

Duarte, Carlos Marmolejo; Lineros, Manuel Ruiz; Troncoso, Jorge Cerda; Cladera, Josep Roca; Tresserra, Jaume Masip

Conference Paper

Modelling urban growth: a prospective population, housing and job location model

51st Congress of the European Regional Science Association: "New Challenges for European Regions and Urban Areas in a Globalised World", 30 August - 3 September 2011, Barcelona, Spain

Provided in Cooperation with:

European Regional Science Association (ERSA)

Suggested Citation: Duarte, Carlos Marmolejo; Lineros, Manuel Ruiz; Troncoso, Jorge Cerda; Cladera, Josep Roca; Tresserra, Jaume Masip (2011) : Modelling urban growth: a prospective population, housing and job location model, 51st Congress of the European Regional Science Association: "New Challenges for European Regions and Urban Areas in a Globalised World", 30 August - 3 September 2011, Barcelona, Spain, European Regional Science Association (ERSA), Louvain-la-Neuve

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/119935>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Modelling urban growth: a prospective population, housing and job location model

Carlos Marmolejo Duarte, Manuel Ruiz Lineros, Jorge Cerda Troncoso, Josep Roca Cladera & Jaume Masip Tresserra

Abstract

Demographic projections have become in a useful tool in the planning of urban land provision. In the context of a more comprehensive research orientated towards the construction of a system to evaluate the impact of new infrastructure and urban projects on the efficiency of metropolis (i.e. in terms of mobility and environmental sustainability) a prospective urban growth model has been built-in. In this paper such a model is exposed. The model simulates the natural movement of population across the time and space, at the time that allows for migration according to the capacity of labor market to absorb new working migrants. The outputs suggest the total population, employment and housing demand in a spatial-temporal framework. Results for Catalonia and the Metropolitan Region of Barcelona illustrate the use of the model.

Keywords

Demographic projections, urban growth model, labor market.

1. Introduction

This paper summarizes the methodology, hypothesis and results of the integrated model of population projection, workplaces and housing needs for the next 15 years in the Metropolitan Region of Barcelona and Catalonia.

The objectives of this model are three: 1) knowing the population and its spatial distribution that would be in the territory of the study in a three future stages which are defined as 2014, 2019 and 2024; 2) knowing the employment and its spatial distribution for the times cited; and

3) from these two previous vectors and the patterns of household formation, knowing the amount of necessary principal housing to accommodate the net increment of housing.

The rest of the paper is organized as follows: i) firstly, a general outline is given ii) secondly, the structure of the model is explained iii) thirdly, the initial hypotheses of general model are discussed iv) then, the general results are exposed, which details are given in v) spatial and temporally disaggregated results and in vi) disaggregated results at functional systems, and finally vii) the conclusions and main findings.

1.1 Operation and general structure of model

The model designed for this research consists of the following submodels: the general movement model and the migratory movement model. In the first one, the evolution of the population that was settled in the year of origin, in 2009, is calculated without distinction of nationality. In the second one, the model calculates the new foreign population would immigrate due mainly to the effect of worker deficit in the local labor market. The migratory movement model includes a submodel based on the location of economic activity that allows knowing the spatial distribution of workers and any deficits of the same.

Once the two main models have calculated the expected evolution of the population, the main housing needs are estimated.

1.2. Natural movement model

The model of natural-migratory movement of the population living in the year of origin allows estimating the population by group age and its location in the future based on the location of the population in the present movement, the migratory patterns between areas historically observed and patterns of mortality and fertility.

The model works with two essential components that are the intramigratory movement and the natural movement. The migratory movement does not take into account the immigration from abroad. In detail, this model is spatial-temporal type, so the evolution of the population can be tracked in time and space according to the assimilated trends by the spatial interaction algorithms that underlie within the model.

1.2.1 The problem of time

The time period of prospecting is crucial, because the original arrays should correspond to similar time intervals (e.g. if it is worked in intervals of ten years, then the age structure, the fertility and mortality rates and the interzonal migrations should build for decadal groups and intervals of ten years). Basically, the model emulates the temporal-spatial movement of the preestablished groups (e.g. in which zone (j) will be the group of 10 to 19 years of the zone (i) by ten years later). In addition, it is emulated the natural movement (e.g. how many of the individuals of the group of 10 to 19 years in the zone (i) have migrated and died after emigrating from the zone (j), or how many children have had after migrating, etc...). The movements are constrained by gravity models, considering the distance as a cost of spatial interaction. That it allows knowing the prospecting population taking into account three significant hypothesis that are the next ones: the impedance of space in front of the migrations, the fertility rate and the mortality rate. The procedure considers a prospective step of 5 years, so from the present time (t) the model gives the population located at time (t+5), (t+10), etc... that corresponds to 2014, 2019 and 2024.

1.3. Migratory movement model

As mentioned above in this document, the migratory movement refers to the new immigrant population. In relation with new immigrant population it is referred to the population that depending on the capacity to assimilate new workers in the labor market it is likely to immigrate from outside of Catalonia or from outside of Spain.

This model has a foundational hypothesis: immigration is closely linked with an economic migrant. In this sense, the model calculates the number of immigrants, given the specificities of the current demographic structure and an economic growth scenario. Thus, it is not taking into account the immigrant flows which are not stabilized in terms of occupation. The mechanics of the model is therefore considering the expected deficit of labor. To calculate this deficit is necessary to know two facts: 1) the participation level of the native population in the labor market (supply) for each of n futures times, and 2) know the size of the business correlative for each of n futures times (demand). While the offer may be known through the demographic of the population and its labor participation level; the future demand must come necessarily from a scenario of economic growth.

1.4. Initial hypothesis of general model

The general model takes into account different hypothesis that consolidate a baseline scenario. These hypothesis are essentially demographic, economic and socio-economic.

1.4.1 Birth and mortality rates of the natural movement model of the settled population in the origin year

The natural movement model takes into account initially the birth and mortality rates of the whole population that was settled in the year of origin. For prudence, these rates have remained constant from the last known database information, considering that the prospective period is “medium term” and it is set to 15 years away. This information is derived from civil registration statistics and population census.

1.4.2 Employment rates of the settled population in the origin year

These rates are calculated from historical data from the Spanish Census of 1991 and 2001; and since 2011 have been contrasted with data from the “Active Population query”. Based on this it is performed a evolution that it taking into account an increase in activity rates and employment resulting from the following: a) the progressive incorporation of women in the workplace, b) the progressive increase in dependency rates and therefore the inside pressure of housing to its layers in working-age, and c) above all the progressive reduction of the unemployment rate to a lower technical rate, located around 5%.

Concretely, the baseline scenario considers the next evolution of the overall employment rate: a employment rate (16-65 years) from 63,66% in 2001 and 66,48% in 2009 until to 68,94 in 2024 reducing the unemployment rate (16-65 years) from 17% in 2009 to a structural minimum of 5% in 2024.

In the case of the evolution of the specific employment rate for age groups during the period 2009-2024 have been designed taking into consideration a) the future scenarios of growth of “VAB” (1,25% for the period 2009-2014, 2,50% for the period 2014-2019 and 3,50% for the last period 2019-2024); b) the progressive incorporation of women in the workplaces (especially in the age group of 30 to 44) and finally c) the progressive process of convergence with Europe.

1.4.3 Employment rates of the settled population in the origin year

The creation of new workplaces is one of the variables that have more impact on the pattern of migration. In this paper, a projection based on a hypothetical scenario of evolution of the

“VAB” and productivity is done. This scenario is built from statistics data of “Contabilidad Regional de España” prepared by INE (National Institute of Statistics).

The scenario is based on the evolution of “VAB” growth and productivity during the periods: 2009-2014, 2014-2019 and 2019-2024.

- In this way the scenario of change of VAB is ascending and corresponding to an average annual growth of 1,25%, 2,5% and 3,5% respectively.
- Regard to the variation in productivity it is considered an ascending scenario where its annual average growth is located around 1%, 1,5% and 2% respectively.
- The combination of the above scenario entails a LTL (localized workers) average annual growth of 0,25%, 0,99% and 1,47%.

1.4.4 Ratio of companion immigrants relative to employed immigrants

The migratory movement model calculates the number of employment that the labor market can absorb. From this number, the model determines the total number of immigrants, so it is combined the companions who come along with the economic migrant or are regrouped after. Census data, and data of Social Security, can draw the total number of immigrants relative to those occupied. These data reveal that in 2001 there were 2 foreigner for each employed foreigner, in 2007 this rate had risen to 2,2 and finally in 2010 to 2,9. Behind this growth are several additional factors: 1) the crisis which has affected particularly in sectors and qualification levels of employed immigrants, 2) family reunification, and finally 3) the fact that Social Security, unlike the Census does not include the informal employment.

1.5. Results

The overall results are the following:

- According to the natural movement of the settled population in 2009, in case of not being immigration from abroad, it would be reduced by 132000 people.
- In terms of economic growth and the eventual lack of workers it is equivalent to 517000 people.
- In relation to the needed economic migration to cover the deficit of workers with their companions and descendant could ascend to 800.000 people.
- In terms of overall increment of population it could be equivalent to 670000 people.
- and, finally the overall needs of housing could be close to 364000 houses.

1.6 Conclusions

The aim of this paper is to advance, prospectively, in the knowledge of the territorial distribution of population, employment and the needs of households by using a territorial model. In this sense, the main conclusions during the considered period of time (2009-2024), in accordance with the mentioned objectives are:

- In terms of the population evolution:
 - I.- The vegetative growth between the origin year (2009) and the horizon year (2024) regarding to the Catalonian population can be reduced -132.000 people. That is, if Catalonian territory was saturated, in just only 15 years, its population would fall by almost 2%. Thus, in 2024, according to this projection, in Catalonia would be 7,34 million people.

- In terms of economic growth:
 - II.- Taking into account an increment of the participation level of the “native” population, which were settled in Catalonia in 2009, due mainly to the equalization of opportunities for women into the labor marked and the reduction of unemployment to minimum rates, it entails that the supply of workers resulting from the “native workers” could mean a deficit of about 517000 people without considering immigration.
 - III.- Moreover, assuming a “PIB” growth scenario of 1,25% annual average between 2009-15, 2,5% from 2014 to 2019 and 3,5% between 2019 and 2024; at the time that the productivity increases around 1,0% to 2,0% (half-point for each 5 years), it results that, in Catalonia could be created: 44557, 182223 and 288447 new employment during the respective five-year periods. In short, during the period 2009-2024 there will be 515227 new workplaces.

- In terms of economic immigration:
 - IV.- Considering the hypothetical flow of workers, its companions and the birth of the second generation of immigrants it entails that between 2009 and 2024, there will be about 802000 new immigrants.

- In terms of total population growth:
 - V.- The total population of Catalonia in 2024 could be about 8140000 people, which 7340000 would be “native” (in other words, the survivors of the settled population in 2009) and the new immigrants would computed by 670000 people.

- In terms of needs housing evolution:
 - VI.- In 2009, by estimating from the statistics of Ministry of Housing, there were 2831424 households, in 2024, the model indicates that there will around 3196009 households that entails a net increment of 364584 of which 246000 housing would be to meet the demand for new immigrants.

2. ESTRUCTURA GENERAL DEL MODELO

2.0 Funcionamiento general del modelo

El modelo diseñado para esta investigación consta de los siguientes submodelos: el modelo de movimiento natural y el modelo de movimiento migratorio. En el primero se calcula la evolución de la población que estaba asentada en el año de origen, en este caso el año 2009, sin distinguir su nacionalidad, en el segundo se calcula la nueva población extranjera que podría inmigrar por efecto del eventual déficit de trabajadores del mercado de trabajo regional. El modelo de movimiento migratorio incluye hacia su interior un submodelo de localización de la actividad económica que permite conocer la distribución espacial de los trabajadores y de los eventuales déficits de los mismos, en dicho cálculo de los déficits se considera la movilidad residencia-trabajo que permite realizar compensaciones desde los sitios con mayor cantidad de población en edad de trabajar y aquellos en donde el modelo de actividad sugiere se localizarán las oportunidades laborales.

Una vez que los dos modelos principales han calculado la evolución previsible de la población se calculan las necesidades de vivienda principal.

2.1 Unidades espaciales de estudio

Debido a que se trata de un modelo esencialmente de naturaleza temporal y espacial la determinación de las unidades geográficas de estudio no es un tema baladí, puesto que los principales datos de entrada estarán a esta escala, y sobre todo, porque han de intentar ser lo más pequeñas posibles por tal de evaluar el impacto de proyectos urbanísticos y de infraestructuras de escala urbana, y a la vez lo más reales en el sentido de identificar unidades de funcionamiento real del territorio.

En este proyecto se han usado dos unidades de análisis. En el modelo de movimiento natural se han utilizado municipios. En el modelo de movimiento migratorio los así llamados protosistemas (Roca y Moix, 2005). En el primer modelo se usan municipios con el objeto de tener una visión más detallada de la evolución espacial de la población que estaba asentada en el territorio en el año de inicio, es decir, el 2009. En cambio en el modelo de movimiento migratorio (y en sus modelos anidados) se utilizan protosistemas puesto que el mercado de trabajo, cuya naturaleza es claramente supramunicipal, constituye en este modelo un elemento decisivo en los cálculos realizados.

