad. El-Geneidy y Levinson (2011) distinguen los siguientes tipos de medidas:

Medida de oportunidad acumulada

La medida de oportunidad acumulada o isocrónica (Vickerman 1974; Wachs y Kumagai 1973) cuenta el número de oportunidades que pueden alcanzarse en un tiempo de desplazamiento predeterminado (o en una distancia concreta) y viene dada por la siguiente expresión:

$$A_i^O = \sum_{j=1}^J X_j D_j$$

donde A_i^O mide la accesibilidad del origen i a las distintas oportunidades en el destino j , D_j mide el número de oportunidades que ofrece el destino j y X_j es una variable binaria que toma el valor 1 cuando el destino se encuentra en un umbral predeterminado y 0 en otro caso.

La principal ventaja de esta medida es su sencillez de cálculo y puede utilizarse, por ejemplo, para identificar el número de zonas de recreo que existen a una distancia menor de 400 m. Sin embargo, la distinción de que algo que dista 399 m es accesible mientras que si dista 401 m no lo es, resulta artificial y poco apropiado por su rigidez, que, además, tiene el inconveniente de no tener en consideración ni el atractivo ni la impedancia del destino. Este coeficiente es muy utilizado en modelización hedónica para controlar el acceso a los servicios públicos en un barrio o en una localidad.

Medida basada en la gravedad

Esta medida (Hansen, 1959) suele adoptar la forma:

$$A_i = \sum_{j=1}^J D_j f(C_{ij})$$

donde C_{ij} es la impedancia o coste de viajar de i a j , $f()$ es una función de impedancia y D_j mide el número de oportunidades en el destino j . Su principal ventaja es su mayor flexibilidad e interpretabilidad y su principal inconveniente es la falta de consenso sobre la función de impedancia a utilizar. En la práctica se han propuesto varias funciones (potencial, exponencial, logarítmica) sin que de forma clara se haya podido establecer cual o cuales ofrecen mejores resultados. Además, esta medida necesita el tiempo de viaje, variable que no siempre está disponible y cuando lo está a veces no está bien cuantificada.

Medida en competición

Esta medida refleja la existencia de factores de competición entre las localidades a la hora de atraer población y, generalmente, se basa en modificaciones de la medida de gravedad. Una primera aproximación consiste, por una parte, en medir la accesibilidad a ciertas oportunidades (trabajos) en una localidad determinada y, por otra, la accesibilidad a los individuos (trabajadores) de dicha localidad, calculando posteriormente el cociente entre ellas. Así, destaca el modelo de interacción espacial doblemente restringido de Wilson (1971) que viene dado por:

$$A_i = \sum_{j=1}^n \frac{1}{B_j} D_j f(C_{ij})$$

$$B_j = \sum_{i=1}^n \frac{1}{A_i} O_i f(C_{ij})$$

donde A_i es la medida de accesibilidad a los diferentes puestos de trabajo por parte de las personas que viven en i mientras que B_j es la medida de accesibilidad para los trabajadores que desempeñan su labor profesional en el destino j procedentes de cualquier origen i , D_j mide el número de puestos de trabajo en el destino j , O_i mide el número de trabajadores residentes en i y $f(C_{ij})$ es la función de impedancia que mide la separación espacial entre i y j . Las constantes A_i y B_j son desconocidas y se calculan mediante métodos iterativos.

Este modelo 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. No tiene en cuenta el atractivo específico del destino, restando realismo a la medida calculada.

Con el fin de solventar este problema, se proponen las llamadas medidas de jerarquización de localidades que describimos en el siguiente apartado.

3.3 Medidas de jerarquización de lugares: el algoritmo *Place Rank*

A diferencia de las medidas descritas en el apartado anterior, este indicador permite obtener una jerarquización de todos los posibles destinos, y requiere para su cálculo conocer los flujos reales origen-destino. La accesibilidad laboral a un destino se determina a partir del número de personas procedentes de todos y cada uno de los posibles orígenes, pero asignando a cada uno una ponderación diferente. La intensidad de la contribución que cada individuo hace, depende del atractivo de su lugar de origen, de forma que un destino tiene una mejor posición en el ranking si es capaz de atraer más personas de aquellos lugares con mayor número de trabajadores. Esta idea se basa en el trabajo de Brin y Page (1998), donde se proponen medidas de accesibilidad para clasificar y ordenar páginas Web para buscadores a gran escala.

El-Geneidy y Levinson (2011) proponen un algoritmo de cálculo de la accesibilidad de destino, al que denominan *Place-Rank*, que utiliza, únicamente, la información procedente

de las tablas de desplazamiento origen-destino. Utilizando la notación introducida en el punto 2, el algoritmo aplicado al caso de accesibilidad laboral se describe a continuación.

3.3.1 El algoritmo Place Rank

Sea $E_{ij,t}$ el número de trabajadores que se desplazan en la iteración t de la unidad espacial básica B_i a la unidad espacial básica B_j , ponderando cada desplazamiento proporcionalmente al nivel de atractivo estimado para el origen B_i .

Sea $A_{j,t}^d$ la accesibilidad de destino (como lugar de trabajo) estimada para la unidad espacial básica B_j en la iteración t

Sea $O_{i,t}$ el número estimado, de forma ponderada, de personas residentes en la zona i en la iteración t .

Sea $P_{i,t}$ el peso asociado a cada persona que parte de B_i en la iteración t ,

Paso 0 (Inicio)

Fijar $tol > 0$ nivel de tolerancia.

Tomar $E_{ij,0} = T_{B_i, B_j}$; $i, j = 1, \dots, n$. Calcular $A_{i,0}^d = T_{B, B_i}$, $O_{i,0} = T_{B_i, B}$ y $P_{i,0} = \frac{A_{i,0}^d}{O_{i,0}}$ para $i=1, \dots, n$. Poner $t = 1$ e ir al paso 1.

Paso 1 (Cálculo de la matriz de desplazamientos)

Calcular $E_{ij,t} = E_{ij,t-1} P_{i,t-1}$ para $i, j = 1, \dots, n$

Paso 2 (Cálculo de las accesibilidades)

Calcular $R_{j,t} = A_{j,t}^d = \sum_{i=1}^n E_{ij,t}$, $O_{i,t} = \sum_{j=1}^n E_{ij,t}$ y $P_{i,t} = \frac{A_{i,t}^d}{O_{i,t}}$ para $i=1, \dots, n$

Paso 3 (Condición de finalización)

Si $\max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \left| A_{i,t}^d - A_{i,t-1}^d \right| \right\} \leq tol$ parar. En otro caso poner $t = t + 1$ e ir al paso 1.

Como consecuencia de la aplicación del algoritmo se obtienen $\{A_{i,t}^d; t = 1, \dots, T\}$, las accesibilidades de las unidades espaciales básicas $\{B_i; i=1, \dots, n\}$ que reflejan su potencial atractivo como destino, es decir, como lugar de trabajo dentro del territorio \mathbf{B} .

El algoritmo *Place-Rank* no utiliza, de forma explícita, ni el atractivo ni la impedancia de las distintas oportunidades, laborales en nuestro caso, sino que considera que dicha información está incorporada en el origen y destino elegidos por cada persona. Los individuos contribuyen a la jerarquización de los distintos destinos (áreas de trabajo) con una

intensidad que depende del atractivo de su lugar de origen. Además, y a diferencia de otras medidas de accesibilidad que valoran por igual a todos los destinos, distinguiendo únicamente por el tiempo de desplazamiento hasta ellos, el método *Place rank* se centra en el valor implícito de los destinos más que en la facilidad para alcanzarlos. Para ello, el algoritmo *Place Rank* utiliza directamente los flujos de trabajadores origen-destino, no requiriendo, a diferencia de otras medidas, ni del conocimiento del tiempo de viaje ni de cualquier otra información sobre la ordenación del territorio.

Otra cuestión importante es que las medidas de accesibilidad obtenidas por este método están basadas en elecciones reales de orígenes y destinos. Estudios longitudinales como, por ejemplo, el de Schoenfelder y Axhausen (2010) muestran que el comportamiento que presentan los individuos a la hora de viajar es muy estable a lo largo del tiempo. Esto implica que la diferencia entre accesibilidad potencial y real no será, habitualmente, muy grande, de manera que las medidas así obtenidas reflejarán, de forma adecuada, los niveles de atracción de cada destino, todo ello sin imponer apenas restricciones previas, lo cual dota a dichas medidas de una gran dosis de realismo.

3.3.2 Modificaciones propuestas al algoritmo

3.3.2.1 Accesibilidad de destino

Aún cuando El-Geneidy y Levinson (2011) muestran que el algoritmo anterior captura, de forma bastante adecuada, el grado de accesibilidad de las zonas de un territorio, nuestra experiencia en el análisis del mercado laboral aragonés demuestra que, para el estudio de algunos MLLs, este algoritmo no converge. Ello es debido a la presencia de municipios de pequeño tamaño que reciben algún desplazamiento de municipios grandes y que el algoritmo magnifica, provocando que el nivel de accesibilidad de dichos municipios crezca desproporcionadamente, disminuyendo a la par la accesibilidad de los municipios grandes de forma irracional. Para evitar este efecto indeseable, proponemos una modificación que no pondera los no desplazamientos causantes de dicho crecimiento/decrecimiento y que en nuestro caso son mayoría. La modificación que proponemos es sustituir el paso 1 del algoritmo *Place Rank* por el siguiente:

Paso 1 (Cálculo de la matriz de desplazamientos)

Calcular $E_{ij,t} = E_{ij,t-1}P_{i,t}$ para $i,j = 1, \dots, n$ tal que $i \neq j$; $E_{ii,t} = E_{ii,t-1}$; $i=1, \dots, n$

De esta forma los pesos $\{P_{i,t}; i=1, \dots, n\}$ afectan únicamente a los desplazamientos entre municipios diferentes pero no dentro del mismo municipio. Esta forma de actuar encaja con la filosofía del algoritmo dado que el atractivo de un municipio debe aumentar/disminuir en función de los trabajadores que atrae provenientes de otros municipios, y no tanto de los que deciden permanecer en él, que deberían recibir la misma ponderación en todos los lugares.

3.3.2.2 Accesibilidad de origen

El algoritmo *Place Rank* fue concebido para medir el grado de atracción de una localidad como destino de trabajo y no para medir su atractivo como lugar de residencia. Este hecho se refleja en la forma de ponderar los desplazamientos a un municipio como destino para trabajar, proporcionando más importancia a aquéllos procedentes de orígenes o lugares de residencia con un número importante de oportunidades de trabajo puesto que reflejan el mayor atractivo del municipio de destino para desarrollar la actividad laboral en él.

En este apartado proponemos una modificación del algoritmo original para abordar este problema desde el apartado de vista del atractivo de un municipio como punto de origen del desplazamiento. Para llevarla a cabo, transformamos la forma de ponderar los movimientos de los trabajadores, proporcionando en este caso una mayor importancia a los no desplazamientos que a los desplazamientos. Éstos últimos tienen una ponderación que es función de la autonomía de oferta de cada municipio. Así, aquellos desplazamientos cuyo destino es una localidad de alto nivel de autocontención aportan una mayor relevancia, reflejando su mayor grado de atracción como lugar de residencia dado que, pudiendo residir en el municipio en el que va a realizar su actividad laboral, el trabajador decide residir en el municipio origen del desplazamiento.

El algoritmo quedaría como sigue:

Paso 0 (Inicio)

Fijar $tol > 0$ nivel de tolerancia.

Tomar $E_{ij,0} = T_{B_i, B_j}$; $i, j = 1, \dots, n$. Calcular $A_{i,0}^O = T_{B_i, B}$ y $P_{i,0} = \frac{E_{ii,0}}{A_{i,0}^O}$ para $i=1, \dots, n$.

Poner $t = 1$ e ir al paso 1.

Paso 1 (Cálculo de la matriz de desplazamientos)

Calcular $E_{ij,t} = E_{ij,t-1}P_{j,t-1}$ para $i, j = 1, \dots, n$ con $i \neq j$ y $E_{ii,t} = E_{ii,t-1}$ para $i=1, \dots, n$

Paso 2 (Cálculo de las accesibilidades)

Calcular $A_{i,t}^O = \sum_{j=1}^n E_{ij,t}$ y $P_{i,t} = \frac{E_{ii,t}}{A_{i,t}^O}$ para $i=1, \dots, n$

Paso 3 (Condición de finalización)

Si $\max_{1 \leq i \leq n} \{ |A_{i,t}^O - A_{i,t-1}^O| \} \leq tol$ parar. En otro caso poner $t = t + 1$ e ir al paso 1.

Como consecuencia del algoritmo se obtienen las accesibilidades de las unidades espaciales básicas $\{B_i; i=1, \dots, n\}$, $\{A_{i,t}^O; t=1, \dots, T\}$, las cuales reflejan su potencial atractivo como origen, es decir, como lugar de residencia dentro del territorio **B**.