Los protosistemas son conjunto de municipios fuertemente interrelacionados por los flujos residencia-trabajo, es decir, son –ámbitos en los cuales el mercado residencial y el de la vivienda se complementan mutuamente. Su cálculo está basado en el valor de interacción (VI)

utilizado por Roca y Moix (2005), siguiendo el trabajo de Coombes y Openshaw (1982). El VI entre dos municipios i y j es definido así:

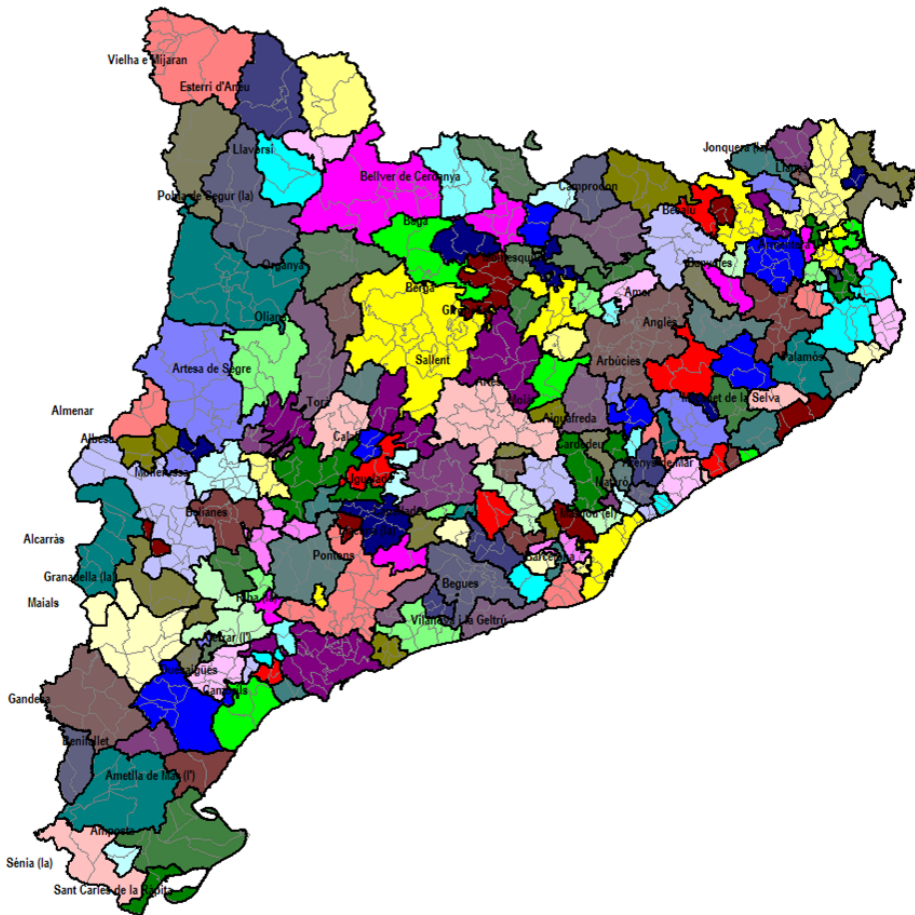
$$VI_{ij} = \frac{F_{ij}^2}{POR_i LTL_j} + \frac{F_{ji}^2}{POR_j LTL_i} \quad (0)$$

En (0) F_{ij} y F_{ji} son los flujos recíprocos entre los municipios i y j ; POR es la población ocupada residente y LTL son los puestos o lugares de trabajo localizado. Al estar en el denominador las masas de lugares de trabajo y población ocupada residente el flujo que relaciona a dos municipios se relativiza, al tiempo que las relaciones bidireccionales se consideran dada la naturaleza transitiva del indicador. A partir del VI es posible encontrar no sólo las fronteras espaciales de las áreas metropolitanas (Roca y Moix, 2005), sino al mismo tiempo subcentros (Roca *et al.*, 2009) en un procedimiento “de abajo hacia arriba” que consiste en:

- Agregar los municipios metropolitanos en función a su máximo valor de interacción. Lo anterior determina, por regla general, la unión a los municipios con mayor número de LTL (y, por tanto, candidatos a representar subcentros) de los municipios más vinculados.
- Conformar esas agrupaciones en “protosistemas”. El proceso de agregación anterior culmina cuando se logra un sistema cerrado. Así, por ejemplo, si A, B y C tienen una máxima relación con D, conformarán un protosistema, tan sólo, si D tiene su máxima relación con A o B o C. En cambio si D tiene su máxima relación con E, “gravitan” todos ellos hacia E, completando el protosistema si E tiene la máxima relación con alguno de los municipios a él agregados (sea D, o cualquier otro).
- Los protosistemas sólo se consolidan si son físicamente continuos. En caso contrario se corrigen las discontinuidades, forzando a los distintos municipios a integrarse en el protosistema con el que guardan un mayor VI.

De esta manera, con el uso de la matriz de movilidad derivada del Censo del año 2001, para los municipios de toda la comunidad autónoma catalana se han reducido el número de municipios de 946 a 197 protosistemas.

Figura 1 Sistemas funcionales de Cataluña (Protosistemas)



2.1 Modelo de movimiento natural

El modelo de movimiento migratorio-natural de la población asentada en el año de origen, permite estimar la población por estratos de edades y localizaciones en el futuro partiendo de la localización de la población en el momento presente, las pautas migratorias entre zonas observadas históricamente, y los patrones de mortalidad y fecundidad.

El modelo trabaja con dos componentes esenciales que son el movimiento migratorio intrazonal (en el caso de este modelo municipios), y el movimiento natural. El movimiento migratorio intrazonal no tiene en cuenta la inmigración desde el extranjero. Es decir, este modelo es de tipo espacial-temporal, de manera que la evolución de la población puede seguirse en el tiempo y en el espacio de acuerdo a las tendencias asimiladas por los algoritmos de interacción espacial que subyacen en el interior del modelo.

2.1.1 El problema del tiempo

El periodo temporal de prospección es fundamental, porque las matrices de originales deben corresponder a bloques temporales similares (por ejemplo si se trabaja en bloques de diez años, entonces la estructura de edades, la tasa de fecundidad, mortalidad, y las migraciones interzonales se deben construir para grupos decenales y por lapsos de diez años). El modelo básicamente emula el salto temporal-espacial de los bloques preestablecidos (por ejemplo, en qué zona j estará el bloque etario de 10 a 19 años de la zona i dentro de 10 años). Además se emula el movimiento natural (por ejemplo, cuántos de los integrantes del grupo de 10 a 19 años de la zona i habrán migrado y muerto después de emigrar de la zona j , o cuántos hijos habrán tenido después de emigrar, etc.). Los movimientos son condicionados por modelos gravitacionales, considerando la distancia como costo de interacción espacial. Todo esto permite conocer la prospectiva de la población ante tres hipótesis fundamentales que son la impedancia del espacio ante la migración, la tasa de fecundidad y la tasa de mortalidad.

El procedimiento considera un paso prospectivo de 5 años, es decir, partiendo del momento actual t , se obtiene la población localizada en el momento $t+5$, $t+10$, etc. A continuación se presenta las distintas componentes antes mencionadas.

En esta aplicación se ha elegido un lapso temporal de 5 años. Es decir que partiendo del momento actual t , se puede obtener la población localizada en el momento $t+5$, $t+10$, etc. Que como se ha indicado corresponde a los momentos 2014, 2019 y 2024.

2.1.3 El movimiento migratorio intrazonal

El movimiento migratorio inter-zonal permite simular las migraciones entre zonas del sistema (municipios, zonas de transporte, secciones censales) a partir de sus atractivos. En esta aplicación se ha decidido coger como unidades espaciales a los municipios debido a que la información de cambios residenciales, necesaria para calibrar los flujos interzonales, sólo está disponible para esta escala de análisis.

Calibración del modelo

La calibración se realiza con una matriz de migraciones origen-destino. Los flujos entre cada zona i y cada zona j (F_{ij}) corresponden a la suma de flujos en un lapso temporal de 5 años. El objetivo de la calibración es bastante simple, se trata de ajustar dos parámetros que permitan que el modelo simule flujos residenciales que se aproximen a los reales. Los dos parámetros básicos a estimar son: alfa y beta. Alfa mide la intensidad de atracción de los destinos, beta mide la impedancia impuesta por la fricción del espacio.

La forma general del modelo de migraciones inter-zonales es la siguiente.

$$F_{ij} = Salidas_i \frac{Atr_j_t^\alpha}{d_{ij}^\beta} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \frac{Atr_j_t^\alpha}{d_{ij}^\beta}$$

Dónde:

- F_{ij} : flujo de migrantes inter-zonales en el periodo t a $t+5$
 D_{ij} : distancia entre la zona emisora (i) y la receptora (j)
 $Atr-j-t$: indicador del atractivo de la zona receptora (j)
 $Salidas_i$: población dispuesta a salir (migrar) desde la zona (i)

Operativa del modelo de migraciones interzonales

En forma preliminar a la aplicación del modelo (3) es necesario conocer las migraciones desde i (salidas), para lo cual se aplica la tasa de migraciones por grupos quinquenales a la población (por grupos quinquenales de la zona), como lo expresa la siguiente ecuación:

$$Salidas_i = \sum_{g=1}^n (pob_i_t_g1) * (taxs_i_t_g1) \quad (4)$$

Dónde:

- $pobitg1$: población de la zona origen y en el momento t dividida por grupos de edades quinquenales (0-4, 5-9, 10-14, etc.)
 $taxsitg1$: tasa de migraciones por grupos de edades quinquenales aplicable a la zona i .

Para calcular la tasa de migraciones por grupos quinquenales hace falta resolver (5), para cada grupo de edades quinquenal.

$$Taxs_i_0-4 = \frac{\sum_{j=1}^n F_{ij_0-4_t_t+5}}{Pob_0-4_i_t} \quad (5)$$

Dónde F_{ij} es la suma de salidas desde la zona i hacia todas las zonas j , durante el quinquenio histórico $t - t+5$, de un grupo quinquenal de edades.

Ejecución de las migraciones

Una vez conocidos los flujos salientes se aplica la ecuación (3) para estimar los flujos específicos de cada zona i a cada zona j . Los parámetros alfa y beta deben ser los mismos que se han obtenido en el proceso de calibración. Observe que la migración se ejecuta por el total de migrantes, sin distinguir sus edades. La distribución por edades es un paso posterior, como se explica enseguida.

Una vez que el flujo global F_{ij} para el periodo t a $t+5$ ha sido estimado, se procede a repartir este flujo en grupos de edades en función de la distribución observada en los datos empíricos. De hecho para facilitar las cosas, y evitar distorsiones, se considera la composición de la estructura de edades global (todos los flujos que salen de i) y no la particular (todos los cuales salen de i para ir a un j específico). Asimismo, si se han utilizado los datos agrupados por más de una zona, se debe considerar esta distribución de edades. Cabe indicar que un grupo determinado de migrantes entre 0 y 4 años (por ejemplo) llegan a la zona de destino cuando tienen 5 a 9 años. Es decir, existe un doble salto temporal-espacial en una sola ejecución, como se ha indicado antes. Todo esto puede expresarse así:

$$F_{ij_5-9} = F_{ij_t_t+5} \frac{\sum_{j=1}^n F_{ij_0-4}}{\sum_{j=1}^n F_{ij}} \quad (6)$$

Dónde

$F_{ij_t_t+5}$ es el flujo simulado por el modelo

F_{ij_0-4} : es el número observado de emigrantes de i con edades entre 0 a 4 años

F_{ij} : son todos los emigrantes desde i de todas las edades.

El sexo del emigrante estará perfectamente correlacionado con la proporción de hombres o mujeres en cada zona i , de cada grupo de edades, en el momento de iniciarse la migración. Así, si en una zona i determinada en un grupo determinado de edades, hay un 50% de hombres, entonces los emigrantes de i , serán un 50% hombres, y con la misma proporción de género llegarán a cada zona j . Este proceso de asignación de sexo a los migrantes es bastante simple y no toma en consideración los factores consustanciales al género en la toma de decisiones migratorias, ni tampoco las estrategias que en este sentido tienen las familias.

2.1.4 Movimiento migratorio natural

El modelo de movimiento natural está en realidad estrechamente relacionado con el movimiento de migración intrazonal. El modelo de movimiento natural tiene por objetivo principal estimar los nacimientos y las defunciones que se generan con el paso del tiempo (en el cual existe un trasvase espacial de población de carácter intrazonal).

El cálculo de las tasas de fecundidad y mortalidad

La tasa de fecundidad es el cociente entre el número de niños nacidos en un año determinado y agrupados en grupos quinquenales según la edad de la madre, y el número de madres que había un año antes en cada área geográfica. La tasa de fecundidad no puede estimarse por microzonas por tres razones:

Primero porque las áreas muy pequeñas sin servicios sanitarios no tienen, aparentemente, nacimientos,

Segundo porque todavía y cuando los tuvieran estos serían poco consistentes y tercero

Porque el hecho de coger un año antes la población implica que en este año puedan haber migraciones.

Por esto la tasa de fecundidad se debe calcular por grupos de zonas geográficamente consistentes (autocontenidas, demográficamente pobladas, con servicios sanitarios), como las provincias, los ámbitos de planificación territorial, las comarcas o los sistemas funcionales (los protosistemas que se han señalado antes o sus agrupaciones).

(7)

$$Fec_{19-24}_t = \frac{Nac_{19-24}_t}{Mujeres_{18-23}_{t-1}}$$

Nótese que esta es una tasa de fecundidad anual por grupos de mujeres de cinco años, es importante señalar que se está haciendo la asunción que la fecundación ocurre un año antes del nacimiento, por este motivo existe un desfase entre la agrupación de edades del numerador y denominador de (7). La tasa de mortalidad indica la probabilidad de muerte en un año determinado por cada grupo de cinco años

$$Mor_{19-24}_t = \frac{Muertes_{19-24}_t}{Pob_{19-24}_t} \quad (8)$$

Las mortalidades deben calcularse por sexos. En realidad tanto las tasas de fecundidad como las tasas de mortalidad cambian con el paso del tiempo. Así las tasas son distintas para el

momento t con respecto al momento $t-5$. Por lo tanto, se deben calibrar con datos empíricos tanto (7) cómo (8) para los momentos t y $t+5$. Las tasas a aplicar son precisamente los promedios entre las tasas extremas de cada grupo.

Para proyectar las tasas al futuro el sistema debe permitir introducir hipótesis de ajuste por grupos quinquenales de edad. Una vez que se han calculado las tasas de fecundidad y mortalidad para cada grupo de zonas i , se han de aplicar en dos fases: primero a los migrantes (es decir la parte de la población que ha emigrado desde un zona i a un zona j) y después a los no migrantes de cada zona y . Se ha de ir con cuidado en el sentido de aplicar las tasas correctas, el hecho que los flujos migratorios comporten, al mismo tiempo, un cambio de zona y de quinquenio de edad, puede contraer errores. Siempre se aplicarán tasas de fecundidad y mortalidad consustanciales a la zona origen i . Tanto la tasa de fecundidad (7) como la de mortalidad (8) se deben multiplicar por 5, porque el periodo temporal es de cinco años. Por simplicidad la tasa de nacidos hombres se fijará en un 52%, el sistema debe permitir variar esta hipótesis.

La recomposición de la población en el momento $t+5$.

La última parte del bucle consiste a generar la suma de población diferenciada por sexo y por grupo quinquenal.

Para cada grupo quinquenal tenemos, por ejemplo:

Hombres de 15-19 $t+5$ = (Hombres_10-14 t)-(defunciones masculinas_10-14 t_{t+5}) - (emigraciones masculinas_10-14 t_{t+5}) + (inmigraciones masculinas_10-14 t_{t+5})-(defunciones de las inmigraciones masculinas_10-14 t_{t+5}).

En el caso del grupo de menos de 5 años, se deben tener en cuenta los nacimientos tanto de la población que no se mueve como de la población inmigrante. Así, como las defunciones que correspondan a dichos nacidos vivos. Recuérdese que las tasas de fecundidad que se consideran son las del lugar de origen i .

El *output final* del sistema, en esta primera fase, es la población por sexo, grupo de edad quinquenal, para cada zona considerada. Precisamente esta salida, transformada en viviendas, es la demanda (necesidad) de vivienda principal en el lugar de destino.

2.2 Modelo de movimiento migratorio

Como se ha comentado en la introducción de este documento, el movimiento migratorio se refiere al de la nueva población inmigrante. Con nueva población inmigrante nos referimos a la población que, en función de la capacidad de asimilación de nuevos ocupados del mercado laboral, es previsible inmigre desde fuera de Cataluña, aunque la igual, o en algunos casos más

envejecida estructura de edades del resto de España, sugiere que en su inmensa mayor parte esta población sería de fuera de los límites del estado.

Como se ve este modelo parte de una hipótesis fundacional: la inmigración es, de manera integral, asemejada a una inmigración económica. En este sentido, el modelo calcula el número de inmigrantes que, dadas las especificidades de la estructura demográfica actual y una hipótesis de crecimiento económico, el tejido empresarial en general es capaz de asimilar. Así, quedan fuera de las magnitudes aquí manejadas, los flujos inmigratorios que se encuentren de paso, que no estén estabilizados, laboralmente hablando, (ni que objetivamente puedan estarlo), o que estén en situación de retorno potencial. La mecánica del modelo parte, en consecuencia, del déficit previsible de mano de obra. Para calcular dicho déficit es necesario conocer, primeramente, dos cosas 1) los niveles de participación de la población de origen en el mercado laboral (oferta) de cada uno de los n momentos futuros, y 2) conocer el tamaño del tejido empresarial correlativo a cada momento (demanda). Mientras que la oferta puede ser conocida a través de la evolución demográfica de la población y su nivel de participación laboral, la demanda ha de provenir, necesariamente, de un escenario de crecimiento económico. Que dadas la situación económica actual, y las perspectivas que se vislumbran no es muy halagüeño.

En este trabajo los niveles de participación de la población de origen han sido calculados a partir de los datos censales, puesto que es la única información que permite localizar con cierta precisión a los ocupados en su lugar de residencia a escala municipal. Sin embargo, a escala macro han sido contrastados contra los datos derivados de la Encuesta de Población Activa. Así, el cruce de ocupados entre población total en edad de trabajar y por segmentos de edades permite conocer la tasa general de ocupación y las específicas referentes a cada segmento de la estructura demográfica. Para cada segmento de edades se tiene:

$$POR_i = (TOE_{20-24}) * POB_{i,20-24} \quad (1)$$

Donde

POR_i es la población ocupada residente en cada zona i

TOE es la tasa de ocupación específica de cada grupo etario

POB_i es la población proyectada a cada momento futuro y localizada en cada zona de residencia i

2.2.1 Submodelo de movilidad obligada residencia-trabajo

La población previsiblemente ocupada discutida en el segmento anterior está localizada en el sitio de residencia. Es decir, se trata de población ocupada residente (POR); sin embargo, para poder detectar los posibles déficits de trabajadores se debe conocer el lugar previsible de

trabajo. Por ello ha sido necesaria la incorporación de un modelo de movilidad. En esta aplicación se ha usado un modelo de interacción espacial constreñido en origen del tipo:

$$F_{ij} = POR_i \frac{LTL_j^\alpha}{d_{ij}^\beta} \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{LTL_j^\alpha}{d_{ij}^\beta}} \quad (1)$$

Dónde:

F_{ij} = es el flujo de personas trabajadoras entre las zonas i y j

POR_i : es la Población Ocupada Residente de i

D_{ij} : es la distancia (en términos temporales) entre i y j

LTL_j : son los lugares de trabajo localizados en cada destino j

$Alfa$: es un parámetro de ajuste del atractivo de los destinos

$Beta$: es un parámetro de ajuste de la fricción del espacio

El tiempo entre cada zona i y j (que como se ha dicho en este caso son protosistemas) puede ser modificado por el modelo de transporte, al considerar nuevas redes de transporte, mejoras en las existentes o una diferente carga de la red producida por un cambio en la estructura de la distribución espacial tanto del empleo como de la población.

Cabe señalar que este modelo requiere se tenga una estimación de los lugares de trabajo localizados futuros de cada destino. Para ello es necesaria la activación del modelo reseñado en el siguiente punto.

Calibración del modelo

Para calibrar este modelo se ha usado información histórica de la matriz de movilidad residencia-trabajo del Censo de 2001 agregada a escala de protosistemas.

2.2.2 Submodelo de distribución futura de los lugares de trabajo localizados

Por su parte el escenario de crecimiento económico es territorializado a escala de sistemas funcionales (protosistemas) a través de un modelo de aglomeración y desaglomeración:

En desarrollo del modelo propuesto por el premio nobel de economía Paul Krugman (1995) nuestra sugerencia es emplear un algoritmo plenamente gravitatorio¹, tal y como se ha hecho

¹ A pesar de que los resultados son muy parecidos no parece existir una identidad absoluta entre el algoritmo gravitatorio clásico y el derivado de la aplicación del término $EXP(-r1 d_{ij})$. En Física la literatura especializada tiende a entender que el término $1/d$

en Roca y Marmolejo (2006). Existe un vínculo intuitivo entre los conceptos de economías de aglomeración y atracción gravitatoria. Desde este punto de vista, las empresas (o, más en general, los “individuos”) desearían situarse cerca del resto de empresas (o individuos) a fin de beneficiarse de los “spillovers” positivos de tal tipo de relación. De esta forma cada lugar en el espacio atraería al conjunto de individuos localizados en otros lugares en función a un *atractivo* (o “campo gravitatorio”) directamente proporcional a la cuantía del producto de sus “masas” (el número de empleos localizados espacialmente, o la “población”) e inversamente proporcional a la distancia.

$$AT_i = \int_j A \cdot M_i^{k1} \cdot M_j^{k2} / d_{ij}^{r1} \quad (1)$$

Siendo A un parámetro que cuantifica la intensidad del atractivo gravitatorio, M la población (los lugares de trabajo locales en nuestro caso) de la localidad atraída (i) y atractora (j), $k1$ y $k2$ constantes de ajuste del modelo², d la distancia entre las dos localidades y $r1$ el grado en que la atracción se diluye con la distancia.

Hasta aquí las economías de aglomeración. Menos evidente es el símil gravitatorio (o más precisamente “antigravitatorio”) para introducir las economías de desaglomeración. Nada de todo esto parece producirse en la realidad física³. Dicha introducción, sin embargo, viene obligada no sólo por el fenómeno manifiesto de las deseconomías resultantes de la congestión, una vez alcanzada una masa o densidad crítica, sino también por la mejora de la accesibilidad del conjunto del territorio. La valoración creciente, en la escala temporal, de las bajas densidades (el “consumo de suelo” en la aproximación de Alonso (1964)) se produce, en el contexto de una democratización progresiva de la accesibilidad, hecho que no sólo iguala potencialmente al conjunto del territorio (lo que podría representar la progresiva evolución de $r1$ hasta acercarse a 0), sino que, a su vez, implica el creciente atractivo del espacio “vacío” en cuanto portador de nuevos valores, o externalidades, vinculados a la apetencia de bajas densidades. Sólo así pueden explicarse los fenómenos asociados a la periurbanización, contraurbanización o emergencia de las “edge cities”.

(gravitatorio clásico) tiene un efecto “infinito”, mientras que $EXP(-d)$ representa una interacción a corta distancia. Nosotros hemos preferido, por motivos fundamentalmente estéticos, recuperar la forma original del algoritmo gravitatorio. Asimismo el modelo se construye con las “masas” y no con la “densidad” a fin de reforzar el símil gravitatorio al que se pretende acudir. Obviamente “masa” y “densidad” son conceptos equivalentes si la dimensión de cada lugar es uniforme. Asumimos, por tanto, que cada sitio tiene una superficie igual a 1. Finalmente, y como se verá más adelante, el modelo propuesto abandona la circularidad abstracta propuesta por Krugman y la sustituye por una ciudad lineal rectilínea, más acorde a la realidad física.

² Los parámetros en cuestión se igualan a 1 o 0 en función al tipo de modelo deseado: a) si sólo deseamos que cuente la masa atractora de cada lugar “ i ”, $k1=1$ y $k2=0$; b) si, en cambio, se desea que cuente tan sólo la masa de cada “ j ”, $k1=0$ y $k2=1$; c) finalmente, en el caso más estrictamente gravitatorio, $k1=1$ y $k2=1$. En una aproximación más abierta, si $k1$ y $k2$ se determinan libremente, se trata de parámetros que ponderan el grado de intensidad de la atracción experimentada por las masas que integran el sistema.

³ Dicha afirmación debe matizarse a la luz de las últimas consideraciones realizadas en cosmología a fin de explicar la, al parecer, creciente velocidad de expansión del Universo; hecho que ha llevado a algunos científicos a hipotizar la presunta existencia de una fuerza antigravitatoria. No es necesario, sin embargo, navegar por el mar proceloso de la cosmología para aventurar la existencia de fuerzas centrífugas junto a las de carácter centrípeta. Las ciencias de la naturaleza están plagadas de estas situaciones basadas en dicha tensión “atractora” / “repulsora”. Tal vez el ejemplo más evidente no sea, en este caso, el estrictamente basado en el símil gravitatorio sino eléctrico: la misma ecuación, sólo que con cargas eléctricas opuestas, es la que se utiliza en electrodinámica.

Nos vemos obligados, en consecuencia a todo lo anterior, a introducir junto a las *fuerzas centrípetas*, gravitatorias, otras de componente opuesta. *Fuerzas centrífugas*, o antigravitatorias, que por motivos de simplicidad consideramos, como Krugman, de estructura o naturaleza idéntica (aunque de signo contrario). Así la ecuación puede reescribirse del modo que sigue:

$$AT_i = \int_j A \cdot M_i^{k1} \cdot M_j^{k2} / d_{ij}^{r1} - \int_j B \cdot M_i^{k1} \cdot M_j^{k2} / d_{ij}^{r2} \quad (2)$$

Cada localización del sistema regional urbano tendrá, por tanto, un *atractivo potencial* (ATP_i) en virtud del *atractivo medio*⁴ (ATM) del conjunto. Potencial que podrá ser positivo o negativo en virtud a la diferencia entre su atractivo y la media del sistema⁵.

$$ATP_i = AT_i - ATM \quad (3)$$

$$ATM = \int_i AT_i \cdot M_i \cdot di \quad (4)$$

Finalmente el carácter dinámico del sistema regional en el contexto de la modelización que aquí se propone se obtiene del siguiente algoritmo:

$$dM_i / dt = G \cdot (AT_i - ATM) / ATM \cdot M_i \quad (5)$$

Es decir, los trabajadores tenderán a trasladarse gradualmente desde las localizaciones con atractivos potenciales inferiores al medio hacia aquellas con atractivos superiores a dicha frontera. En (13) G es la *aceleración* del cambio temporal de las masas⁶. Por tanto una G más alta representará, para un determinado periodo temporal, una velocidad de evolución de la masa, ya sea de incremento, ya de reducción, más elevada⁷.