3.4 Accesibilidad laboral en Aragón

Una vez descritas las medidas de accesibilidad laboral que se van a utilizar, así como los algoritmos propuestos para su cálculo, en este apartado aplicamos la metodología al caso aragonés. Este estudio lo hemos llevado a cabo de dos maneras: en el primer (Apartado 3.4.1) se han considerado todos los municipios de Aragón y se ha calculado su accesibilidad de forma simultánea. En el segundo (Apartado 3.4.2) se determinan las accesibilidades mercado a mercado. Así, en los apartados 3.4.2.1 a 3.4.2.3 se presentan con detalle los resultados obtenidos para los 3 mercados locales más importantes (Zaragoza, Huesca y Teruel) y en el apartado 3.4.2.4 aparecen de forma más resumida el resto. Este segundo estudio proporciona una validación implícita del proceso de delimitación seguido dado que, si los mercados locales están bien delimitados y recogen los aspectos esenciales de la movilidad en Aragón, las accesibilidades calculadas de esta forma serán muy similares a las calculadas considerando todos los municipios.

Dado que los mercados locales han sido diseñados para capturar los patrones de movilidad laboral existentes en Aragón, conjeturamos que los resultados de ambos estudios no diferirán en demasía. Sin embargo, la segunda forma de actuar es mucho más rápida computacionalmente dado que el número de municipios por mercado es mucho más reducido (el mercado más grande tiene 63 municipios). En ambos casos se realiza, además, un estudio de la influencia ejercida por algunas características socio-demográficas de los municipios aragoneses así como por el tiempo de desplazamiento sobre la accesibilidad de los mismos tanto de origen como de destino.

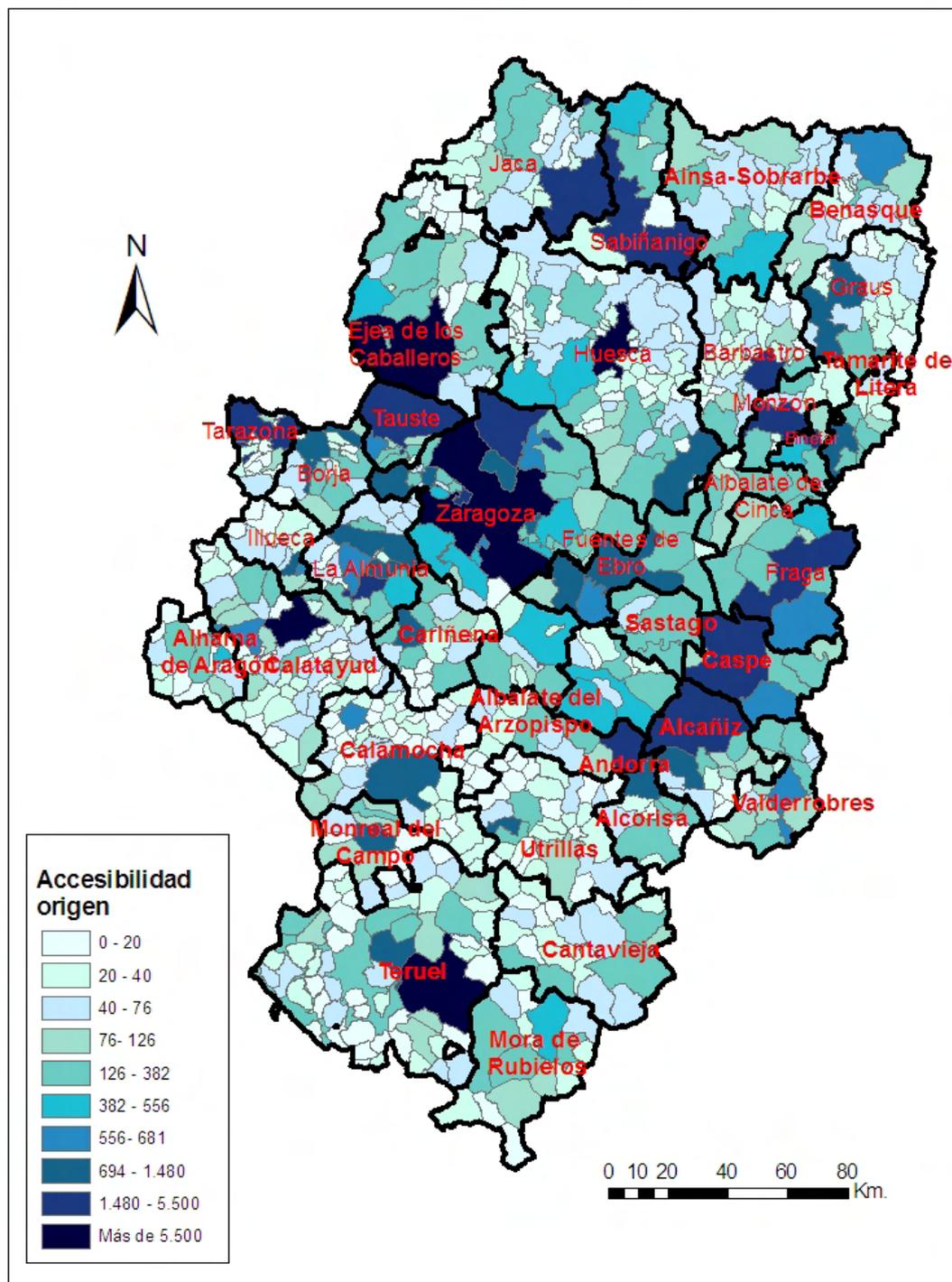
3.4.1 Accesibilidad laboral de los municipios de Aragón

Comenzamos exponiendo las medidas de accesibilidad laboral obtenidas al aplicar los algoritmos descritos en los apartados 3.3.2.1 y 3.3.2.2 a las matrices de desplazamientos individuales de los 729 municipios de Aragón.

3.4.1.1 Accesibilidad de origen

En las Figuras 2 y 3 se muestran gráficamente los resultados obtenidos respecto a la accesibilidad como lugar de residencia. En el mapa de la Figura 2 se puede observar, además, la delimitación por MLLs destacando, para cada uno de ellos, su foco. Por su parte, en la Figura 3 se muestran los diagramas de caja del logaritmo de las accesibilidades agrupadas por MLLs.

Figura 2
Accesibilidad laboral como origen de los municipios de Aragón



caracterizan por unos bajos niveles de movilidad laboral, fruto del importante vaciamiento y envejecimiento de estos territorios.

Finalmente, en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos al regesar el logaritmo de la accesibilidad de origen de los municipios sobre el tiempo medio de acceso a otras localidades (en minutos) y sobre algunas de sus características socio-demográficas como son su tasa de dependencia (porcentaje de jóvenes y ancianos sobre el total de la población), el porcentaje de mujeres, la tasa de paro según el INAEM y el porcentaje de trabajadores en los sectores agrícola, industrial, construcción y servicios. La metodología seguida ha consistido en realizar una regresión lineal simple sobre cada variable, con el fin de analizar su efecto global, así como una regresión lineal múltiple sobre todas las variables pero utilizando un algoritmo de eliminación hacia atrás de las no significativas. El programa utilizado para estimar todos estos modelos ha sido SPSS 15.0.

Se observa que una alta accesibilidad de origen (es decir, como lugar de residencia) en un municipio está ligada a tener un tiempo medio de acceso, una tasa de dependencia y un porcentaje de población agrícola bajos, así como un alto porcentaje de mujeres, parados y de población activa trabajando en los sectores industrial, de construcción y servicios. Estos resultados son bastante lógicos (ver Figura 2), puesto que por un lado, si el municipio tiene un tiempo medio de acceso alto significa que la calidad de sus comunicaciones es baja y/o su posición geográfica es aislada, disminuyendo su atractivo como lugar de residencia. Además, la existencia de un elevado número de pequeños municipios con población muy envejecida y trabajando en el sector agrícola (sobre todo en la provincia de Teruel) justifica la relación inversa con la tasa de dependencia y el porcentaje de población agrícola, siendo estos dos efectos los más fuertes de todos los detectados (ver Tabla 1). Por el contrario, los municipios con altos porcentajes de población en los sectores industrial, construcción y servicios tienden a estar situados en las zonas de mayor accesibilidad, tal y como se aprecia en la Figura 2, y suelen tener las mayores tasas de paro.

Tabla 1
Regresión del logaritmo de la accesibilidad de origen sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas de los municipios

	Coeficiente								
Constante	4,5729	7,8897	3,7009	2,6031	4,8363	3,4822	3,7288	3,1003	6,4698
Tiempo medio de acceso	-0,0229 **								
Tasa de dependencia		-0,0881 **							-0,0773 **
Tasa de paro INAEM			0,0515 +						0,0224 **
% Mujeres				0,0451 **					0,0233 +
% Agricultura					-0,0279 **				-0,0069 +
% Industria						0,0243 **			0,0104 +
% Construcción							0,0212**		0,0143 +
% Servicios								0,0224 **	
R ²	0,033	0,235	0,02	0,081	0,132	0,047	0,009	0,05	0,324

+ Significativo al 5%

** Significativo al 1%

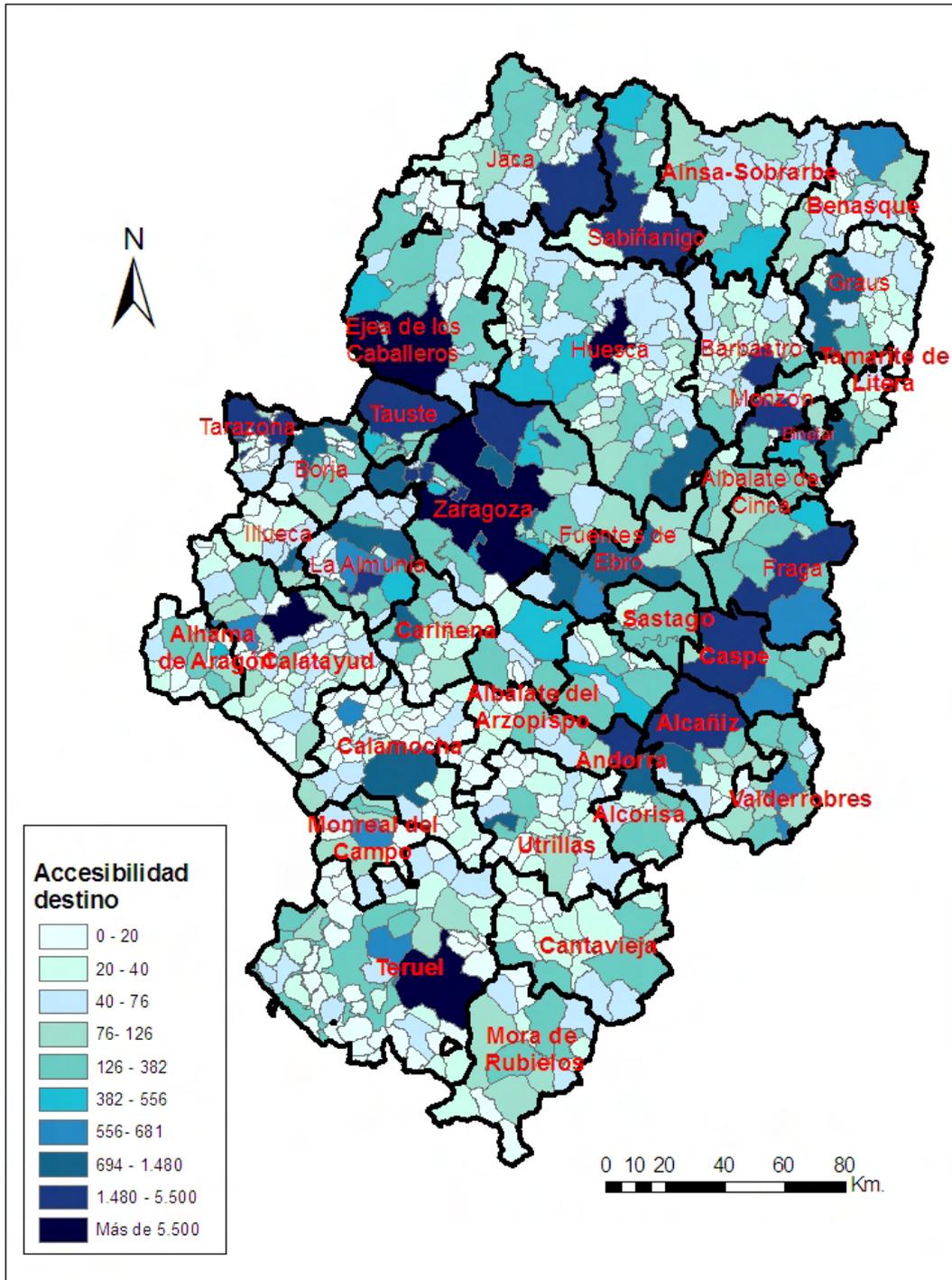
3.4.1.2 Accesibilidad de destino

En las Figuras 4 y 5 se muestran gráficamente los resultados obtenidos respecto a la accesibilidad como lugar de trabajo. En el mapa de la Figura 4 se muestra, además, la delimitación por MLLs destacando, para cada uno de ellos, su foco. Por su parte, en la Figura 5 se muestran los diagramas de caja del logaritmo de las accesibilidades agrupadas por MLLs.