Calibración del modelo de distribución de LTL

En la práctica este modelo es calibrado con información histórica de los lugares de trabajo localizado. Para ello, se utilizan datos del Censo de 1991 y 2001 a escala de sistemas funcionales (protosistemas). Es importante señalar que en este modelo, al considerar intrínsecamente en su formulación la impedancia del espacio, se pueden introducir modificaciones devenidas de cambios en la red de transporte, así como en la estructura de la distribución espacial del propio empleo y la residencia, con incidencia en el sistema de movilidad.

⁴ En la ecuación (12) las masas han sido estandarizadas, de ahí que el atractivo medio pueda calcularse con una integral.

⁵ El atractivo medio del sistema podrá, a su vez, ser positivo o negativo en función al predominio de las fuerzas de aglomeración o desaglomeración.

⁶ Nótese la similitud existente entre la G de Newton y la que se deduce de (9). G , en la teoría física de la gravedad, es la aceleración que se imprime a los cuerpos en caída libre fruto de la atracción existente entre las masas de un sistema. En (13) G representa la aceleración relativa al cambio de masa de un lugar concreto producido por la interacción de un conjunto de masas de carácter regional o urbano.

⁷ Siguiendo con el símil físico, una velocidad de caída (o de escape) más elevada.

2.2.3 Cálculo de los déficits/superávits espacializados

Para cada sistema funcional se calculan los superávits o déficits. El procedimiento consiste en contrastar el número de lugares de trabajo localizados de cada momento n futuro, y la oferta localizada de mano de obra derivada de la proyección de la población asentada en el año de origen y de la evolución de las tasas de ocupación todo ello matizado por el modelo de movilidad obligada. Así, para cada sistema funcional j se puede estimar los déficits o superávits de cada sistema funcional o protosistema.

Una vez que se conoce el número de nuevos inmigrantes ocupados, éste se transforma en una estructura demográfica a partir de las distribuciones conocidas. Además, se calcula el número de acompañantes. Esta población, al igual que la autóctona, se hace evolucionar, lo que implica que existe un crecimiento demográfico, derivado de la reproducción de la población y su envejecimiento.

2.3 Modelo de necesidades de vivienda

Una vez conocido el número de personas en cada momento n futuro, éste se transforma en viviendas principales a través de las tasas de principalidad específicas como sigue:

$$Vp_{y-x} = POB_{yx} * TP_{y-x} \quad (1)$$

Dónde:

Vp_{yx} es el número de hogares que forma, en un momento n determinado, la población de un grupo etario y y determinado de un colectivo x inmigrante o autóctono

POB_{yx} es el número de personas que habrá en un momento n determinado en un grupo etario y y determinado de un colectivo x inmigrante o autóctono

TP_{yx} es la tasa de principalidad de un grupo etario y y determinado de un colectivo x inmigrante o autóctono.

Es importante recordar que la tasa de principalidad no es más que la proporción de personas que encabezan un hogar dentro de un grupo etario y un colectivo determinado. Se trata, por tanto, de un indicador de consumo de viviendas principales per cápita. Como se ve este indicador varía en función del ciclo vital y económico de manera que es diferente para estrato de edades y socioeconómico. En este estudio sólo hemos diferenciado, en la dimensión socioeconómica, la principalidad de la población que estaba asentada en el año origen de aquella relacionada con la nueva población inmigrante, que como se ha dicho, provendrá fundamentalmente de allende los límites del estado españoles.

3. Hipótesis de partida del modelo general

El modelo general parte de diferentes hipótesis que consolidan un escenario de referencia. Dichas hipótesis son, fundamentalmente de tipo demográfico, económico y socioeconómico. Algunas de ellas han sido contrastadas con las utilizadas por el modelo Monès-Carreras que es el que se ha utilizado como referente en el escenario de la redacción del planeamiento territorial en Cataluña y que resulta de utilidad por cuanto parte de una metodología de prospección económica y demográfica muy similar a la del presente modelo, el cual, en parte se inspira en aquel.

3.1 Tasas de natalidad y mortalidad del modelo de movimiento natural de la población asentada en el año origen

El modelo de movimiento natural parte de las tasas de natalidad y mortalidad del conjunto de población que estaba asentada en el año de origen. Por prudencia, estas tasas se han mantenido constantes a partir de las últimas conocidas, considerando por otra parte que el periodo prospectivo es de “mediano plazo” y se establece en 15 años vista. Esta información se deriva de las estadísticas del registro civil y de los padrones de población.

Figura 2 Tasa de natalidad de la población asentada en el 2009 en Cataluña

	menos 15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	más de 46
Nacimientos 09	9	2.978	9.691	22.186	31.637	15.691	2.403	189
Mujeres 08	157.720	165.068	208.731	290.932	331.659	303.017	283.784	258.602
	0,0%	1,8%	4,6%	7,6%	9,5%	5,2%	0,8%	0,1%

Fuente: Estadística del registro civil y padrón continuo de habitantes (INE e Idescat)

Figura 3 Tasa de mortalidad 2009

	Defunciones	Población 09	Tasa
0-4 años	326	417.925	0,08%
05-09 años	39	369.365	0,01%
10-14 años	37	332.561	0,01%
15-19 años	88	343.445	0,03%
20-24 años	132	420.657	0,03%
25-29 años	222	586.397	0,04%
30-34 años	335	712.485	0,05%
35-39 años	445	659.886	0,07%
40-44 años	703	601.827	0,12%
45-49 años	1.122	530.839	0,21%
50-54 años	1.505	470.781	0,32%
55-59 años	1.914	417.729	0,46%
60-64 años	2.659	394.004	0,67%
65-69 años	3.213	301.407	1,07%
70-74 años	4.792	289.425	1,66%
75 y más	42.111	626.687	6,72%

Fuente: Estadística del registro civil y padrón continuo de habitantes (INE e Idescat)

3.2 Tasas de ocupación específica de la población asentada en el año origen

Por otra parte se encuentran las tasas de ocupación. Estas tasas se han calculado a partir de los datos históricos de los censos de 1991 y 2001, y a partir del 2011 se han contrastado con los datos de la Encuesta de Población Activa. Con base en esto se ha realizado una evolución que considera un incremento de las tasas de actividad y ocupación derivado de los siguientes factores: a) la progresiva incorporación (generacional) de las mujeres en el mundo laboral, b) el progresivo incremento de las tasas de dependencia y por tanto de la presión interna de los hogares hacia sus capas en edad laboral, y c) sobre todo la progresiva reducción de la tasa de paro hasta niveles mínimos técnicos situados alrededor del 5%.

En concreto se parte del escenario de crecimiento de la tasa general de ocupación (16-65 años) desde el 63,66% en el año 2001 y 66,48% en el 2009 hasta el 68,94% en el 2024, así como la reducción de la tasa general de paro (16-65 años) desde el 17% en el 2009 hasta el mínimo estructural del 5% en el 2024.

En el caso de la evolución de las tasas de ocupación específica para cohortes de edad (TOE) durante el periodo 2009-2024 se han proyectado teniendo en consideración a) los escenarios futuros de crecimiento del VAB (1,25% para el periodo 2009-2014, 2,50% para el periodo 2014-2019 y 3,50% para el 2019-2024), b) la progresiva incorporación (generacional) de las mujeres

al mundo laboral (sobre todo en la franja de edad de 30 a 44) y c) la progresiva convergencia con Europa.

De este modo, para el periodo 2009-2014, las tasas de ocupación específica (TOE) ralentizan su crecimiento (crecen un 14% en respecto al año 2009) y la tasa general de ocupación (16-65 años) al finalizar el periodo, se sitúa en el 67,58% considerando sólo la población autóctona y en el 67,78% si consideramos el efecto de la nueva población inmigrante.

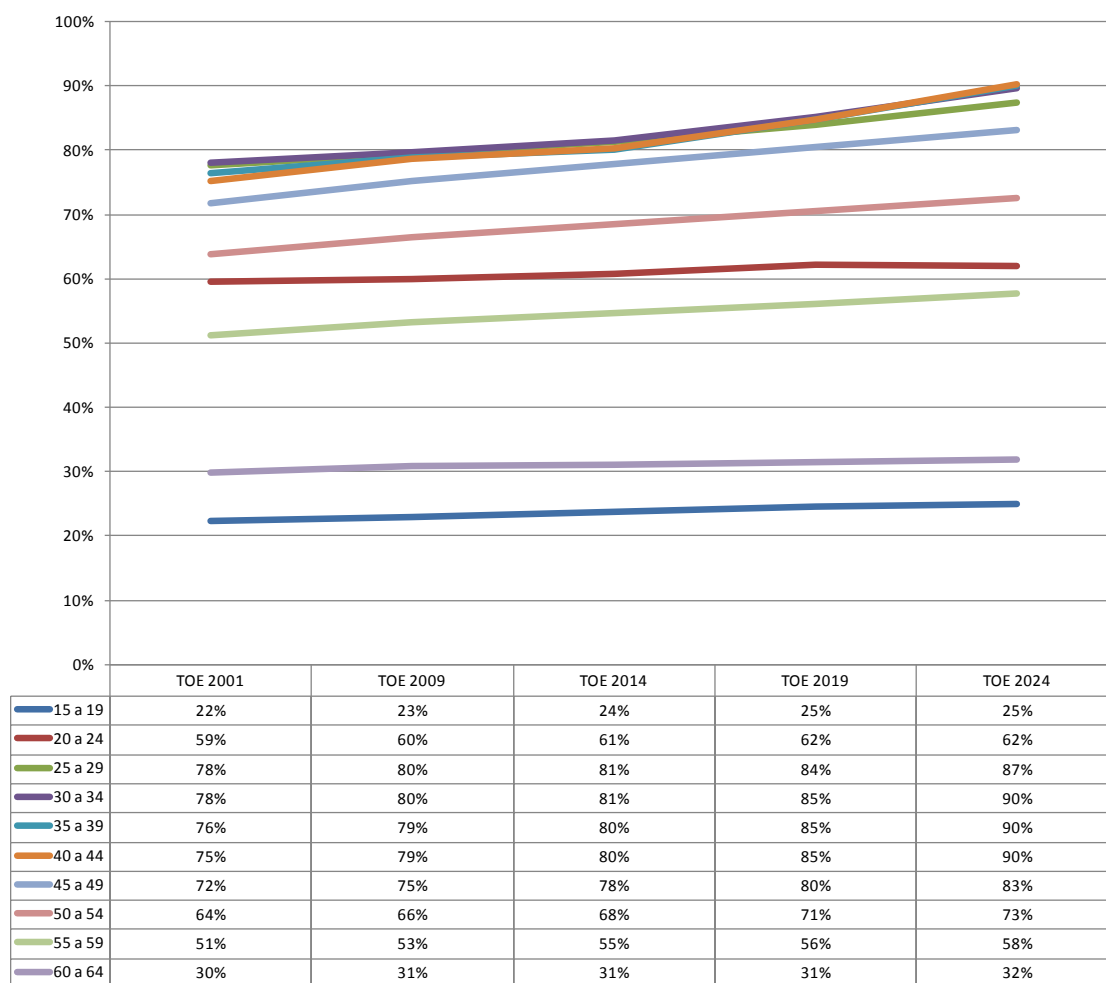
Para el periodo 2014-2019, las tasas de ocupación específica (TOE) aceleran su proceso de crecimiento (TOE) (crecen un 25% es respecto al 2014) debido a la recuperación de la situación económica hipotetizada (el VAB para dicho periodo crece un 2,50%) y la tasa general de ocupación (16-65 años) crece de forma más acusada que en el periodo anterior, situándose al 2019 en el 68,71% considerando sólo la población autóctona y en el 68,89% si consideramos el efecto de la nueva población inmigrante.

En el último periodo, 2019-2024, las tasas de ocupación específicas (TOE) moderan su crecimiento (crecen al mismo ritmo que en el periodo anterior) y se ralentiza el crecimiento experimentado por la tasa general de ocupación (16-65 años) donde en el 2024 se sitúa en el 69,15% considerando sólo la población autóctona y decreciendo hasta el 68,94% si consideramos el efecto de la población inmigrante.

Así considerando el incremento experimentado por la tasa general de ocupación (16-65 años) durante el periodo 2001-2024 se observa un proceso de aproximación hacia las tasas de ocupación generales europeas. En el 2001, la tasa de ocupación general en Catalunya era del 63,66% y según lo proyectado al final del último periodo se situará en un 68,94%; tasa relativamente próxima a los países europeos más avanzados: por ejemplo, para el año 2010, Alemania tenía una tasa general de ocupación de 71,10%, Suecia de 72,70%, Dinamarca de 73,40% y Holanda de 74,70%.

La dinámica de evolución de las TOE por cohortes de edad durante el periodo 2001-2024 se pueden observar en el siguiente gráfico resumen:

Figura 4 Evolución de la TOE (2001-2024) para los distintos cohortes de edad



Por el otro lado, si comparamos las tasas de ocupación general resultantes del modelo con las del modelo Carrera-Monés⁸ se puede observar que tanto la tasa de ocupación general en el último año del último periodo como su evolución es comparativamente más alta y acusada en este último. Así en el modelo de Carrera-Monés se alcanza una tasa general de ocupación del 71% para el año 2011 y del 75% para el 2026 mientras que en el modelo considerado su proyección es más moderada: 66,48% en el 2009 y del 68,94% en el 2024.

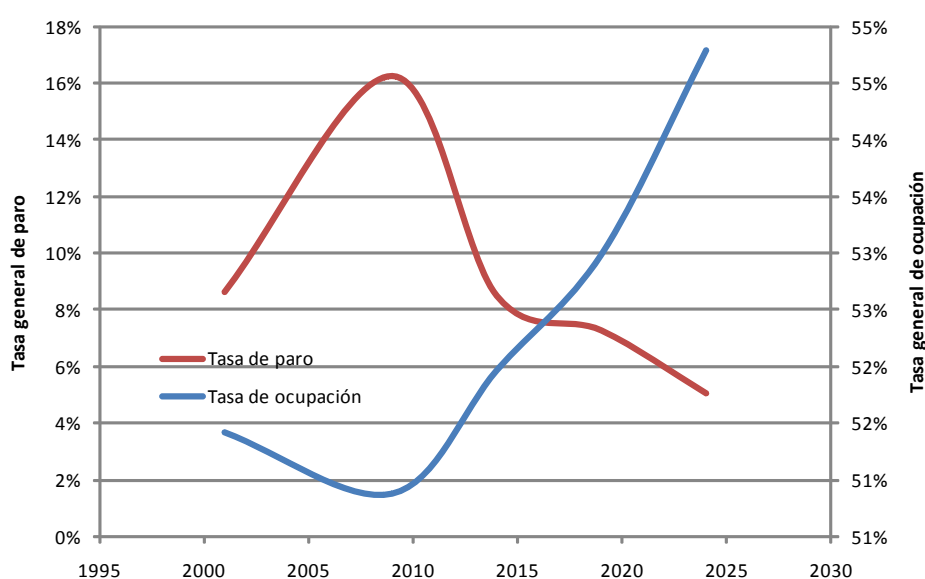
Esas diferencias existentes entre estos dos modelos se debe a que en el modelo de Carrera-Monés consideran unas tasas de ocupación específicas (TOE) más altas y con una evolución más acelerada (por ejemplo en los cohortes de edad 45 a 49 años, 50 a 54 años y de 55 a 59 años). Por lo consiguiente, el modelo de Carrera-Monés se aproxima de forma más temprana

⁸ Modelo desarrollado entre el 2002-2003 por Josep M.Carrera i M.A.Monés para la Región Metropolitana de Barcelona (ver MONÉS, M.A.; CARRERA,J.M. (2003) "La Barcelona metropolitana els propers 20 anys. Prospectiva del mercat de treball, demografia i habitatge. Barcelona. Ajutament de Barcelona". En este modelo, incluido en el programa de trabajo de la redacción del Plan Territorial Metropolitano de Barcelona 2010, se determina los escenarios demográficos a partir de hipótesis de evolución económica y en función de las circunstancias del área (estructura de edad, disponibilidad de suelo, necesidad de vivienda, patrones de emancipación de la población...).

hacia la convergencia Europea en cuanto al mercado de trabajo: ya en el año 2011 la tasa general de ocupación sería equivalente a la de Alemania (71,10%) y en el 2026 a Holanda (74,70%).

No obstante, la hipótesis de evolución de las tasas de ocupación general en el modelo de Carrera-Monés son optimistas en la medida que comportaría una tasa de paro inferior al 5%, cosa poca probable, pues en el modelo considerado (que es más moderado) para el último año del último periodo ya contempla una tasa de paro del 5% (ver figura 5, inferior).

Figura 5 Evolución histórica y proyectada de las tasas de ocupación y paro



Tasa de ocupación

	De 16 a 19	De 20 a 24	De 25 a 34	De 35 a 44	De 45 a 54	De 55 y más	16-54
2001	20%	60%	80%	76%	68%	17%	68%
2009	18%	57%	77%	75%	69%	17%	67%
2014	16%	55%	75%	76%	72%	19%	67%
2019	17%	57%	77%	77%	74%	19%	69%
2024	20%	61%	77%	79%	75%	21%	71%

Tasa de paro

2001	29%	14%	9%	7%	6%	6%	9%
2009	55%	32%	18%	14%	11%	10%	17%
2014	10%	15%	4%	8%	10%	11%	8%
2019	6%	13%	5%	6%	7%	8%	7%
2024	5%	13%	5%	3%	4%	5%	5%

Fuente: Elaboración propia con base en las tendencias observadas en los Censos 1991-2001 y EPA 2001-2009

3.3 Evolución del mercado de trabajo a partir de la evolución del VAB y de la productividad

La creación de los nuevos lugares de trabajo es una de las variables que tiene más incidencia en el modelo de movimiento migratorio. En este trabajo se realiza una proyección a partir de un escenario hipotético de evolución del Valor Añadido Bruto (VAB) y la productividad. Dicho escenario se construye a partir de los datos de las estadísticas de la Contabilidad Regional de España elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística.

El escenario consiste en hacer variar la tasa de crecimiento del VAB y la productividad en tres bloques temporales: 2009-2014, 2014-2019 y 2019-2024.

- 1) De esta manera el escenario de variación del VAB es ascendente y correspondiente a un crecimiento medio anual del 1,25%; 2,5% y 3,5% respectivamente
- 2) En lo que respecta a la variación de la productividad se parte de un escenario ascendente de crecimiento medio anual del 1%, 1,5% y 2%
- 3) La conjugación de los escenarios anteriores produce un crecimiento de los LTL del 0,25%, 0,99% y 1,47% medio anual

Figura 6 Evolución histórica y proyectada del VAB, la productividad y los LTL en Cataluña

	Periodo	VAB	Productividad	LTL	LTL%
Histórico	1996-2001	4,34%	0,01%	606.000	4,33%
	2001-2006	3,69%	0,33%	567.300	3,34%
	2006-2009	1,28%	2,76%	- 159.500	-1,44%
Proyectado	2009-2014	1,25%	1,00%	44.557	0,25%
	2014-2019	2,50%	1,50%	182.223	0,99%
	2019-2024	3,50%	2,00%	288.447	1,47%

Fuente: Cuenta Regional de España (INE)

En comparación con el modelo de Carreras-Monés, en el modelo considerado, el escenario hipotético de crecimiento de los LTL es más moderado para el primer periodo (2009-2014) y más acusado a largo plazo (sigue la misma tendencia que la evolución de las TOE, ver sección 3.2). En el modelo de Carreras-Monés, la evolución de crecimiento es más acusada al principio y más moderada al final. Por lo consiguiente, aunque en el modelo de Carrera-Monés se proyecte para el periodo 2011-2016 un incremento de LTL de 172.092 (cifra ligeramente superior a la del modelo considerado para el 2009-2014) el incremento total en el último año del último periodo en los dos modelos es similar. En el caso del modelo de Carreras-Monés

para el 2026 se proyecta un incremento total de 543.060 LTL y en el modelo considerado para el 2024 de 515.227 LTL.

3.4 Ratio de inmigrantes acompañantes en relación a inmigrantes ocupados

El modelo de movimiento migratorio calcula el número de ocupados que el mercado de trabajo es capaz de asimilar, a partir de dicho número se calcula el número de inmigrantes totales, es decir, se añan los acompañantes que llegan junto con el inmigrante económico o que son reagrupados con posterioridad (los nacimientos in situ se calculan aparte). Los datos del Censo, el Padrón y la Seguridad Social, permiten dibujar el número de inmigrantes totales en relación a aquellos ocupados. La tabla inferior deja ver que en el año 2001 había 2 extranjeros por cada extranjero ocupado, en el 2007 esta cifra había subido a 2,2 y finalmente en el 2010 a 2,9, detrás de este crecimiento están varios factores añadidos: 1) la crisis que ha incidido especialmente en los sectores y niveles de cualificación de los extranjeros ocupados, 2) la reagrupación familiar, y 3) el hecho que la seguridad social, a diferencia del Censo, no recoge el empleo informal.

Tabla 1 Ratio total de inmigrantes/inmigrantes ocupados

Cataluña	Extranjeros	Ocupados	No ocupado	Ratio inmigrantes totales/ocupados	Ratio ocupado / No ocupado
2.001	304.604	148.886	155.718	2,0	1,05
	Extranjeros	Ocupados			
2.007	972.507	433.729	538.778	2,2	1,24
	Extranjeros	Ocupados			
2.010	1.189.279	405.391	783.888	2,9	1,93

Fuente: Censo de Población y viviendas INE 2001, Padrón de habitantes y estadísticas de la Seguridad Social

En este trabajo, se parte de un escenario mucho más moderado que el pasado, debido a que la actual crisis económica, abre pocas oportunidades para que los inmigrantes económicos vengan con acompañantes en una primera instancia. Así, se parte de tres ratios equivalentes a 1,25, 1,375 y 1,5 inmigrantes totales/ocupado para cada uno de los tres bloques temporales futuros estudiados, es decir, 2009-2014, 2014-2019 y 2019-2024.

3.5 Tasas de natalidad del modelo de movimiento migratorio

Como se ha explicitado antes, los inmigrantes económicos evolucionan a la par que el mercado de trabajo es capaz de asimilarlos, en este proceso se considera que su estructura etaria evoluciona con el tiempo a la par que existe un proceso de reagrupación familiar. Adicionalmente, se producen nacimientos en el ámbito de estudio. Debido a que los resultados del modelo sugieren que con la evolución de la población asentada en el 2009 harán falta activos para trabajar en los nuevos puestos de trabajo que se creen (sobre todo en el penúltimo y último periodo), en este estudio se ha decidido trabajar con patrones de reproducción relacionadas con las extranjeras. En concreto se han utilizado sus tasas de natalidad, considérese que en dichas tasas se incluye el impacto de los matrimonios o uniones mixtas. Estas tasas se han conservado durante toda la proyección realizada.

Figura 7 Tasa de natalidad de madres extranjeras 2009

	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49
Catalunya	6,0%	8,8%	8,2%	7,3%	4,2%	1,5%	0,1%

Fuente: Estadística del registro civil y del padrón continuo de población (INE e IDESCAT)

4. Resultados generales

4.1 En cuanto al movimiento natural de la población asentada en el año 2009, de no haber inmigración del exterior, se reduciría en 132 mil personas

Si los flujos de inmigración con el exterior del ámbito territorial estudiado (Cataluña) se interrumpiesen, a partir del año 2009, y por tanto la evolución de la población se rigiese única y exclusivamente por los factores demográficos naturales (natalidad y mortalidad) habría un decremento de la población. Dicho decremento se debería fundamentalmente por el nivel de envejecimiento de la población de origen, por una parte, y por las bajas tasas de natalidad utilizadas en el modelo, que no son otras, sino las últimas conocidas, y que además, ya incluyen el impacto (positivo) de la natalidad de la población extranjera que había inmigrado al territorio catalán antes del 2009. De esta manera la población que en el año 2009 era de 7.475.420 personas, *podría reducirse a 7.342.985 personas, es decir, habría una reducción neta de 132.435 pobladores.*

4.2 En cuanto al crecimiento económico y al eventual déficit de trabajadores equivalente a unos 517 mil personas

Dadas las hipótesis de crecimiento del producto interno bruto, en su versión sin impuestos (VAB), y de la productividad, es previsible se creen, en los próximos 15 años, a partir del año 2009, se creen 515.227 nuevos puestos de trabajo en Cataluña. Dicha creación se hipotetiza será muy lenta al principio, para ir ganando aceleración a medida que la economía española recupere su dinamismo.

De media el crecimiento hipotetizado es equivalente a unos 34.348 LTL por año. En cualquier caso, como escenario global es bastante conservador, si se considera que en el decenio 1991-2001 (caracterizado por un quinquenio expansivo y otro recesivo) el crecimiento medio anual fue de 54.742 LTL por año.

Al mismo tiempo que la demanda de mano de obra incrementará, la oferta de mano de obra de la población que estaba asentada en el año 2009 también lo hará. Este incremento de la oferta se deberá, no a un incremento natural de dicha población que como se ha visto en el epígrafe anterior irá en declive, sino por un incremento de la participación de ésta en el mercado de trabajo. De tal suerte que con las Tasas de Ocupación Específicas (TOE) el incremento de personas ocupadas sería de -1.420 personas, cifra negativa debido a la estructura demográfica y su progresiva reducción.

Es decir, por una parte el escenario de referencia plantea la necesidad de incorporar 515.227 ocupados, y por otra la oferta es previsible decremente en 1.420 personas; con lo cual es evidente que existirá, de cumplirse las previsiones económicas, un déficit de trabajadores, equivalente a la diferencia de las cifras anteriores.

4.3 Sobre la inmigración económica necesaria para cubrir el déficit de trabajadores que con sus acompañantes y descendientes podría ascender a 800 mil personas.

Habida cuenta que el mercado local, ni aun cuando incremente sus tasas de participación en el de trabajo, será suficiente para cubrir las necesidades de mano de obra de las empresas, la única solución de continuidad es la incorporación de nuevos inmigrantes económicos. Dada la misma situación deficitaria, producida por una estructura igual o más envejecida del resto de España, lo más probable es que dichos inmigrantes económicos sean personas venidas allende de las fronteras del estado, y con gran probabilidad de la UE.