Se observan resultados muy similares a los ya obtenidos para las accesibilidades de origen lo cual no es muy sorprendente puesto que, tal y como muestra el diagrama de dispersión de la Figura 6, están muy relacionados entre sí, siendo el coeficiente de correlación lineal de Pearson igual a 0,987 y el de rangos de Spearman 0,990. Estos valores indican un alto grado de concordancia entre ambos tipos de accesibilidad.

Los valores más altos de accesibilidades corresponden, en general, a los focos de los mercados (ver Figura 4). Existen, además, algunos municipios que, sin llegar a ser focos, también tienen un alto atractivo dentro de sus mercados como lugar de trabajo (Sariñena, Gurrea de Gállego, Almudévar y Grañén en el mercado de Huesca; Cella en el mercado de Teruel; Montalbán y Escucha en el mercado de Utrillas; Daroca en el mercado de Calamocha o Ateca en el mercado de Calatayud). Los mayores atractivos como lugar de trabajo tienden a darse en áreas con mayor accesibilidad como origen a excepción de los municipios situados en torno a la General Motors (Figueruelas, Pedrola, Sobradriel) que incrementan sus niveles de accesibilidad como destino, fruto de la localización en ellos de empresas que atraen diariamente a un número importante de trabajadores, cuya demanda no se cubre con los ocupados residentes.

Figura 4
Accesibilidad laboral como destino de los municipios de Aragón



Finalmente, en la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos al regresar el logaritmo de la accesibilidad de destino de los municipios sobre el tiempo medio de acceso a otras localidades (en minutos) y sobre algunas de sus características socio-demográficas como son el porcentaje de trabajadores en los sectores agrícola, industrial, construcción y servicios. La metodología seguida ha consistido en realizar una regresión lineal simple sobre cada variable, con el fin de analizar su efecto global, así como una regresión lineal múltiple sobre todas las variables pero utilizando un algoritmo de eliminación hacia atrás de las no significativas.

Se observa que una alta accesibilidad de destino (es decir, como lugar de trabajo) está ligada a tener un tiempo medio de acceso y un porcentaje de población agrícola bajos, así como, sobre todo, a un alto porcentaje de población activa trabajando en los sectores industrial y de servicios (ver Tabla 2). Son, por lo tanto, los municipios bien comunicados, con sector industrial y de servicios de importancia los que cuentan con un mayor atractivo para trabajar.

En síntesis, y a modo de conclusión, a partir de la información proporcionada por las tablas y figuras de este apartado 3.4.1.2, podemos decir que en Aragón, además de la gran macrocefalia que supone Zaragoza, existen algunos municipios cuyo grado de accesibilidad es importante. Se corresponden en su mayoría con los focos de los mercados laborales, indicando que allí donde la población encuentra empleo en el sector secundario y sobre todo en el terciario, junto con un tiempo breve de recorrido para acceder a ellos, existe una mayor atracción laboral que puede impulsar y dinamizar al resto de su mercado.

Tabla 2
Regresión del logaritmo de la accesibilidad de destino sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas

	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente
Constante	4,5942	5,3036	3,3135	3,8629	2,7035	2,6997
Tiempo medio de acceso	-0,0272 **					-0,0151 **
% Agricultura						
% Industria			0,0379 **			0,0337 **
% Construcción				-0,0002		
% Servicios		-0,0316 **			0,0399 **	0,0373 **
R ²	0,04	0,286	0,145	0	0,208	0,346

+ Significativo al 5%
** Significativo al 1%

3.4.2 Accesibilidad laboral por MLLs

Una vez analizada la accesibilidad en los municipios aragoneses, tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo, en este apartado se analizan dichas accesibilidades utilizando la delimitación en MLLs obtenida en el apartado 2 del estudio (ver Figura 1). La

estimación de ambas se ha realizado mercado a mercado haciendo uso de los flujos internos y tratando los flujos hacia fuera del mercado, así como los provenientes de fuera del mismo como si correspondiesen a un municipio más.

Esta forma de proceder reduce los tiempos computacionales significativamente dado que las estimaciones se obtuvieron en menos de 10 minutos de CPU mientras que las mostradas en el apartado anterior precisaron más de dos días. Además, la comparación de las estimaciones obtenidas por los dos métodos nos permite validar hasta qué punto la partición en MLLs ha capturado los aspectos esenciales de la movilidad laboral en Aragón. Si esto es cierto, las accesibilidades obtenidas por los dos métodos tenderán a ser muy similares.

En la Figura 7 se muestra el diagrama de dispersión del logaritmo de la accesibilidad de origen estimada utilizando todos los municipios de Aragón y el logaritmo de la accesibilidad de origen estimada por MLLs. Se observa una clara relación de dependencia entre ellas, corroborada por el hecho de que su coeficiente de correlación lineal de Pearson es 0,984 y el de rangos de Spearman 0,977. Si comparamos, además, las Figuras 2 y 8 se observa que son esencialmente idénticas.

Figura 7
Diagrama de dispersión del logaritmo de la accesibilidad de origen estimada utilizando todos los municipios de Aragón sobre el logaritmo de la accesibilidad de origen estimada por MLLs

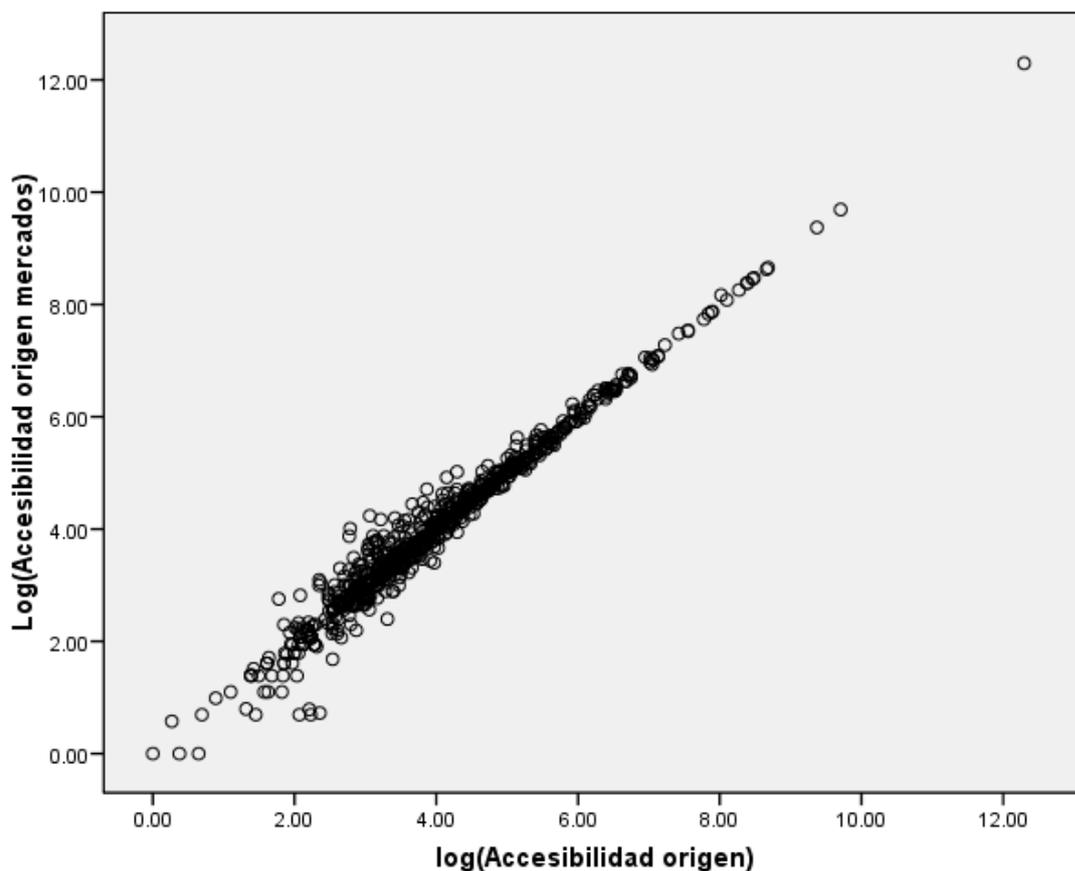
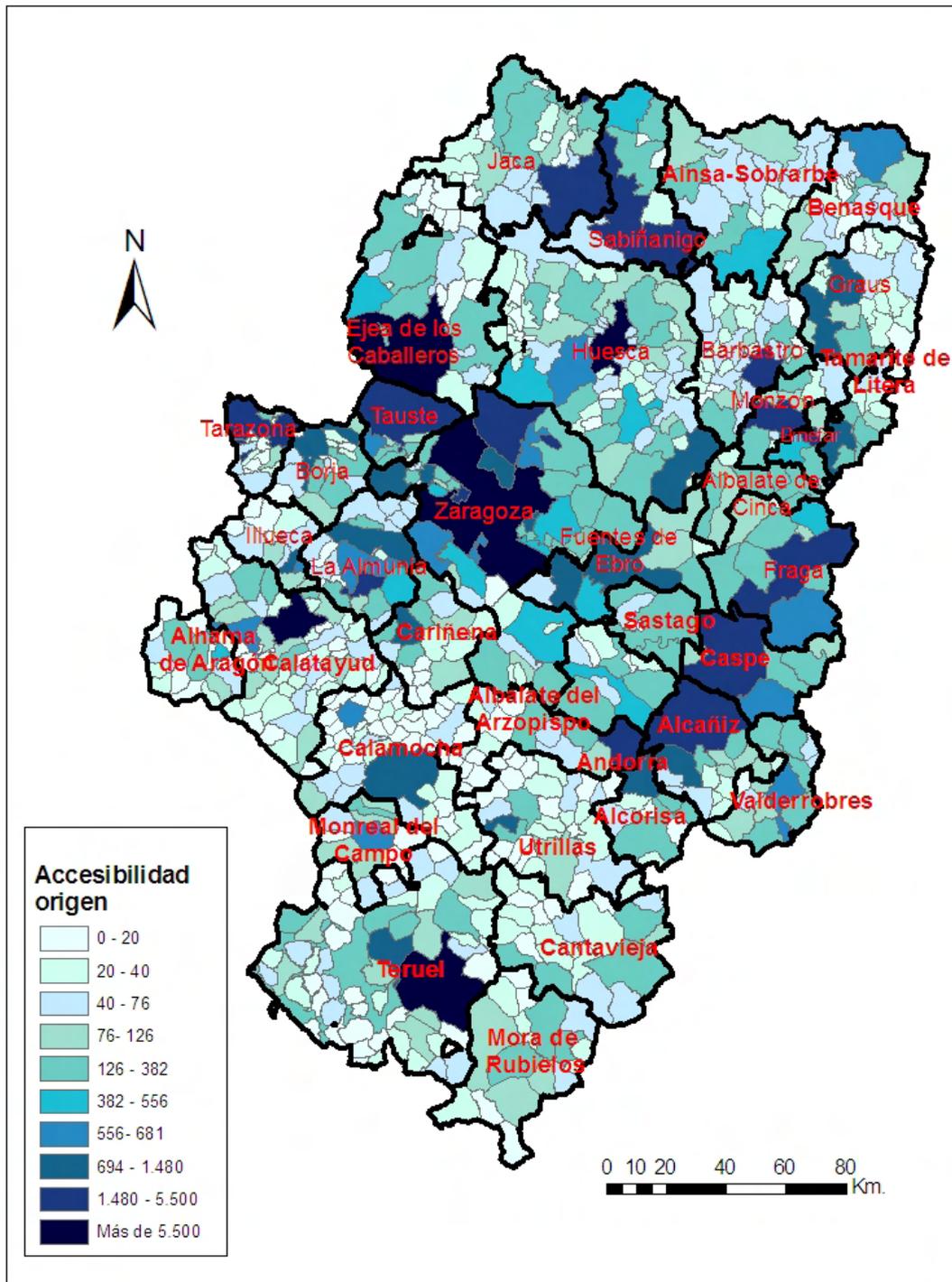


Figura 8
Accesibilidad de origen de los municipios de Aragón por MLLs



Finalmente, en la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos con la regresión del logaritmo de las accesibilidades de origen estimadas por mercados sobre las covariables utilizadas en el análisis de la Tabla 1. Las conclusiones obtenidas son prácticamente

idénticas a las proporcionadas por las accesibilidades de origen estimadas utilizando todos los municipios simultáneamente. Podemos concluir, por tanto que, al menos en lo que a accesibilidad de origen se refiere, la delimitación en MLLs obtenida con la metodología de el apartado 2 captura esencialmente los patrones de movilidad existentes en la comunidad autónoma aragonesa.