Dicha población vendrá acompañada, o reintegrará a su familia de manera progresiva y conforme su situación laboral y social se estabilice como se ha observado en el pasado. De esta manera en los quince años analizados (2009-2024) los inmigrantes económicos más sus

acompañantes, y los hijos que en el decurso de este periodo tendrán, podrían suponer cerca de 802.581 personas.

4.4 Sobre el incremento global de población equivalente a 670 mil personas

De esta manera el incremento de la población asentada en Cataluña, para el periodo estudiado aquí (2009-2024) podría ser próximo a las 670.146 personas. Como se ve, es un incremento neto menor que el de la nueva inmigración económica en tanto cuanto existe un decrecimiento de la población asentada en el año de origen.

4.5 Necesidades generales de vivienda cercanas a 364 mil

En cuanto a las necesidades de vivienda principal, el incremento de población (por el proceso migratorio antes comentado), así como el incremento en el consumo per cápita de vivienda derivado de los cambios en los patrones demográficos de la población autóctona apuntan a un escenario en el cual, la liberación del parque ocupado por la desaparición de sus moradores actuales, no será suficiente para satisfacer la necesidad de nueva vivienda. Es decir, es necesaria la edificación de nuevas viviendas.

De esta manera, si en el año 2009⁹ el número de viviendas principales era de 2.831.424 viviendas, en el 2024 se necesitarían 3.196.009 unidades. Es decir, se tendrían que poner a disposición de los hogares unas 364.584 viviendas en esos quince años. De estas la mayor parte derivarían de los nuevos inmigrantes en una cifra cercana a las 246 mil unidades.

Así, en este escenario de referencia, la necesidad media anual de vivienda en Cataluña es de 24.306 viviendas. Esta cifra es sensiblemente inferior al incremento medio anual de viviendas principales verificado en el periodo 1991-2001 equivalente a unas 40.000 viviendas anuales. Lo que pone de relieve la reducción de la demanda potencial de vivienda principal.

⁹ según una estimación realizada a través de la proyección de las tasas de principalidad y de la población del 2009 por tal de ajustar el total al número de viviendas principales estimado por el Ministerio de Vivienda. Dicho Ministerio, ahora extinto, calcula el número total de vivienda a partir de los datos del Censo del 2001, incrementados según las licencias de obra nueva e identificando las viviendas principales a través de las preguntas realizadas en la Encuesta de Población Activa sobre la tenencia de segunda residencia y su localización.

5. Resultados desagregados territorial y temporalmente

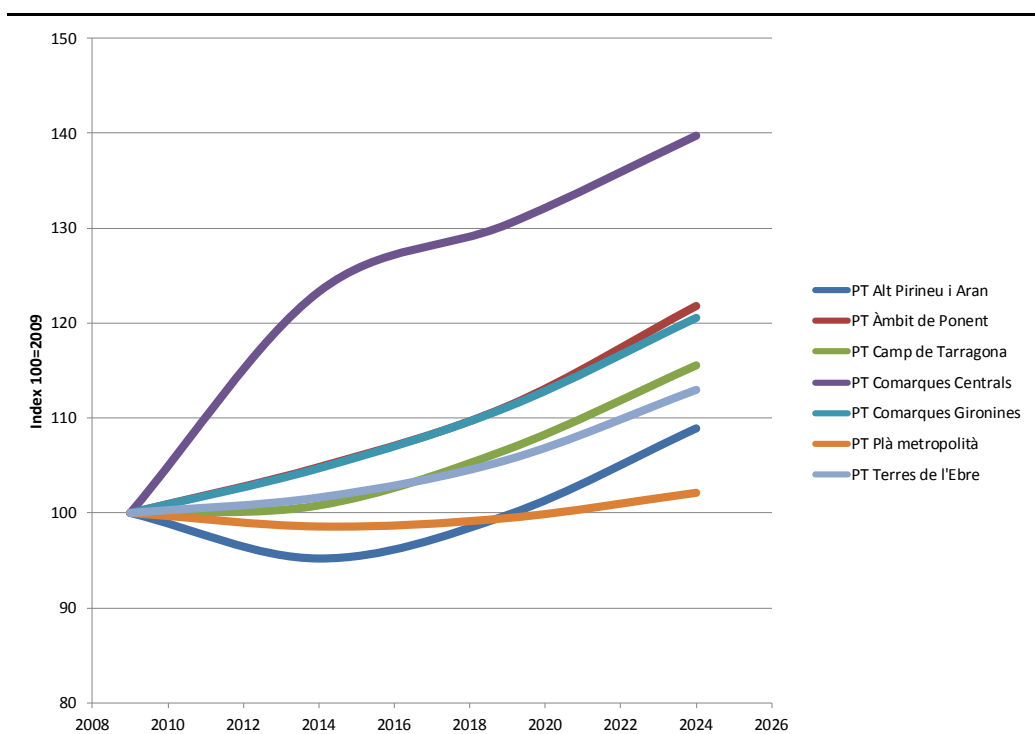
Debido a la naturaleza intrínsecamente territorial del modelo prospectivo utilizado, es posible brindar resultados sobre la evolución tendencial de los principales indicadores estudiados: población, lugares de trabajo y vivienda. A pesar de que el modelo, como se ha indicado, está construido tomando en consideración los protosistemas como unidades de estudio, el resumen, a efectos de simplificación se realiza por ámbitos provinciales y de planificación territorial. Dentro de este segundo grupo, se incluye la Región Metropolitana de Barcelona, que es el ámbito en el cual se implementa este proyecto de investigación. En tanto que los protosistemas están construidos sin tener en cuenta los límites administrativos por encima de los municipios, la adscripción de cada protosistema a cada provincia o unidad de planificación territorial se ha realizado a partir del análisis de correspondencia del municipio cabecera de cada protosistema y su relación con cada una de las entidades administrativas comentadas. Esto produce que no todos los municipios sean integrados a la entidad administrativa que le corresponde.

5.1 Evolución de la población

El primer resultado a destacar es la evolución de la población. Como se había dicho, en este escenario de referencia, entre 2009 y 2024, de confirmarse las hipótesis de crecimiento económico, inmigración económica y de movimiento natural de la población, el crecimiento demográfico total sería equivalente a unas 670 mil personas. La figura inferior detalla la evolución de la población. Como se ve, desde una perspectiva temporal el incremento demográfico se acelera a medida que pasa el tiempo. Esto se debe fundamentalmente al hecho que, como se ha advertido antes, el crecimiento proviene de la nueva inmigración, y como ésta a su vez depende de la evolución de la economía, y más particularmente de la creación de empleo, es lógico, en función del escenario adoptado ocurra el fenómeno abajo detallado. Desde una perspectiva espacial se observa un claro proceso de descentralización desde la Región Metropolitana de Barcelona (PT Plà Metropolità) hacia el resto de Catalunya. Según el modelo, las Comarcas Centrales son las más favorecidas. Esto puede deberse a su relativa proximidad al ámbito metropolitano, su potencial capacidad de crecimiento urbanístico, y a las redes de transporte que se han tendido para comunicarlas con el resto de Catalunya (E-8; Eix Transversal, Tunels Bracons, etc.). A continuación en términos absolutos siguen Las comarcas gironinas, el ámbito metropolitano de Barcelona, y luego tarraconenses. Muy por el contrario los territorios más periféricos, tanto del Pirineo, como del Ebro tienen los crecimientos absolutos más pequeños. Parte de este crecimiento no se debe tanto al crecimiento diferenciado a escala territorial de la actividad económica, sino a las sensibles diferencias en la estructura económica. Estas diferencias permiten que aquellas áreas más envejecidas (en dónde los grupos predominantes de población autóctona empiezan a salir de las franjas de edad con mayor participación en el mercado laboral) sean más receptivas para acaparar nueva población inmigrante ocupada; lo que hace crecer la población total.

Naturalmente ha de entenderse que este modelo se ha calibrado con datos históricos, y que los cambios en las redes de transporte, y sobre todo, en los nuevos proyectos urbanísticos (muy potentes en el ámbito metropolitano de Barcelona) podrían inducir resultados diferentes. En términos relativos, es decir, de crecimiento porcentual, el orden es casi el mismo que en términos de crecimiento absoluto, aunque con alguna diferencia; así para las comarcas centrales el crecimiento podría suponer del orden de 40%, seguidas por el ámbito lleidatano con un crecimiento del 22% y el gironino del 21%. El ámbito metropolitano de Barcelona, según este modelo tendencial crecería únicamente en un 2%.

Figura 4 Evolución de la población según el escenario tendencial del modelo



Población total (miles de personas)					Variación			Variación
	2009	2014	2019	2024	2009-2014	2014-2019	2019-2024	2009-2024
Cataluña	7.475	7.581	7.781	8.146	106	200	364	670
PT Alt Pirineu i Aran	78	74	78	85	-	4	4	7
PT Àmbit de Ponent	361	379	402	440	17	23	38	79
PT Camp de Tarragona	619	624	660	715	5	36	55	96
PT Comarques Centrals	516	636	673	721	120	37	48	205
PT Comarques Gironines	747	782	830	900	35	48	70	153
PT Plà metropolitana	4.964	4.893	4.937	5.069	-	71	44	132
PT Terres de l'Ebre	190	193	201	215	3	8	14	25
Prov. de Barcelona	5.459	5.497	5.577	5.756	38	80	179	297
Prov. de Girona	762	794	843	915	32	49	72	153
Prov. de Lleida	446	473	500	545	27	27	45	99
Prov. de Tarragona	809	817	861	930	8	44	69	121
	2009	2014	2019	2024				
Index 100=2009								
Cataluña	100	101	104	109				
PT Alt Pirineu i Aran	100	95	100	109				
PT Àmbit de Ponent	100	105	111	122				
PT Camp de Tarragona	100	101	107	116				
PT Comarques Centrals	100	123	130	140				
PT Comarques Gironines	100	105	111	121				
PT Plà metropolitana	100	99	99	102				
PT Terres de l'Ebre	100	102	106	113				
Prov. de Barcelona	100	101	102	105				
Prov. de Girona	100	104	111	120				
Prov. de Lleida	100	106	112	122				
Prov. de Tarragona	100	101	106	115				

Elaboración propia
Fuente: Cálculo propio

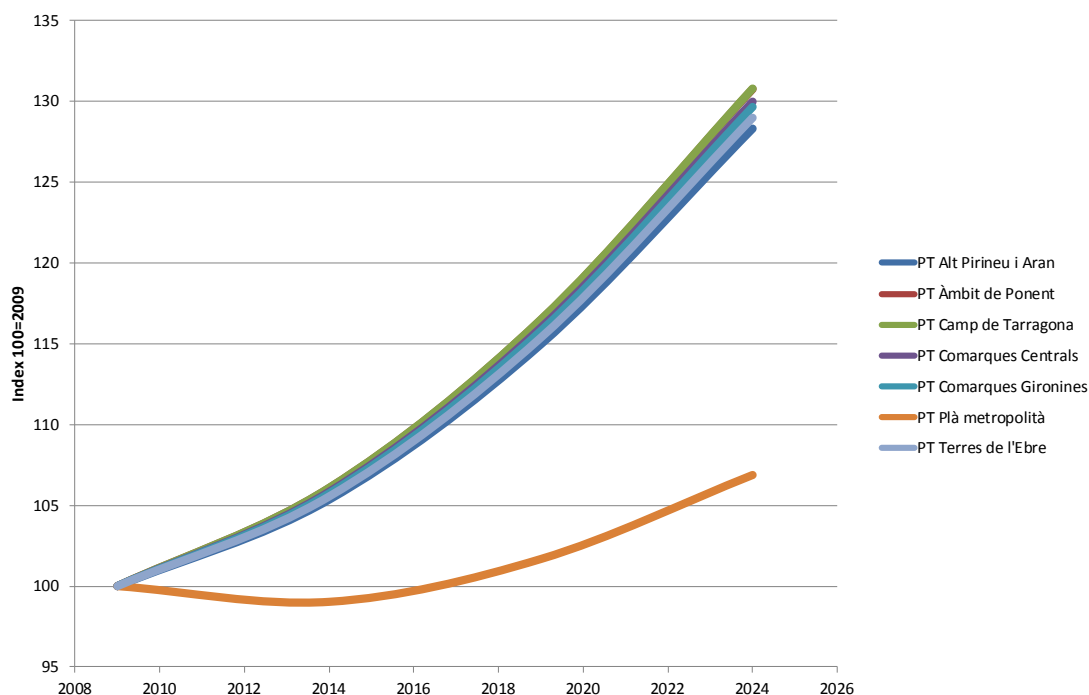
Notas:
Cifras en miles

5.2 Evolución de la ocupación

La ocupación, entendida esta como los lugares de trabajo localizados, es uno de los vectores que condiciona de manera sustancial la evolución del resto. Como se ha dicho, en el apartado metodológico, este modelo hace evolucionar la localización de la actividad económica mediante un proceso gravitatorio-antigravitatorio en el que se presumen considerado el efecto de las economías de aglomeración y desaglomeración sobre los patrones de distribución de la actividad económica. Esto sin embargo, no obstante para que los nuevos modelos productivos, cada vez más desmaterializados, aprovechen de manera diferente las ventajas/desventajas que brinda la aglomeración, y por tanto, que las tendencias de descentralización observadas en el pasado se ralenticen. En cualquier caso, el efecto que ejercerán los nuevos proyectos terciarios del área metropolitana podría ejercer un contrapeso a dicho proceso.

Como se había dicho antes, el escenario central que parte de dos hipótesis relacionadas con el incremento de la producción y de la productividad, sugiere que el periodo prospectivo estudiado, la actividad incremente en 515.000 LTL. Como se ve en los datos de la tabla inferior la mayor parte de este crecimiento se concentrará en el ámbito metropolitano de Barcelona, seguido por las comarcas gironinas, tarraconenses, y las centrales. En términos absolutos, las Tierras del Ebro y el Pirineo de Lérida serán, según el modelo, los ámbitos con menor crecimiento absoluto. En términos de crecimiento relativo el ámbito de Barcelona, a pesar de ser el que más crece en relativos dicho crecimiento sólo representa el 7%, de hecho todos los ámbitos territoriales restantes crecen casi todos cerca del 30% como se observa en la evolución del índice 100=2009. A pesar de esto, este crecimiento no tiene un reflejo lineal en el crecimiento de la población, lo cual pone de relieve el impacto que genera, por una parte, los procesos de descentralización demográfica, y por otro, la estructura demográfica de la población que estaba asentada en esos territorios en el año 2009, que puede ser más o menos receptiva a la nueva inmigración ocupada, como se ha comentado en el epígrafe anterior.

Figura 5 Evolución de la ocupación según el modelo tendencial



	Lugares de trabajo localizados LTL (miles de personas)				Incremento			Variación
	2009	2014	2019	2024	2009-2014	2014-2019	2019-2024	2009-2024
Cataluña	3.582	3.627	3.809	4.098	45	182	288	515
PT Alt Pirineu i Aran	36	38	41	46	2	3	5	10
PT Àmbit de Ponent	176	187	205	230	11	18	25	54
PT Camp de Tarragona	264	280	308	345	16	27	38	81
PT Comarques Centrals	261	276	302	339	15	26	36	78
PT Comarques Gironines	344	364	399	446	20	35	48	102
PT Plà metropolitana	2.422	2.398	2.462	2.588	-	24	64	166
PT Terres de l'Ebre	80	84	92	103	4	8	11	23
Prov. de Barcelona	2.673	2.664	2.754	2.915	-	9	90	242
Prov. de Girona	351	372	407	455	20	35	49	104
Prov. de Lleida	214	227	249	279	13	22	30	65
Prov. de Tarragona	344	364	400	448	20	35	49	104
	2009	2014	2019	2024				
Index 100=2009								
Cataluña	100	101	106	114				
PT Alt Pirineu i Aran	100	105	115	128				
PT Àmbit de Ponent	100	106	116	131				
PT Camp de Tarragona	100	106	116	131				
PT Comarques Centrals	100	106	116	130				
PT Comarques Gironines	100	106	116	130				
PT Plà metropolitana	100	99	102	107				
PT Terres de l'Ebre	100	106	115	129				
Prov. de Barcelona	100	100	103	109				
Prov. de Girona	100	106	116	130				
Prov. de Lleida	100	106	116	130				
Prov. de Tarragona	100	106	116	130				

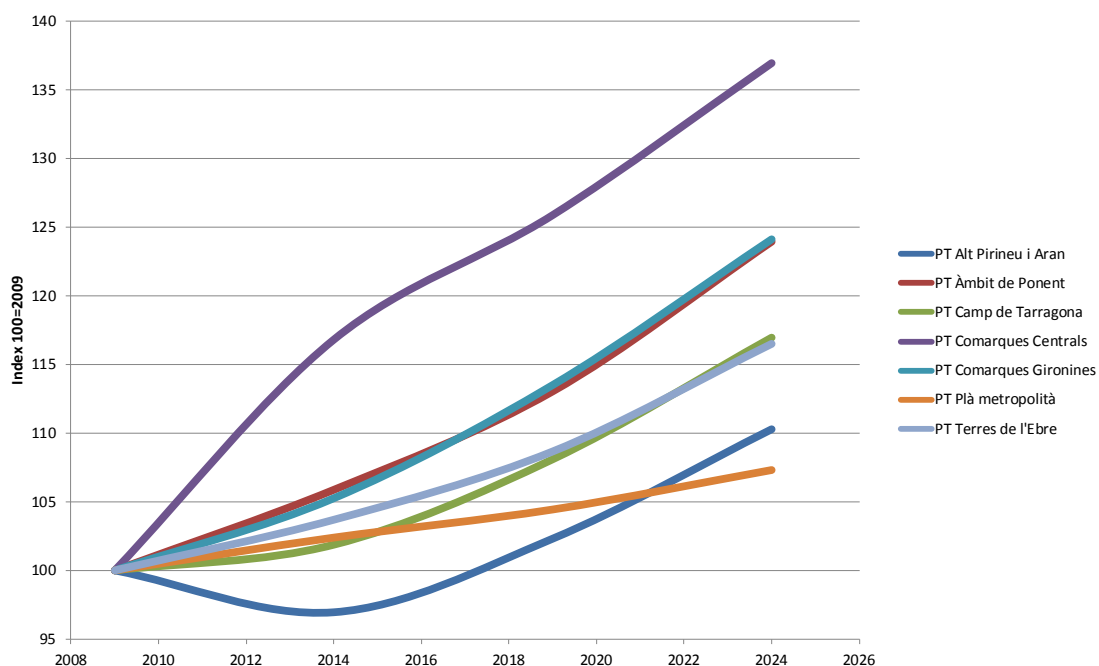
Elaboración propia
Fuente: Cálculo propio

Notas:
Cifras en miles

5.3 Evolución de las necesidades de vivienda principal

La evolución territorial de las necesidades de vivienda principal tiene correlato con el incremento de población, y sobre todo, con la estructura demográfica, y por tanto, con la dinámica potencial de creación de hogares. De tal suerte que aquellas áreas con incrementos de población significativos, y sobre todo, con una estructura de edades menos envejecida, es propensa a requerir más vivienda principal. De esta manera, la necesidad general que se había cifrado en 365 mil unidades se distribuirá de la siguiente manera: unas 137 mil en el ámbito metropolitano, seguido de las comarcas gironinas con una demanda de 72 mil, luego las centrales con 70 mil. Muy por debajo se sitúa la demanda del Pirineo Lleidatano y de las Tierras del Ebro. Naturalmente estos incrementos se refieren a viviendas principales, y en algunos territorios, como los mencionados antes, la imagen podría cambiar significativamente si se considera el impacto que genera la vivienda secundaria.

Figura 6 Evolución de las necesidades de vivienda según escenario tendencial



	Vivienda total (autoctona + inmigrante)				Necesidad quinquenal de vivienda			Variación
	2009	2014	2019	2024	2009-2014	2014-2019	2019-2024	2009-2024
Cataluña	2.831	2.937	3.047	3.196	106	109	149	365
	-	-	-	-				
PT Alt Pirineu i Aran	33	32	33	36	-	1	3	3
PT Àmbit de Ponent	129	136	146	160	8	9	14	31
PT Camp de Tarragona	232	237	251	272	4	14	21	39
PT Comarques Centrals	191	223	240	261	32	17	21	70
PT Comarques Gironines	298	313	338	369	16	25	32	72
PT Plà metropolitana	1.881	1.925	1.964	2.018	45	38	54	137
PT Terres de l'Ebre	69	71	75	80	3	3	5	11
	-	-	-	-				
Prov. de Barcelona	2.064	2.138	2.193	2.267	74	55	74	203
Prov. de Girona	304	319	344	376	15	25	32	72
Prov. de Lleida	163	173	185	202	10	12	17	39
Prov. de Tarragona	301	308	326	352	7	18	26	51
Index 100=2009	2009	2014	2019	2024				
Cataluña	100	104	108	113				
PT Alt Pirineu i Aran	100	97	102	110				
PT Àmbit de Ponent	100	106	113	124				
PT Camp de Tarragona	100	102	108	117				
PT Comarques Centrals	100	117	126	137				
PT Comarques Gironines	100	105	113	124				
PT Plà metropolitana	100	102	104	107				
PT Terres de l'Ebre	100	104	109	116				
Prov. de Barcelona	100	104	106	110				
Prov. de Girona	100	105	113	124				
Prov. de Lleida	100	106	113	124				
Prov. de Tarragona	100	102	108	117				

Elaboración propia
Fuente: Cálculo propio

Notas:
Cifras en miles

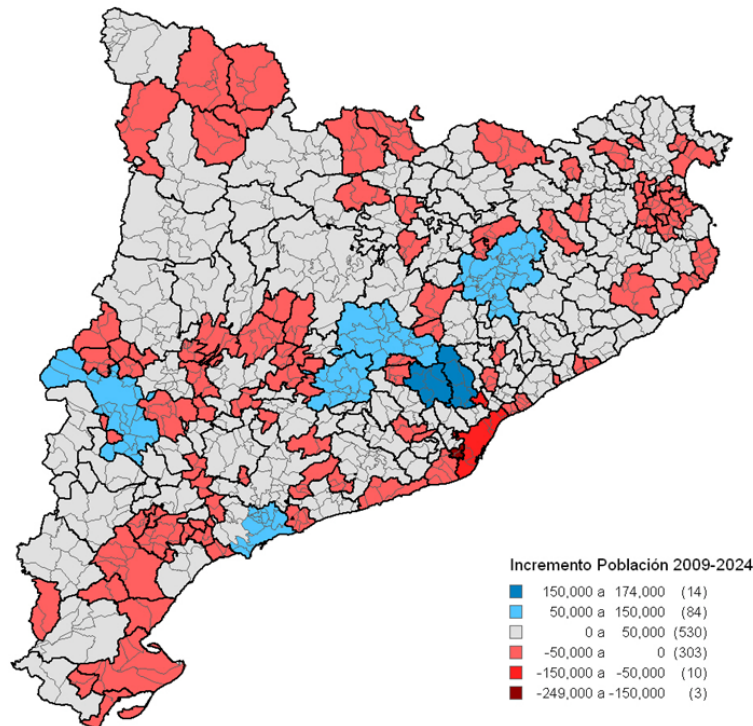
6. Resultados desagregados a escala de sistemas funcionales

El último nivel de desagregación espacial es el sistema funcional, que de hecho, es la unidad de análisis de la mayor parte de los submodelos que integran este modelo funcional. En este último epígrafe de los resultados del modelo tendencial se exponen los resultados de población, actividad económica y necesidades de vivienda.

6.1 Evolución de la población

La siguiente tabla detalla el ranking de incremento de población en el periodo 2009-24 en Cataluña a escala de protosistemas. En ella básicamente se analiza el incremento de población en los siguientes 15 años, donde destacan los protosistemas adscritos a las comarcas centrales como Sabadell, Terrassa y Vic, además del protosistema de Lleida, los cuales concentran el mayor incremento de población de acuerdo al modelo prospectivo. Esto reafirma la teoría acerca que el proceso de reorganización de la población ocurre en los protosistemas donde se están produciendo más trabajo. Paralelamente se puede analizar el lado opuesto de la reorganización de la población, es decir, el proceso de descentralización sufrido en mayor magnitud en este periodo en el protosistema de Barcelona, no obstante, en todo Cataluña se repite el mismo proceso, como ya lo habíamos mencionado, este proceso se puede deber a la concentración de población de los protosistemas centrales, producto de la creación de nuevos empleos, mejoras en las comunicaciones terrestres y el desplazamiento de las personas desde los protosistemas más periféricos hacia las áreas más con mayores capacidades de crecimiento.