A la misma conclusión se llega si comparamos las accesibilidades de destino estimadas por ambos métodos (ver Figura 9 y comparar Figuras 4 y 10) siendo, en este caso, los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman iguales a 0,988 y 0,985, respectivamente. En la Tabla 4 se muestran los resultados de realizar las regresiones llevadas a cabo en la Tabla 2 pero tomando como variable dependiente el logaritmo de las accesibilidades de destino estimadas por MLLs. Las estimaciones de los parámetros y las conclusiones del estudio son casi idénticas a las proporcionadas en la Tabla 2. Podemos concluir, por tanto que, también en lo que a accesibilidad de destino se refiere, la delimitación en MLLs obtenida utilizando la metodología del apartado 2 captura lo esencial de los patrones de movilidad aragoneses.

Tabla 3

Regresión del logaritmo de la accesibilidad como origen, estimada por mercados laborales locales, sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas de los municipios

	Coeficiente								
Constante	4,6818	8,202	3,6924	2,4675	4,9735	3,5011	3,8029	2,954	5,9239
Tiempo medio de acceso	-0,0254 **								-0,0097 +
Tasa de dependencia		-0,0941 **							-0,0776 **
Tasa de paro INAEM			0,0615 **						0,0340 **
% Mujeres				0,0509 **					0,0265 **
% Agricultura					-0,0308 **				0,0134 **
% Industria						0,0256 **			0,0190 **
% Construcción							0,0182 +		0,0099 **
% Servicios								0,0274 **	
R ²	0,038	0,245	0,027	0,093	0,147	0,046	0,006	0,069	0,34

+ Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Figura 9
Diagrama de dispersión del logaritmo de la accesibilidad de destino estimada utilizando todos los municipios de Aragón sobre el logaritmo de la accesibilidad de destino estimada por MLLs

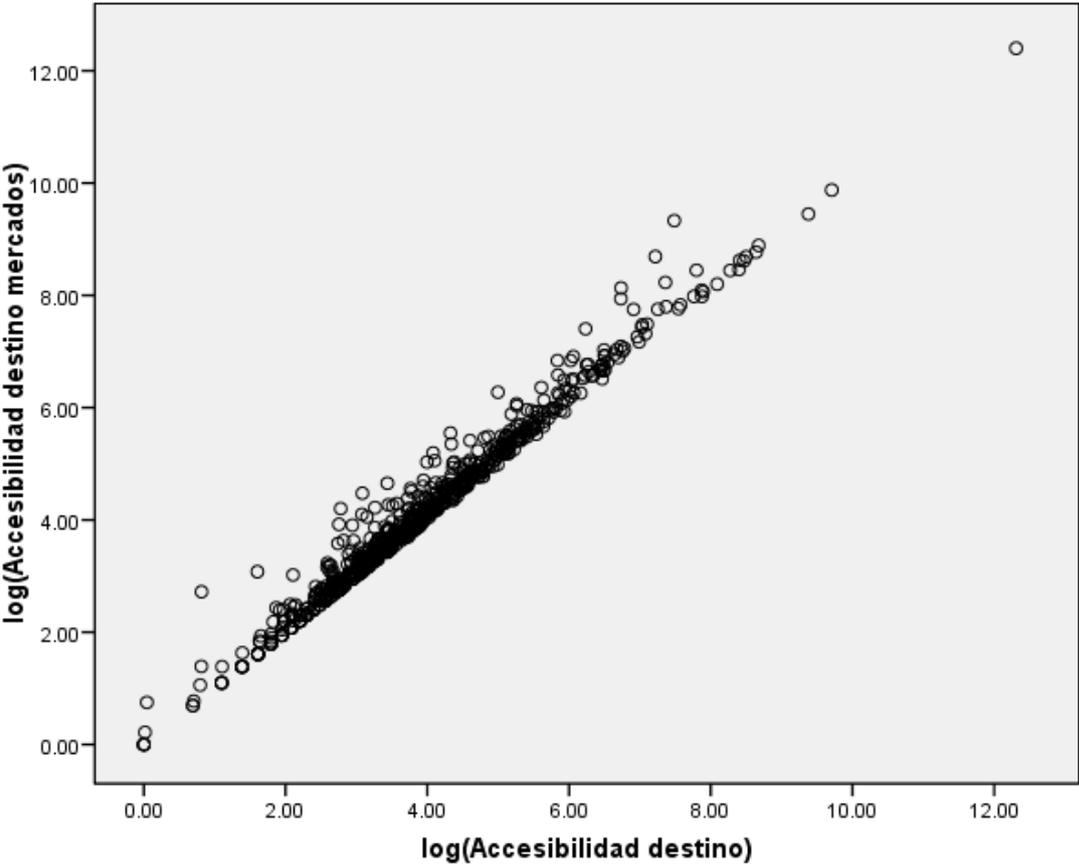


Figura 10
Accesibilidad de destino de los municipios de Aragón por MLLs

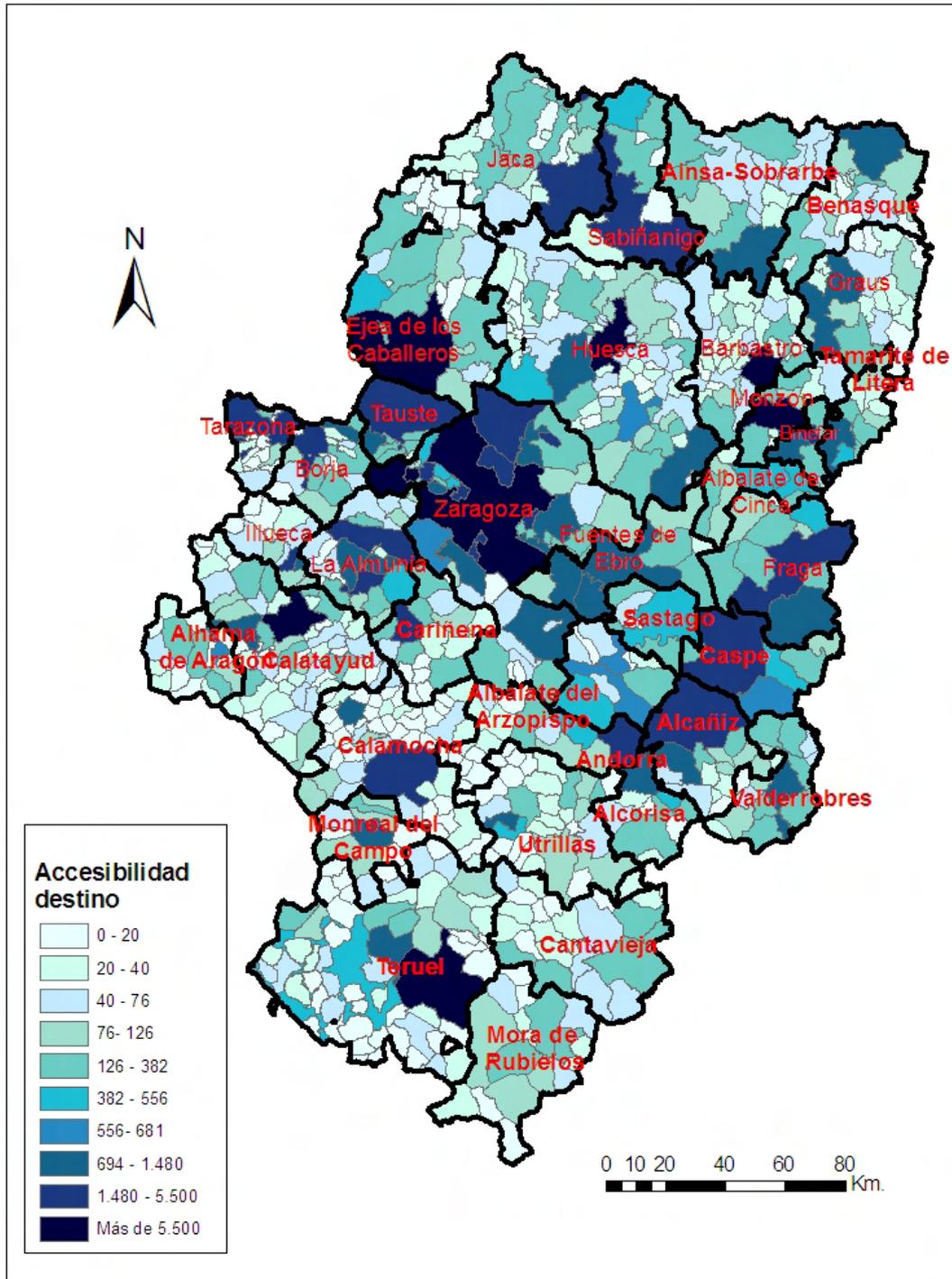


Tabla 4

Regresión del logaritmo de la accesibilidad de destino, calculada por MLLs, sobre el tiempo medio de desplazamiento y diversas características socio-demográficas

	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente	Coeficiente
Constante	4,9316	5,7012	3,4269	4,0983	2,8607	2,8196
Tiempo medio de acceso	-0,0313 **					-0,0173 **
% Agricultura		-0,0354 **				
% Industria			0,0457 **			0,0412 **
% Construcción				-0,001		
% Servicios					0,0423 **	0,0392 **
R ²	0,05	0,331	0,195	0	0,215	0,403

+ Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Todos los resultados anteriores proporcionan una mayor fiabilidad a la delimitación en MLLs obtenida en este trabajo (ver Figura 1), dado que las estimaciones obtenidas respecto a la accesibilidad laboral de los municipios aragoneses capturan los aspectos esenciales de las estimadas trabajando con todos los municipios a la vez.

Una vez comparados ambos tipos de accesibilidad, en los apartados siguientes las analizamos por MLLs. Así, en los 3 apartados siguientes estudiamos con detalle los 3 mercados más importantes en cuanto a número de trabajadores: Zaragoza (Apartado 3.4.2.1), Huesca (Apartado 3.4.2.2) y Teruel (Apartado 3.4.2.3). Finalmente, en la apartado 3.4.2.4 se presenta un resumen con los resultados más relevantes obtenidos para el resto de los mercados.

En cada mercado se destacan los municipios con mayores niveles de accesibilidad de origen y de destino y se realiza un estudio comparativo de ambas. Dado que las medidas no son directamente comparables, se realiza un estudio de los rangos calculados asignado el valor 1 al municipio con mayor nivel de accesibilidad, 2 al segundo con mayor nivel, etc. Una vez calculados se analiza la correlación de rangos de Spearman con el fin de estudiar el grado de acuerdo entre ambas medidas de accesibilidad. Así mismo, se determina, para cada municipio, la diferencia entre el rango de la accesibilidad de origen y de destino. Un municipio en el que dicha diferencia sea muy positiva indica que, en términos relativos, su accesibilidad de destino es más alta que la de origen al ocupar posiciones más bajas en la primera que en la segunda. Por el contrario, si la diferencia es muy negativa, significa que su accesibilidad de origen es más alta que la de destino. Si la diferencia es cercana a 0 indica que su posición en términos relativos respecto a ambas accesibilidades es aproximadamente la misma.

3.4.2.1 Accesibilidad laboral en el MLL de Zaragoza

Este mercado (ver Figuras 11 y 12) está compuesto por 41 municipios en los que residen 270.475 trabajadores y su foco es Zaragoza. En la Tabla 5 se muestran los municipios que lo componen junto con sus medidas de accesibilidad tanto de origen como de destino.

El municipio con mayores niveles de accesibilidad (tanto de origen como de destino) es, con mucha diferencia, Zaragoza que es, además, el que mayores niveles de accesibilidad presenta en Aragón. Aunque a bastante distancia, destacan también Utebo, Zuera, Alagón y Villanueva de Gállego con niveles de accesibilidad superiores a 1.000, así como, Puebla de Alfindén, Pedrola, San Mateo de Gállego, Cuarte de Huerva, Cadrete, La Muela, Belchite y El Burgo de Ebro con valores superiores a 500. La correlación por rangos de Spearman es igual a 0,9080 indicando un alto grado de concordancia entre ambos tipos de accesibilidad. Sin embargo, se aprecian sensibles diferencias en los comportamientos de algunos municipios según se considere su accesibilidad de origen o de destino. Así, los municipios de la zona más industrial de Zaragoza tienden a presentar una posición relativa mejor como destino que como origen. El caso más claro es Figueruelas que, como origen ocupa la posición decimoctava pero como destino la segunda. También destacan Pedrola, Cuarte de Huerva y, en menor medida, María de Huerva, El Burgo de Ebro, Osera de Ebro, Nuez de Ebro, Pinseque o Sobradiel. Finalmente, los casos de La Joyosa y Grisén, presentan una gran diferencia entre los rangos de origen y destino aunque su accesibilidad en ambos casos no es relevante. No obstante, estos últimos resultados podrían estar basados en las proyecciones a futuro de un número relativamente pequeño de desplazamientos y deberían tomarse con precaución.

En el otro extremo se sitúan localidades cuya posición como origen es sensiblemente mejor que como destino y corresponden a municipios que envían trabajadores fuera de sus fronteras bien porque poseen un carácter únicamente residencial o bien porque la oferta laboral resulta insuficiente para sus residentes. Así, destacan Utebo, Zuera, Alagón, Villanueva de Gállego, San Mateo de Gállego, La Muela, Belchite, Pastríz, Leciñena, Lécera y, en menor medida, por su escaso dinamismo laboral y su menor importancia en sus niveles de accesibilidad Monegrillo, Perdiguera, Farlete, Azuara, Botorrita y Letux.

Los resultados obtenidos concuerdan con la realidad socioeconómica del mercado examinado. En primer lugar destacar que se trata de un territorio con una importante accesibilidad, que no sólo aparece explicada por el municipio de Zaragoza, cuyo comportamiento excepcional desdibuja todos los análisis globales, sino también por la presencia de municipios que han centrado su atracción en la presencia de áreas residenciales (origen), y de otros que destacan por su atractivo para el empleo (destino). Este mercado es el espacio con mayor accesibilidad de toda la comunidad aragonesa, y es fruto del proceso de difusión de las empresas por el entorno de Zaragoza, que cada vez beneficia a un territorio más amplio.

Tabla 5
Accesibilidad laboral de los municipios del MLL de Zaragoza

Municipio	Origen	Destino	Rango Origen	Rango Destino	Diferencia
Alagón	1.447,87	3.752,20	4	5	-1
Alfajarín	435,52	720,98	16	16	0
Almonacid de la Cuba	55,68	46,89	36	36	0
Azuara	172,69	150,99	22	24	-2
Belchite	554,19	871,58	12	14	-2
Botorríta	122,29	95,44	29	31	-2
Cabañas de Ebro	74,97	85,94	33	32	1
Cadrete	594,41	1642,45	10	10	0
Codo	39,68	44,48	37	38	-1
Cuarte de Huerva	668,8	3396,55	9	6	3
El Burgo de Ebro	543,81	1.002,00	13	11	2
Farlete	129,41	56,79	28	34	-6
Figueruelas	337,34	11.280,28	18	2	16
Grisén	65,28	256,58	34	21	13
Jaulín	61,73	53,05	35	35	0
La Joyosa	79,7	180,28	32	22	10
La Muela	592,94	660,23	11	17	-6
Lagata	31,21	16,12	40	39	1
Lécera	174,92	141,68	21	27	-6
Leciñena	373,54	278,92	17	20	-3
Letux	95,78	63,59	31	33	-2
María de Huerva	448,9	932,07	15	13	2
Monegrillo	155,92	116,53	23	29	-6
Nuez de Ebro	150,06	151,1	26	23	3
Osera de Ebro	107,81	148,78	30	26	4
Pastriz	292,28	131,07	19	28	-9
Pedrola	712,58	5951,09	7	3	4
Perdiguera	152,89	100,16	24	30	-6
Pinseque	461,17	932,62	14	12	2
Puebla de Albortón	39,37	46,27	38	37	1
Puebla de Alfindén	858,39	2.805,73	6	7	-1
Samper del Salz	34,95	12,01	39	40	-1
San Mateo de Gállego	669,27	863,85	8	15	-7
Sobradiel	148,06	530,59	27	18	9
Torres de Berrellén	253,45	432,16	20	19	1
Utebo	3.523,83	4.656,75	2	4	-2
Valmadrid	19,82	6,69	41	41	0
Villafranca de Ebro	152,53	149,62	25	25	0
Villanueva de Gállego	1.163,24	2.320,57	5	9	-4
Zaragoza	218.698,01	242.721,38	1	1	0
Zuera	1.775,39	2.430,19	3	8	-5

Figura 11
Accesibilidad de origen de los municipios del MLL de Zaragoza

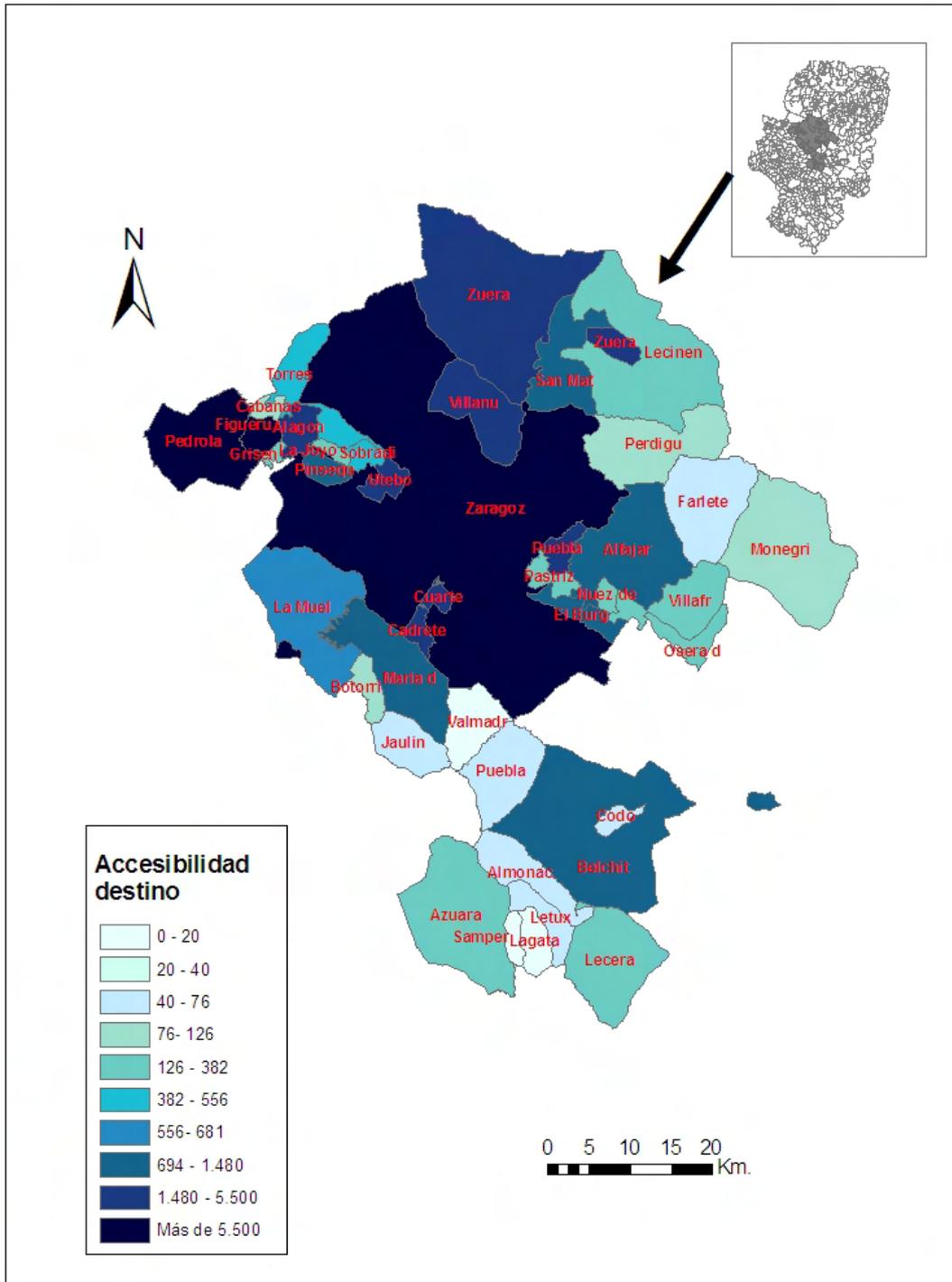
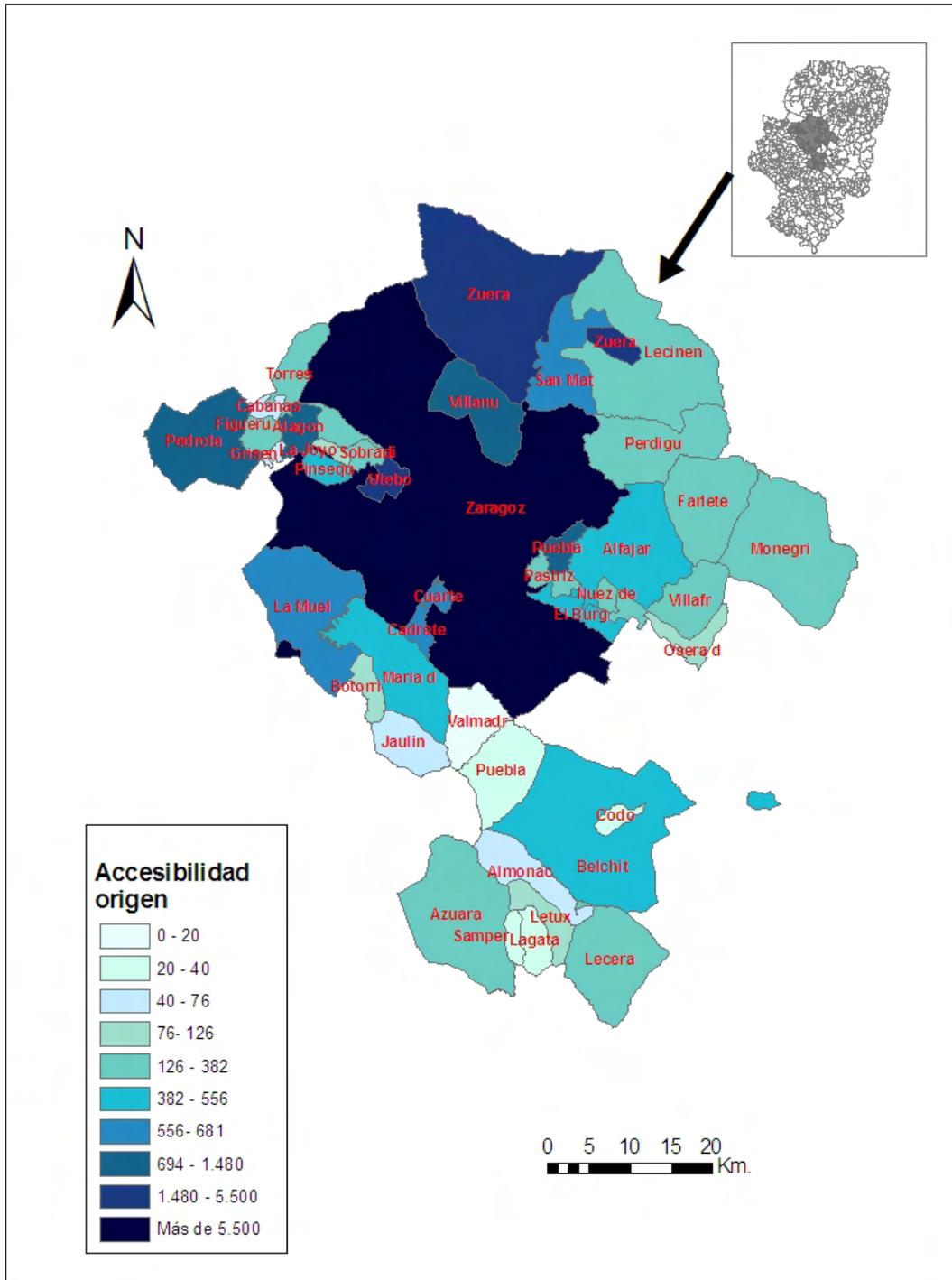


Figura 12
Accesibilidad de destino de los municipios del MLL de Zaragoza



3.4.2.2 Accesibilidad laboral en el MLL de Huesca

Este mercado (ver Figuras 13 y 14) está compuesto por 63 municipios en los que residen 28.142 trabajadores y su foco es Huesca. En la Tabla 6 se muestran los municipios que lo componen junto con sus accesibilidades de origen y de destino.

El municipio con mayores niveles de accesibilidad (tanto de origen como de destino) es Huesca. Destacan, además, Sariñena, Almudévar, Grañén, Gurrea de Gállego, Ayerbe, La Sotonera, Lanaja, Lalueza y Tardienta. La correlación por rangos de Spearman es igual a 0,9666, indicando un alto grado de concordancia entre ambos tipos de accesibilidad. Las mayores diferencias positivas (es decir, una mayor accesibilidad de destino) se dan en Quicena, Poleniño y Piedratajada, y negativas (es decir, una mayor accesibilidad de origen) en Alerre y Albero Alto.

Del análisis de las Figuras 13 y 14 se aprecia, además, la existencia de un segundo submercado en torno a Sariñena que abarcaría, además de Sariñena, a los municipios de Grañén, Robres, Lalueza, Capdesaso, Alberuela de Tubo, Huerto, Salillas, Poleniño y algunos municipios encuadrados en otros mercados como Sena, Villanueva de Sigena y Castelflorite. Dicho submercado tiene, a su vez, fuertes interacciones con Huesca y de ahí que se haya encuadrado en su mercado, en lugar de formar uno propio.

En la interpretación de los resultados de este mercado no conviene olvidar el importante problema en la jerarquía demográfica y con ella ocupacional de todo el territorio aragonés. Aunque estemos describiendo los resultados del segundo mercado laboral en importancia de Aragón, en conjunto no superan los 30.000 ocupados de los cuales el 66 % son residentes en Huesca, rasgo que sin duda ayuda a entender los resultados de atracción tanto de origen como de destino. A mayor tamaño municipal, el grado de atracción de este mercado es mayor y la correlación entre origen y destino es más fuerte, justificando así que los focos laborales coincidan con los residenciales. En definitiva, el mercado de Huesca es un territorio donde la funcionalidad se explica por el tamaño demográfico, y donde los procesos de difusión de actividades y de áreas residenciales no han sido importantes. Únicamente contradicen esta afirmación algunos municipios como Sariñena, donde la presencia de un sector agrario notable, les ha permitido conservar una importante accesibilidad en un territorio con graves problemas demográficos.

Tabla 6
Accesibilidad laboral de los municipios del MLL de Huesca

Municipio	Origen	Destino	Rango Origen	Rango Destino	Diferencia
Agüero	27,71	23,27	49	49	0
Albalatillo	39,57	41,33	40	36	4
Albero Alto	34,55	21	43	53	-10
Albero Bajo	32,7	23,41	45	48	-3
Alberuela de Tubo	88,97	76,64	19	20	-1
Alcalá de Gurrea	65,25	57,32	27	31	-4
Alcalá del Obispo	80,53	66,04	22	25	-3
Alcubierre	104,55	95,92	17	16	1
Alerre	55,09	24,28	32	47	-15
Almudévar	642,25	764,86	3	3	0
Almuniente	151,79	125,21	11	13	-2
Angües	110,52	138,35	16	11	5
Antillón	44,12	28,41	37	41	-4
Ardisa	11,71	11,34	61	60	1
Argavieso	22,13	11,41	55	58	-3
Arguis	20,13	21,84	57	51	6
Ayerbe	281,93	299,67	6	6	0
Banastas	66,38	70,2	26	23	3
Barbués	19,99	16,98	58	57	1
Biscarrués	37,84	31,03	41	39	2
Blecua y Torres	57,54	40,85	31	38	-7
Capdesaso	20,85	20,25	56	54	2
Casbas de Huesca	79,4	65,55	23	26	-3
Chimillas	69,22	57,52	25	30	-5
Grañen	508,09	562,42	4	4	0
Gurrea de Gállego	433,82	491,98	5	5	0
Huerto	52,56	59,15	33	29	4
Huesca	16.161,00	19.468,08	1	1	0
Ibieca	26,41	17,82	52	56	-4
Igriés	85,08	95,46	21	17	4
La Sotonera	278,7	267,16	7	8	-1
Lalieza	264,64	235,04	9	10	-1
Lanaja	270,52	265,75	8	9	-1
Las Peñas de Riglos	50,99	63,8	34	27	7
Loarre	91,53	71,95	18	21	-3
Loporzano	151,32	103,75	12	15	-3
Loscorrales	19,99	10	59	62	-3
Lupinen-Ortilla	85,25	70,97	20	22	-2
Marracos	26,28	22	53	50	3
Monflorite-Lascasas	64,66	47,53	28	34	-6
Murillo de Gállego	28,57	28,14	48	42	6
Novales	43,69	26,38	38	44	-6
Nueno	110,91	110,7	15	14	1
Piedratajada	27,43	28,6	50	40	10
Piracés	25,85	19,73	54	55	-1
Poleniño	60,84	76,66	30	19	11
Puendeluna	6,71	6	63	63	0
Quicena	42,69	68,03	39	24	15
Robres	151,24	134,19	13	12	1
Salillas	26,42	21,41	51	52	-1
Sangarrén	64,53	52,25	29	32	-3
Santa Eulalia de Gállego	14,99	11,19	60	61	-1
Sariñena	1.144,47	1.301,90	2	2	0
Senes de Alcubierre	10,28	11,4	62	59	3
Sesa	50,69	45,66	35	35	0
Siétamo	137,04	89,52	14	18	-4
Tardienta	259,08	282,24	10	7	3
Tierz	48,1	49,68	36	33	3
Torralba de Aragón	32,27	24,69	46	46	0
Torres de Barbués	74,1	61,71	24	28	-4
Tramaced	29,71	24,71	47	45	2
Valpalmas	33,71	41,31	44	37	7
Vicién	37,55	27,46	42	43	-1

Figura 13
Accesibilidad de origen de los municipios del MLL de Huesca

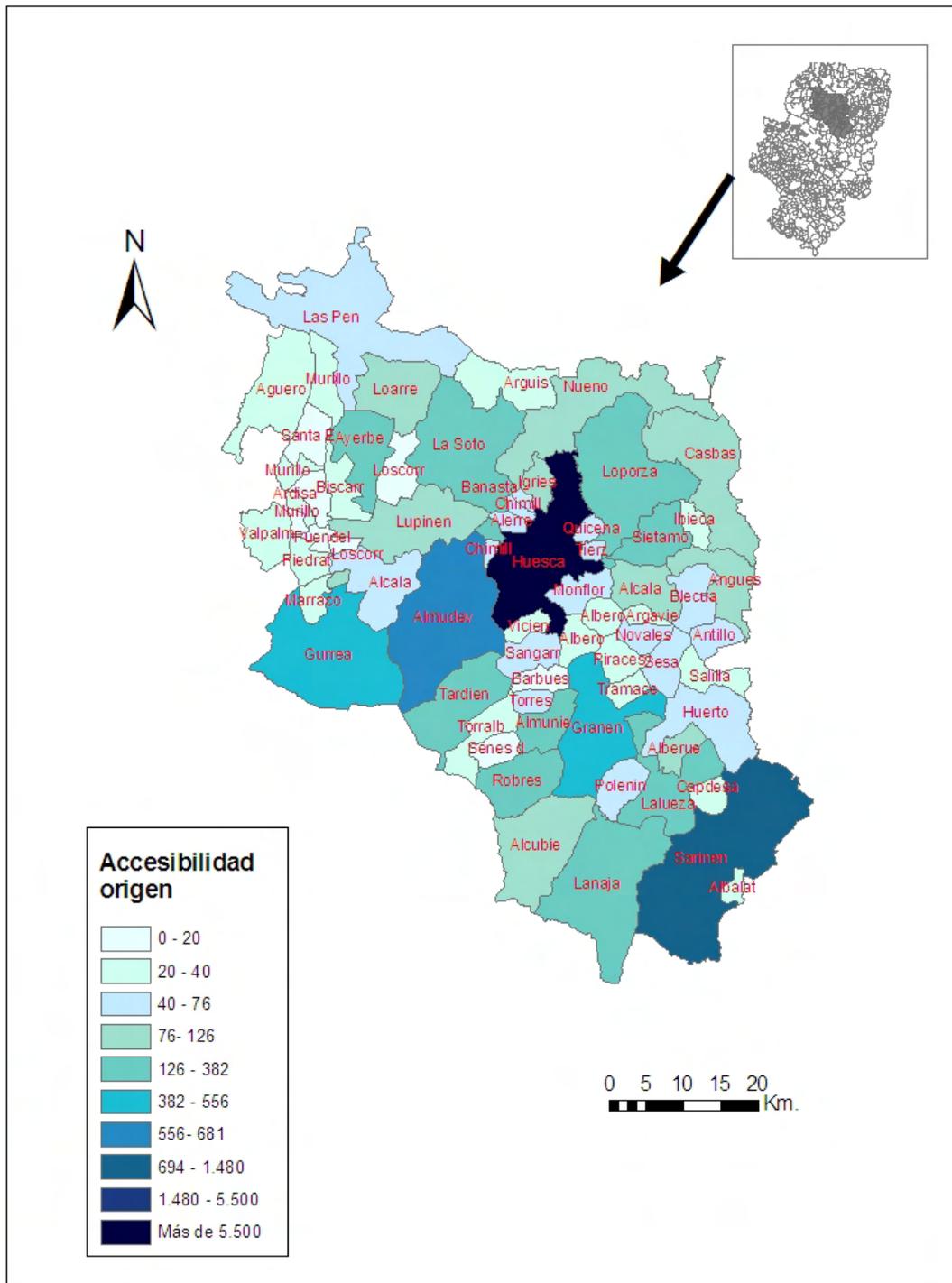
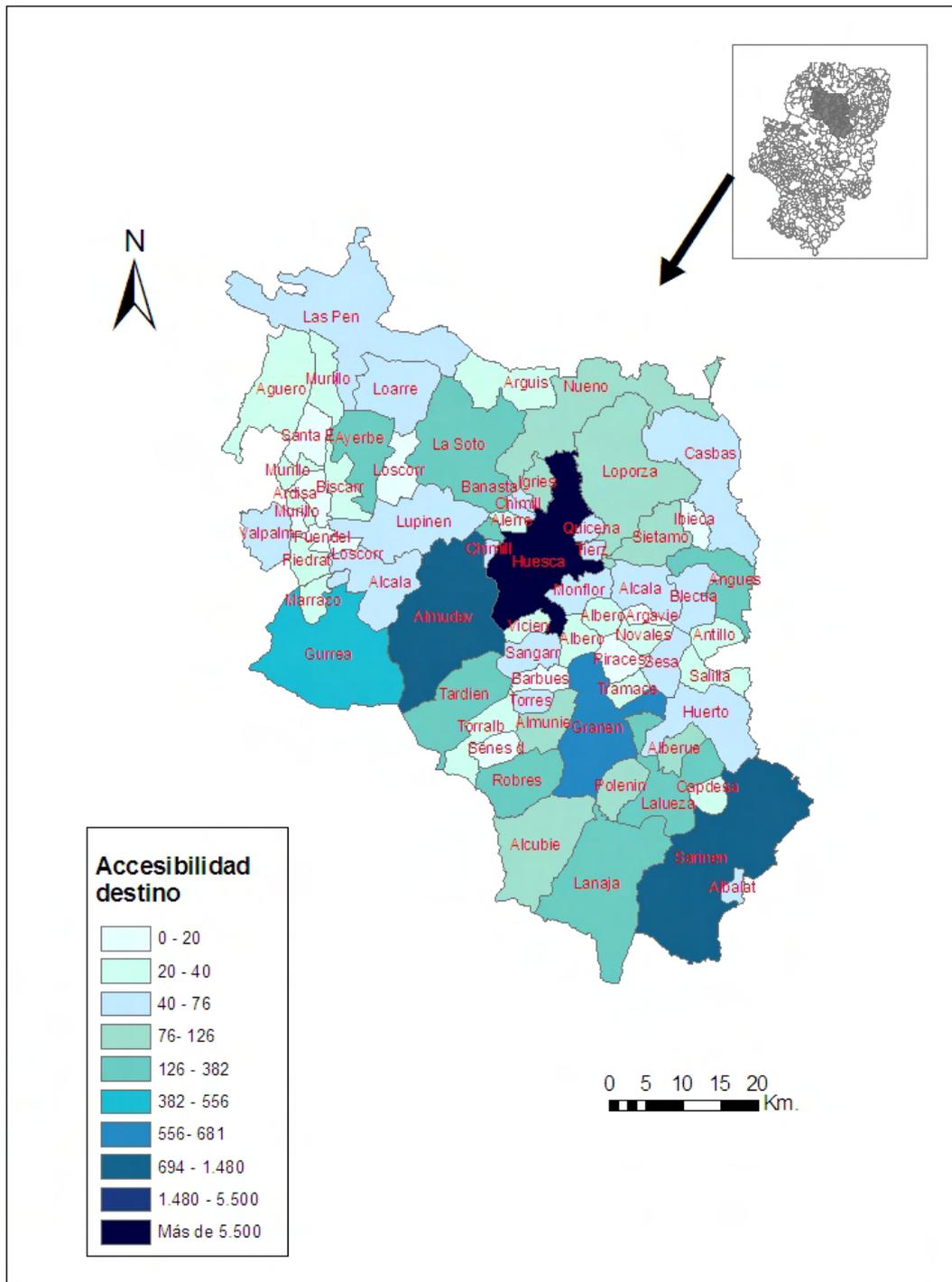


Figura 14
Accesibilidad de destino de los municipios del MLL de Huesca



3.4.2.3 Accesibilidad laboral en el MLL de Teruel

El mercado (ver Figuras 15 y 16) tiene como foco a Teruel y contiene 16.798 trabajadores que residen en 59 municipios. La Tabla 7 muestra los municipios que lo componen junto con sus accesibilidades de origen y de destino.

Tabla 7
Accesibilidad laboral de los municipios del MLL de Teruel

Municipio	Origen	Destino	Rango Origen	Rango Destino	Diferencia
Albarracín	361,49	400,25	3	3	0
Alfambra	136,97	117,82	7	7	0
Almohaja	9,88	9	50	49	1
Alobras	19,4	15,49	40	35	5
Argente	53,28	48,17	17	15	2
Bezas	21,88	21	34	31	3
Bronchales	103,92	99,47	9	8	1
Calomarde	18,04	11,27	43	45	-2
Camañas	34,76	33	26	23	3
Camarena de la Sierra	48,71	36,32	18	21	-3
Cascante del Río	24,28	19	32	33	-1
Celadas	120,09	86,03	8	9	-1
Cella	857	1.015,32	2	2	0
Corbalán	19,95	5	39	53	-14
Cubla	4,64	2	56	57	-1
Cuevas Labradas	43,9	15,44	23	36	-13
El Cuervo	21,52	19,44	36	32	4
El Vallecillo	8,88	8	52	51	1
Escorihuela	31,55	22,44	30	30	0
Frias de Albarracín	35,16	30,48	25	26	-1
Gea de Albarracín	81,06	54,82	13	13	0
Griegos	33,76	32,05	28	25	3
Guadalaviar	46,54	43,22	20	17	3
Jabaloyas	18,16	12	42	43	-1
Libros	33,35	18,55	29	34	-5
Lidon	17,4	14,44	44	37	7
Monterde de Albarracín	12,88	12	49	44	5
Moscardón	14,52	11	46	46	0
Noguera	40,79	32,11	24	24	0
Orihuela del Tremedal	190,23	176,72	6	6	0
Orrios	33,79	27,88	27	27	0
Peracense	21,79	13	35	39	-4
Peralejos	20,67	12,88	37	42	-5
Perales del Alfambra	84,83	79,22	12	10	2
Pozondón	14,76	14,44	45	38	7
Riodeva	45,67	40,35	22	20	2
Ródenas	13,88	13	47	41	6
Royuela	56,59	43,19	15	18	-3
Rubiales	13,4	9	48	48	0
Saldón	5,64	3	55	56	-1
Santa Eulalia	260,61	273,22	4	4	0
Singra	18,28	13	41	40	1
Terriente	47,92	42,89	19	19	0
Teruel	11.738,00	12.322,64	1	1	0
Toril y Masegoso	8	8	53	52	1
Tormón	2,76	1	57	58	-1
Torrelacárcel	53,92	51,03	16	14	2
Torremocha de Jiloca	23,64	22,61	33	29	4
Torres de Albarracín	45,92	43,71	21	16	5
Tramacastiel	20,55	10,16	38	47	-9
Tramacastilla	24,92	24,58	31	28	3
Valdecuenca	2	3,31	58	55	3
Veguillas de la Sierra	9,76	8	51	50	1
Villar del Cobo	78,83	65,88	14	11	3
Villar del Salz	5,88	5	54	54	0
Villarquemado	226,56	183,3	5	5	0
Villastar	98	35,08	10	22	-12
Villel	87,82	61,96	11	12	-1

El municipio con mayores niveles de accesibilidad (tanto de origen como de destino) es Teruel. Destacan, además, Cella, Albarracín, Santa Eulalia, Villarquemado y Orihuela del Tremedal. Un valor de 0,9689 de correlación por rangos de Spearman muestra el alto grado de concordancia entre ambos tipos de accesibilidad. Se aprecian algunas diferencias en las posiciones relativas de municipios con niveles de accesibilidad bajos. Así, ocupan mejores posiciones como origen que como destino los municipios de Corbalán, Cuevas Labradas, Villastar y Tramacastiel mientras que en Pozondón, Lidón y Ródenas se da la tendencia contraria. De nuevo, estos resultados deberían tomarse con precaución puesto que se tratan de proyecciones en el futuro basadas en un pequeño número de desplazamientos.

Los mapas de las Figuras 15 y 16 muestran que los municipios más importantes del mercado son Teruel, Cella y Albarracín y, en menor medida, Santa Eulalia, Villarquemado y Orihuela del Tremedal, siendo estas 6 localidades las que concentran la mayor parte de los desplazamientos dentro del mercado. El resto de municipios tiene una importancia mucho menor, puesta de manifiesto por el valor sensiblemente inferior de sus niveles de accesibilidad, dado su escaso tamaño en comparación con las 6 localidades anteriores, así como su bajo grado de movilidad hacia otros municipios.

Conviene apuntar que salvo el caso de Orihuela del Tremedal, los municipios con mejor accesibilidad se ubican sobre la principal carretera de la provincia turolense, que la atraviesa de Norte a Sur, y que hoy se ha convertido ya en autovía. Sin duda la presencia de esta vía ha favorecido la accesibilidad que reflejan los núcleos indicados. La accesibilidad de origen y de destino prácticamente vuelven a coincidir, reflejando el modelo de desarrollo jerárquico donde el tamaño demográfico refleja su funcionalidad y, por tanto, su posible atractivo. Por ello, tan sólo Teruel, ejerciendo de capital de su mercado, presenta una accesibilidad destacada siguiendo a distancia municipios como Cella, con la presencia de cierta actividad fabril, o Albarracín, dotada de una destacada actividad turística.

Figura 15
Accesibilidad de origen de los municipios del MLL de Teruel

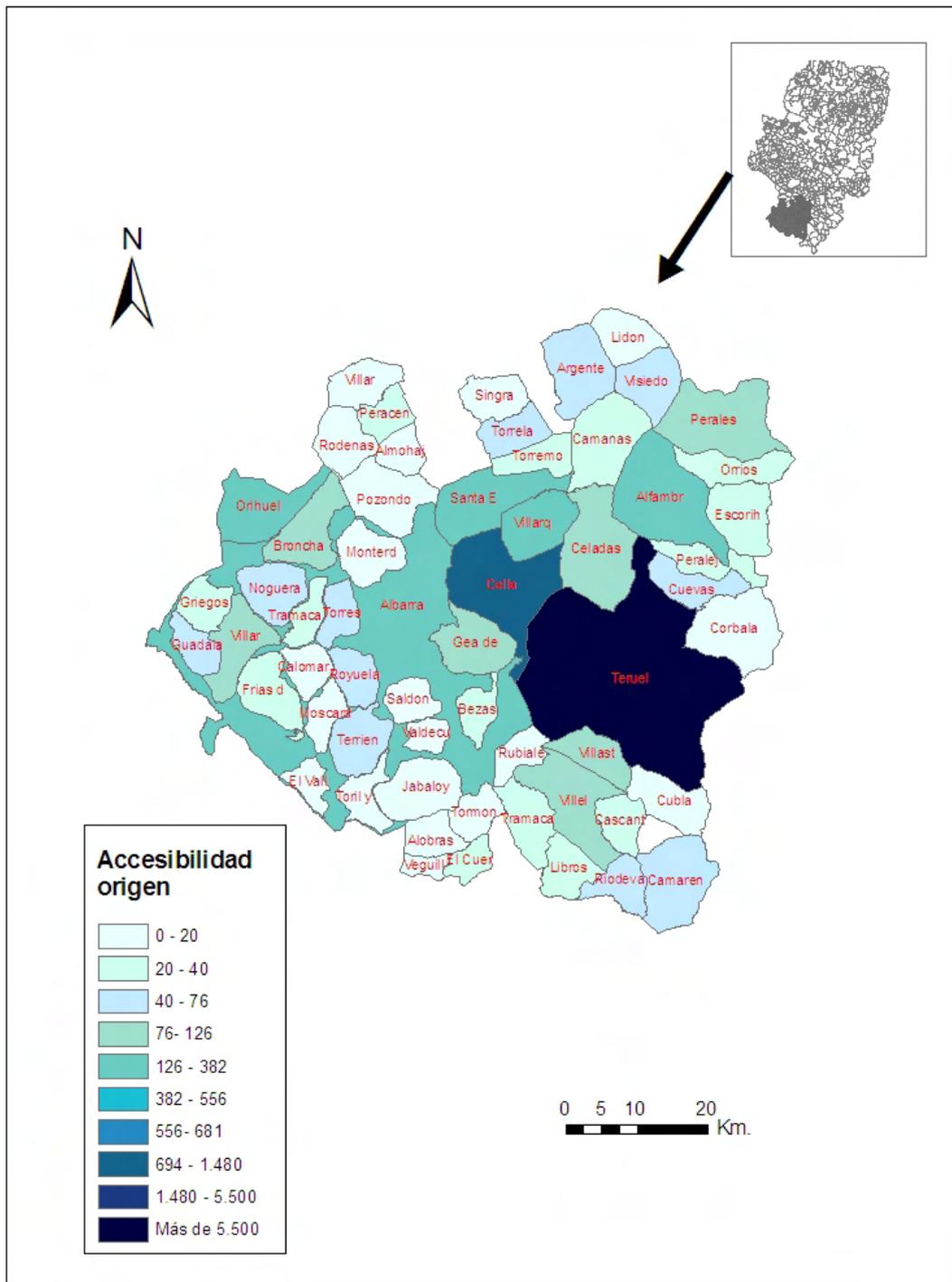
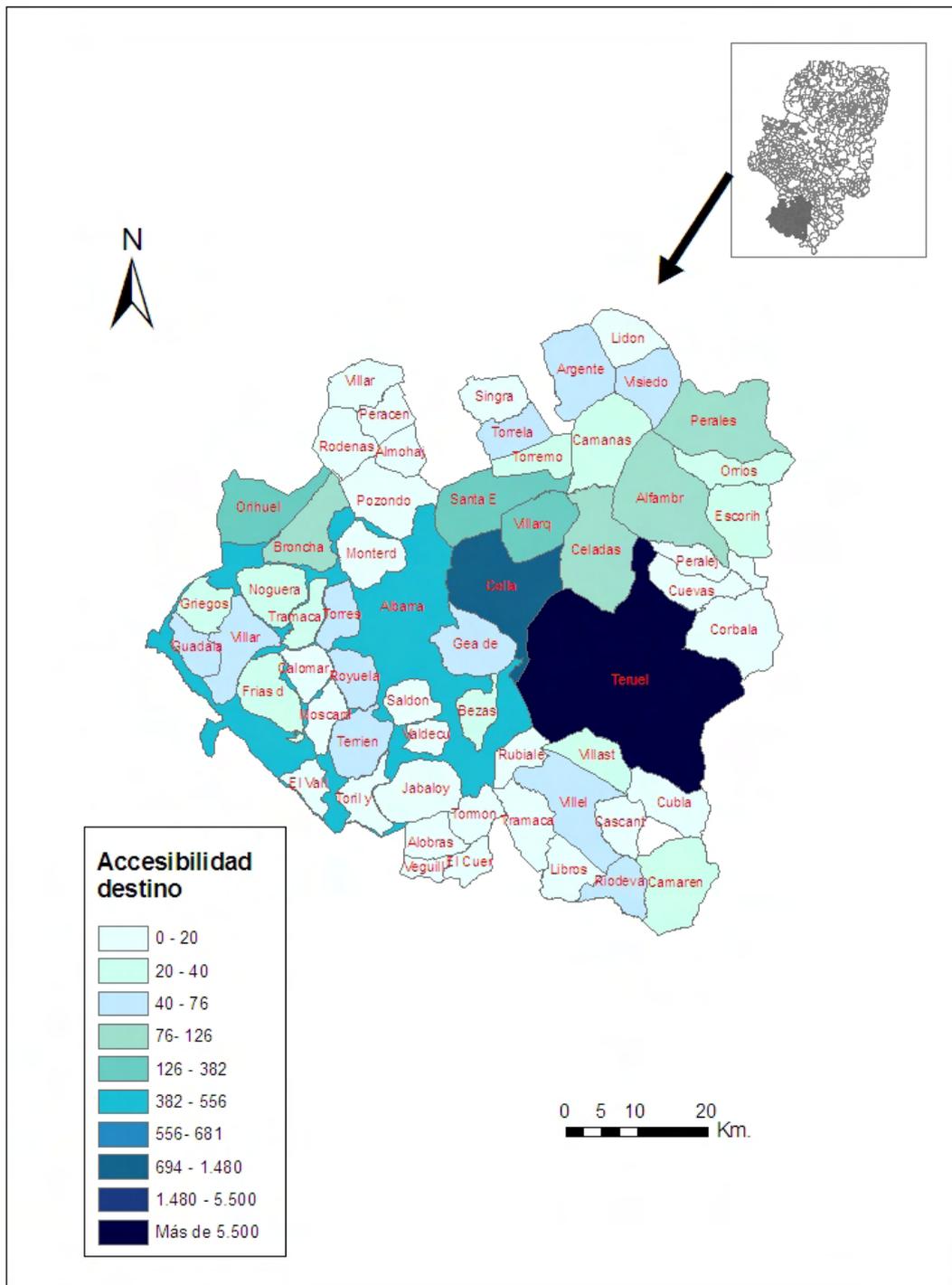


Figura 16
Accesibilidad como destino de los municipios del MLL de Teruel



3.4.2.4 Accesibilidad laboral en el resto de los MLLs de Aragón

Del análisis realizado de la accesibilidad tanto de origen como de destino del resto de los MLLs cabe resaltar los siguientes hechos:

1) Con carácter general los focos de los mercados son los municipios con mayores niveles de accesibilidad tanto de origen como de destino. Son excepciones a esta regla, los mercados de Albalate de Cinca y Albalate del Arzobispo en los que existen municipios con mayores niveles de accesibilidad. En el caso de Albalate de Cinca, Alcolea de Cinca tiene un nivel de accesibilidad de destino ligeramente mayor. En el caso de Albalate del Arzobispo, Híjar le supera en ambos tipos de accesibilidades y La Puebla de Híjar en accesibilidad de destino.

2) Existen, además, mercados en los que algunos municipios presentan niveles de accesibilidad importantes aunque inferiores al foco como son: Mequinenza en el mercado de Fraga; Sallent de Gállego en el mercado de Sabiñánigo; Binaced en el mercado de Binéfar; Pina de Ebro y Quinto de Ebro en el mercado de Fuentes de Ebro; Calanda en el mercado de Alcañíz; Daroca en el de Calamocha; Calaceite en Valderrobles; Ateca en el de Calatayud; Mallén en el de Borja; Gallur en el de Tauste; Épila, Ricla y Calatorao en el de La Almunia; Brea de Aragón en el de Illueca y Maella en el de Caspe. En algún caso, como Daroca, dicho municipio genera un submercado local pero de un tamaño inferior al mínimo exigido en el trabajo.

3) Los mercados de Cantavieja, Mora de Rubielos, Alcorisa, Sástago y Alhama de Aragón están compuestos por municipios con bajos niveles de accesibilidad de origen y de destino revelando un escaso interés como lugares de residencia y de trabajo.

4) Existe un alto grado de concordancia en las posiciones relativas de cada municipio en su mercado entre sus niveles de accesibilidad de origen y de destino. De hecho, hay 5 mercados (Alcorisa, Binéfar, Caspe, Fuentes de Ebro y Tauste) con una concordancia perfecta. Para el resto, el coeficiente de correlación de rangos de Spearman oscila entre 0,857 y 0,9975, lo cual demuestra el alto grado de concordancia comentado anteriormente.

Un estudio más detallado de la accesibilidad en estos MMLs puede encontrarse en el anexo B de Alonso, Beamonte, Gargallo y Salvador (2011), informe extenso de FUNDEAR.

4. Conclusiones y futuras líneas de investigación

En este trabajo se ha realizado un estudio de la movilidad y de la accesibilidad laboral en municipios de Aragón. Para ello se ha utilizado una metodología de delimitación de MLLs basada en la propuesta por Flórez-Revuelta y otros (2008 a y b) que utiliza algoritmos genéticos, dotando de una mayor flexibilidad y realismo al proceso, mejorando a procedimientos tradicionalmente utilizados en la literatura. En el trabajo se han introducido algunas mejoras en el algoritmo, tanto en el proceso de iniciación como en el de determinación de soluciones contiguas territorialmente, mejorando sustancialmente los tiempos computacionales del algoritmo y otorgando una mayor robustez a las soluciones encontradas. Además, se han propuesto sendos algoritmos de agrupación de las soluciones

que capturan los aspectos comunes a las mismas y que han permitido capturar los patrones esenciales de la movilidad en Aragón. Los métodos propuestos jerarquizan, además, los focos de los mercados según su grado de presencia en las soluciones obtenidas, información que puede ser muy útil de cara a planificar futuras actuaciones en política laboral.

Así mismo, se ha realizado un estudio de la accesibilidad de los municipios aragoneses tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo. Para ello se ha utilizado un algoritmo de “jerarquización de lugares” (*place rank* en inglés) que mejora el comportamiento de soluciones previamente propuestas en la literatura, al disminuir la influencia ejercida por municipios de pequeño tamaño en la estimación de las accesibilidades. Se ha propuesto un algoritmo para estimar el atractivo de un municipio como lugar de residencia algo que, a nuestro nivel de conocimiento, no se había realizado en la literatura. Finalmente, haciendo uso de las estimaciones obtenidas se ha analizado la influencia ejercida por el tiempo medio de desplazamiento así como de algunas características sociodemográficas sobre el grado de accesibilidad de un municipio tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo.

La aplicación de las metodologías aquí propuestas a los datos de movilidad laboral diaria de los trabajadores aragoneses obtenidos del Censo de 2001 ha permitido, por un lado, mejorar el proceso de delimitación llevado a cabo por Alonso y otros (2008), al obtener una imagen más precisa de los patrones de movilidad laboral existentes en la comunidad autónoma aragonesa. Así mismo, la estimación de la accesibilidad de los municipios aragoneses ha mostrado, en primer lugar, la existencia de una gran concordancia en sus niveles tanto como lugar de residencia como lugar de trabajo, poniendo de manifiesto que, en Aragón, los municipios con un alto atractivo para residir tienden a coincidir con aquéllos que tienen un elevado atractivo para trabajar.

Los resultados obtenidos han corroborado la escasa movilidad laboral existente en el territorio aragonés en el año 2001, así como una organización jerárquica de los tipos de funciones a desempeñar por los núcleos de acuerdo a su tamaño. Las zonas de mayor accesibilidad se sitúan a lo largo del río Ebro y en el eje Huesca-Zaragoza-Calatayud, así como en la zona del Pirineo en torno a Jaca y Sabiñánigo y las zonas fronterizas con Navarra, Cataluña y la Comunidad Valenciana. Por último, en la parte más occidental de la provincia de Teruel se observa una mayor concentración en torno a unos pocos municipios importantes (Calamocha, Monreal del Campo, Albarracín, Cella, Teruel) siendo, la mayor parte de ellos, los focos de sus propios mercados que, como Alonso y otros (2008) demostraron se caracterizan por unos bajos niveles de movilidad laboral.

Finalmente, se observa que un grado de atracción alto de un municipio como lugar de residencia tiende a estar ligado con un tiempo medio de acceso, una tasa de dependencia y un porcentaje de población agrícola bajos, así como con un alto porcentaje de mujeres, parados y población activa trabajando en los sectores industrial, de construcción y servicios. Además, se comprueba que los municipios con buenas comunicaciones y con importantes sectores industrial y de servicios son los que exhiben un mayor atractivo para ir a trabajar.

Estas conclusiones son similares tanto si se estima la accesibilidad laboral a partir de la información proporcionada por todos los municipios aragoneses individualmente como si se estima mercado a mercado, demostrando que el proceso de delimitación de MLLs captura los aspectos esenciales de los procesos de movilidad en Aragón.

No obstante, y aunque el proceso de estimación de las accesibilidades es muy flexible y exige pocas hipótesis previas, no tiene en cuenta la influencia ejercida por las características socio-económicas y demográficas ni la posición geográfica de dichos municipios. Así mismo, la estimación del grado de accesibilidad de un municipio como lugar de residencia y como lugar de trabajo se lleva a cabo por separado sin tener en cuenta que ambas influyen simultáneamente en las decisiones de desplazamiento de los trabajadores. Pensamos que estos aspectos podrían ser capturados por modelos de interacción espacial que se han utilizado con bastante éxito en otros contextos (Lesage y otros, 2007), línea en la que actualmente estamos trabajando.

Bibliografía

- ALONSO, M.P.; BEAMONTE, A.; GARGALLO, P. y SALVADOR, M. (2007): "La movilidad laboral en Aragón a escala comarcal", *Actas de la XXXIII Reunión de la Asociación Española de Ciencia Regional*, Universidad de León, Publicación electrónica.
- ALONSO, M.P.; BEAMONTE, A.; GARGALLO, P. y SALVADOR, M. (2008): *Mercados locales de trabajo en Aragón*, FUNDEAR, Zaragoza.
- BARRIOS, M.C.; GODENAU, D. y SCHRN, J. (2009): "Los mercados locales de trabajo y sus condiciones de accesibilidad en Tenerife", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 49, pp. 67-82.
- BRIN S. y PAGE, L. (1998): "The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine", *Comput Networks* 30, pp. 107–117.
- CALVO, J.L.; JOVER, J.M. y PUEYO, A. (1992): "Modelos de accesibilidad y su representación cartográfica: las redes española y valenciana", *Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Universidad de Zaragoza, pp. 59-74.
- CASADO-DÍAZ, J.M. (2000 a): *Trabajo y territorio. Los mercados laborales locales de la Comunidad Valenciana*, Universidad de Alicante.
- CASADO-DÍAZ, J.M. (2000 b): "Local labour Market Areas in Spain: A Case Study", *Regional Studies*, 34, pp. 843-856.
- CASADO-DÍAZ, J.M. y COOMBES, M.G. (2005) "The Delineation of 21st Century Local Labour Market Areas (LLMAs)", In *Proceedings of the 8th Nectar Conference*, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 2005, unpublished.
- COOMBER, M.G.; GREEN, A.E. y OPENSHAW, S. (1986): "An efficient algorithm to generate official statistics reporting areas: the case of the 1984 Travel-to-Work Areas revision in Britain", *Journal of the Operations Research Society*, 37, pp. 943-953.
- DUQUE, J.C. (2004) *Design of Homogeneous Territorial Units: A Methodological Proposal and Applications*, Ph.D. dissertation, Universidad de Barcelona, Spain.
- EL-GENEIDY, A. y LEVINSON, D. (2011): "Place Rank: Valuing Spatial Interactions", *Netw Spat Econ* (DOI 10.1007/s11067-011-9153-z).
- EUROSTAT (1992): *Etude sur les zones d'emploi, Statistiques et comptes régionaux*, Document E/LOC/20, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas.
- FERIA, J.M. y SUSINO, J. (2005): *Movilidad por razón de trabajo. Andalucía, 2001*, IEA, Sevilla.
- FLÓREZ-REVUELTA, F.; CASADO-DÍAZ, J.M. y MARTÍNEZ-BERNABEU, L. (2008 a): "An Evolutionary Approach to the Delineation of Functional Areas Base on Travel-to-work Flows", *International Journal of Automation and Computing*, 5 (1), pp. 10-21.
- FLÓREZ-REVUELTA, F.; CASADO-DÍAZ, J.M.; MARTÍNEZ-BERNABEU, L. y GÓMEZ-HERNÁNDEZ, R. (2008b): "A Memetic Algorithm for the Delineation of Local Labour Markets", G. Rudolph et al. (Eds.): PPSN X, LNCS 5199, pp.1011-1020.

- GARCÍA PALOMARES, J.C. (2008): *Los desplazamientos al trabajo en la Comunidad de Madrid*, Fundación Sindical de Estudios.
- HANSEN, W. (1959): "How accessibility shape land use", *J Am Inst Plann* 25(2), pp. 73–76.
- ISTAT-IRPET (1989): *I mercati locali del lavoro in Italia*, Milano, Franco Angeli, Disponible en <http://www.istat.it>, Octubre 2007.
- ISTAT-IRPET (1994) *Sistemi Locali Del Lavoro 1991*, Rome, Istat.
- ISTAT-IRPET (2007) *Sistemi Locali Del Lavoro*, Rome, Istat.
- LESAGE, J. P., FISCHER, M. M. and SCHERNGELL, T. (2007): Knowledge spillovers across Europe: Evidence from a Poisson spatial interaction model with spatial effects, *Papers in Regional Science*, 86(3), pp. 393 – 421.
- MONZÓN Y LÓPEZ (2004): "La planificación conjunta de usos del suelo y transporte al servicio del desarrollo urbano sostenible: una guía de buenas prácticas", *VI Congreso de Ingeniería del transporte*, Zaragoza.
- NEL-LO y MUÑOZ, (2004): "El proceso de urbanización", en Romero, J. (Coord.): *Geografía Humana. Prodesos riesgos e incertidumbre en un mundo globalizado*, Ariel, Barcelona, pp. 254-332.
- PAPS, K. y NEWELL, J.O. (2002) "Identifying Functional Labour Market Areas in New Zealand: A Reconnaissance Study Using Travel-to-Work Data", *Discussion Paper* nº 443, Bonn, Institute for the Study of Labor (IZA).
- PAZOS, M. y ALONSO, M.P y (2009): "La movilidad laboral diaria: contrastes territoriales en el Eje Atlántico Gallego", *Eria*, 78-79, pp. 97-112.
- SCHOENFELDER, S. y AXHAUSEN, K. (2010): "Urban rhythms and travel behaviour: spatial and temporal phenomena of daily travel", Ashgate Publishing Company.
- 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, pp. 675–691.
- WACHS, M. y KUMAGI, T. (1973): "Physical accessibility as a social indicator", *Socioecon Plan Sc*, 7:327–456.
- WATTS, M. (2004): *Local Labour Markets in New South Wales: Fact or Fiction?*, Working Paper No. 04-12. Centre of Full Employment and Equity, University of Newcastle, Callaghan, NSW.
- WILSON, A. (1971): "A family of spatial interaction models, and associated developments", *Environ Plan* 3(1), pp. 1–32.

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. Lanaspá (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. M^a 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. Córdor 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: **Ayudas públicas y 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. Sanagustín 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)