Tabla 2 Incremento de la población a escala de protosistemas en el periodo 2009-24



ID Ranking	Codi Protosistema	Protosistema	Población 2009	Población 2024	Incremento de población 2009-24
1	8187	Sabadell	305,83	479,66	173,83
2	8279	Terrassa	231,61	385,34	153,73
3	25120	Lleida	162,54	242,87	80,33
4	8298	Vic	106,55	175,59	69,04
5	43148	Tarragona	210,41	266,10	55,69
6	8113	Manresa	127,17	180,28	53,11
7	8102	Igualada	71,01	122,89	51,88
8	8121	Mataró	151,25	197,49	46,24
9	8184	Rubí	153,77	194,75	40,98
10	8114	Martorell	96,12	133,21	37,09
11	8211	Sant Feliu de Llobregat	85,49	118,71	33,22
188	8088	Garriga (la)	22,76	12,01	- 10,75
189	8264	Sant Vicenç de Montalt	9,58	- 2,30	- 11,88
190	43038	Cambrils	33,04	18,56	- 14,49
191	8163	Pineda de Mar	44,13	27,67	- 16,46
192	8200	Sant Boi de Llobregat	311,11	290,75	- 20,36
193	8307	Vilanova i la Geltrú	137,62	113,87	- 23,75
194	8118	Masnou (el)	37,36	- 4,51	- 41,87
195	8260	Santa Perpètua de Mogoc	38,42	- 12,31	- 50,74
196	8019	Barcelona	2.272,59	2.129,04	- 143,55
197	8073	Cornellà de Llobregat	163,15	- 85,03	- 248,18

Fuente: Elaboración propia

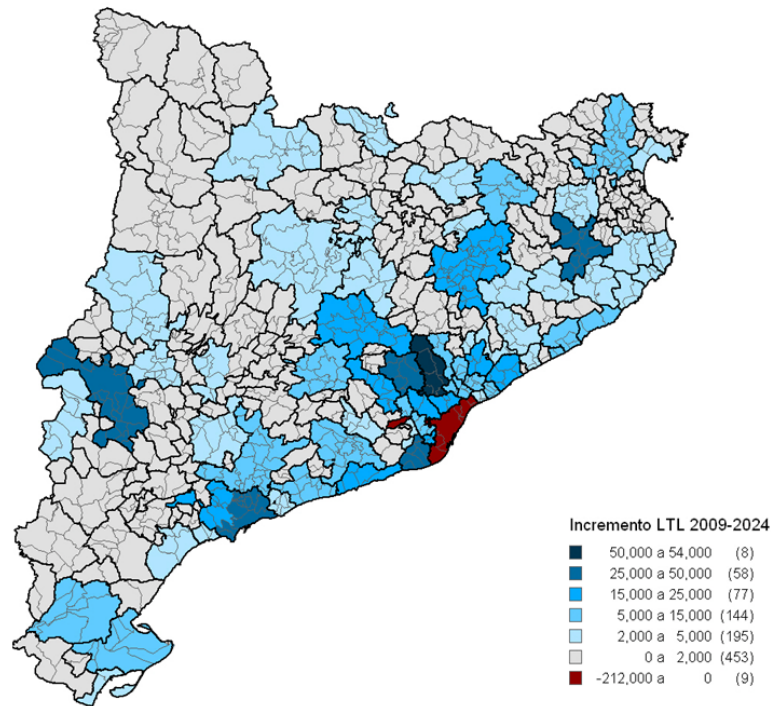
Protosistemas ordenados de mayor a menor de acuerdo a los resultados de incremento de población 2009-24

6.2 Evolución de la ocupación

En términos de incremento de la ocupación a escala de protosistemas el panorama se vuelve a repetir, los patrones de de distribución de la ocupación se concentra en el centro de Cataluña y el los protosistemas de la costa preferentemente.

En la figura siguiente se ordenan de mayor a menor a manera de ranking, los protosistemas que mayor incremento en el periodo 2009-24, destacan los incrementos positivos principalmente en los protosistemas centrales y costeros. Este fenómeno principalmente se debe a las tendencias de descentralización de los nuevos modelos productivos, abandonando el centro y repartiéndose en el resto de Cataluña.

En cifras, el protosistema de Barcelona perdería un total de 211.000 puestos de trabajo en los próximos 15 años, siendo en único protosistema que presenta un saldo negativo, lo cual confirma el proceso de descentralización territorial, el cual es absorbido por los nuevos centros emergentes en las periferias Catalanas.

Tabla 3 Incremento de los LTL a escala de protosistemas en el periodo 2009-24


ID Ranking	Codi Protosistema	Protosistema	Lugares de trabajo localizados LTL 2009	Lugares de trabajo localizados LTL 2024	Incremento de LTL 2009-24
1	8187	Sabadell	169,10	222,57	53,47
2	43148	Tarragona	108,65	144,25	35,61
3	8279	Terrassa	111,20	146,16	34,95
4	25120	Lleida	87,09	115,95	28,86
5	8200	Sant Boi de Llobregat	100,00	128,19	28,18
6	17079	Girona	85,88	113,40	27,52
7	8184	Rubí	81,10	104,43	23,33
8	8121	Mataró	77,36	100,13	22,77
9	8113	Manresa	69,07	90,62	21,55
10	8114	Martorell	72,16	93,10	20,94
11	8096	Granollers	67,53	87,24	19,71
188	43069	Gratallops	0,17	0,21	0,05
189	8297	Veciana	0,16	0,20	0,04
190	17031	Cabanelles	0,15	0,19	0,04
191	43085	Molar (el)	0,13	0,17	0,04
192	25253	Vilosell (el)	0,13	0,17	0,04
193	43174	Vilella Baixa (la)	0,12	0,15	0,03
194	43130	Rocafort de Queralt	0,09	0,12	0,03
195	43053	Duesaigües	0,05	0,06	0,01
196	8072	Corbera de Llobregat	3,91	3,48	- 0,43
197	8019	Barcelona	1.108,14	897,04	- 211,10

Fuente: Elaboración propia

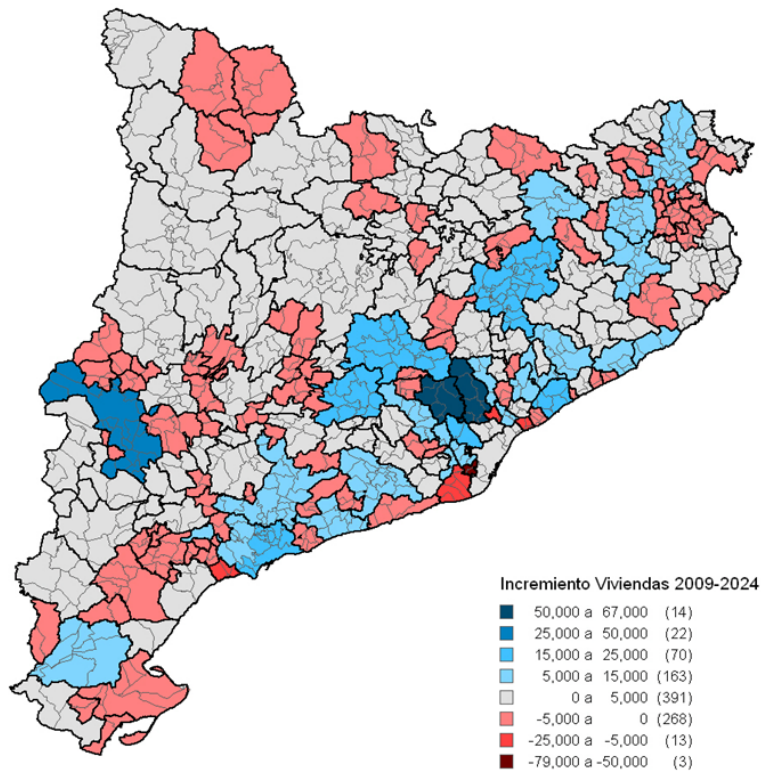
Protosistemas ordenados de mayor a menor de acuerdo a los resultados de incremento de LTL 2009-24

6.3 Evolución de las necesidades de vivienda principal

En relación a las necesidades de vivienda aquellos protosistemas con saldos negativos son en los cuales, el crecimiento demográfico y la creación de nuevos hogares es tan exigua que queda por debajo del número de hogares que previsiblemente fenecerán. Es decir, los saldos negativos han de interpretarse como un vaciamiento potencial de las viviendas actualmente ocupadas por hogares, en el peor de los escenarios posibles.

Esto no quiere decir que dichas viviendas vayan a quedar abandonadas, puesto que su reincorporación en el mercado inmobiliario puede venir de la mano de la demanda de segunda residencia, así como los cambios de uso pueden reincorporarlas como soporte de algunas actividades productivas de tipo terciario.

Tabla 4 Incremento de las necesidad de vivienda a escala de protosistemas en el periodo 2009-24



ID Ranking	Codi Protosistema	Protosistema	Vivienda principal 2009	Vivienda principal 2024	Necesidad de vivienda 2009-24
1	8187	Sabadell	112,03	178,78	66,75
2	8279	Terrassa	85,56	143,11	57,56
3	25120	Lleida	57,92	88,10	30,18
4	8298	Vic	38,15	61,67	23,52
5	43148	Tarragona	76,24	98,60	22,36
6	8121	Mataró	55,51	75,32	19,80
7	8113	Manresa	48,03	66,55	18,52
8	8102	Igualada	25,53	43,35	17,82
9	8184	Rubí	53,57	70,11	16,54
10	17023	Blanes	34,75	49,18	14,43
11	8114	Martorell	35,52	49,69	14,17
188	43136	Sant Carles de la Ràpita	9,34	5,80	- 3,53
189	43153	Torredembarra	13,64	9,89	- 3,75
190	8264	Sant Vicenç de Montalt	3,87	- 0,30	- 4,17
191	8163	Pineda de Mar	16,91	12,42	- 4,49
192	8307	Vilanova i la Geltrú	54,15	49,53	- 4,62
193	43038	Cambrils	12,38	7,15	- 5,23
194	8200	Sant Boi de Llobregat	122,47	109,55	- 12,92
195	8118	Masnou (el)	13,41	0,33	- 13,08
196	8260	Santa Perpètua de Mogoda	13,82	- 1,75	- 15,57
197	8073	Cornellà de Llobregat	59,75	- 18,79	- 78,54

Fuente: Elaboración propia

Protosistemas ordenados de mayor a menor de acuerdo a los resultados del calculo de necesidades de vivienda 2009

7. Conclusiones

El objetivo de este trabajo es avanzar, de manera prospectiva, en el conocimiento de territorial de la distribución de la población, el empleo y las necesidades de formación de hogares a partir de un modelo territorial. En este sentido, a partir de un modelo integrado de proyección con horizonte 2024 y año de partida 2009, se estudian los objetivos antes mencionados.

Los resultados se ofrecen segregados, desde la perspectiva temporal en periodos quinquenales (2009-2014, 2014-2019 y 2019-2024), y desde la perspectiva espacial, por ámbitos del plan territorial, provincias e incluso sistemas funcionales, expresamente delimitados para este estudio.

Sobre la evolución de la población del 2009

- I. El modelo de demanda de la población que en el año 2009 estaba asentada en Cataluña, parte de la evolución previsible de la misma. Así, utilizando las últimas tasas de fecundidad y mortalidad específicas por grupos de edad y género se ha podido estimar la evolución de este colectivo. Según este escenario de crecimiento vegetativo entre el año de partida (2009) y el horizonte (2024) la población catalana puede reducirse en -132 mil personas. Es decir, que si el territorio catalán fuese estanco, en tan sólo 15 años su población caería en casi un 2%. De esta manera en el año 2024, según nuestra proyección, en Cataluña habría sólo 7,34 millones de personas.
- II. La conjunción coyuntural de una estructura demográfica progresivamente deficitaria en términos de oferta de mano de obra, como se ha visto antes, y de un crecimiento económico moderado pero continuado ha iniciado, un proceso inmigratorio importante por su fuerza en los periodos de bonanza económica, el cual progresivamente se ha ralentizado debido a los periodos recesivos en materias económicas.

Sobre el crecimiento económico

- III. Considerando un incremento de la participación de la población “autóctona” (la asentada en Cataluña en el año 2009), básicamente por la igualación de oportunidades para que las nuevas generaciones de mujeres se incorporen al mercado laboral, y una reducción del desempleo hasta tasas técnicas mínimas, resulta que la oferta de trabajadores derivados de los “autóctonos” se podría cuantificar un déficit real de trabajadores de unas 517.000 personas, de no haber inmigración.
- IV. Por otra parte partiendo de un escenario de crecimiento del PIB del 1,25% medio anual entre el 2009-14, del 2,5% del 2014 al 2019 y del 3,5% entre el 2019 y 2024, y de un

incremento de la productividad entorno del 1,0% al 2,0%(incrementando quinquenalmente medio punto) resulta que en Cataluña se podrían crear: 44.557 mil, 182.223 mil y 288.447 mil nuevos empleos en los respectivos quinquenios. Es decir 515.227 mil nuevos lugares de trabajo en el periodo 2009-24.

- V. Por tanto entre el 2009 y el 2024 la oferta de trabajadores “autóctonos” decrecerá, al tiempo que la demanda incrementará. En consecuencia es muy probable que el déficit de trabajadores se sitúe cerca los 1.4 mil ocupados, los cuales dada la igual situación del resto del país, ya están llegando del extranjero.
- VI. Por lo tanto, la reducción del número de trabajadores potenciales sea compensada por incremento de los niveles de productividad o incorporación de inmigrantes en el mercado laboral no sólo para cubrir las plazas que quedarán vacías (una vez que el pulso económico se recupere y la bolsa de actuales parados se absorba), sino y sobre todo, las que se creen de nueva planta ante la expansión económica previsible.

Sobre la inmigración económica

- VII. Considerando los flujos hipotéticos de trabajadores, de sus acompañantes y del nacimiento de la segunda generación de inmigrantes resulta que, por lo menos, entre el año 2009 y el 2024, habrá unos 802 mil nuevos inmigrantes. Lo cual como se ha dicho, es una estimación a la baja de dicha población, por incluir, de manera exclusiva, a los inmigrantes ocupados.

Sobre el incremento global de población

- VIII. Así pues, la población total de Cataluña en el año 2024 podría llegar a ser de 8,14 millones de personas, de las cuales 7,34 millones serían los “autóctonos” (es decir los sobrevivientes de la población asentada en el 2009) y los nuevos inmigrantes computarían por 670 mil personas.

Sobre la evolución de las necesidades de vivienda

- IX. El resultado del modelo de evolución demográfica permite conocer la población total, por estrato de edades, sexo y naturaleza (natural y migratoria) para cada uno de los ámbitos estudiados y cada periodo de análisis n (2014, 2019 y 2024). Mientras que el análisis de la evolución de las tasas de principalidad permiten realizar una prospección del posible desarrollo de las pautas de formación de hogares.

- X. La hipótesis de este trabajo es un incremento gradual de las tasas de principalidad sobre todo de la población autóctona en los dos primeros quinquenios, hasta estabilizarse en el último, pero también de la población inmigrante pasado unos años de su incorporación laboral. Por lo que respecta a la tasa general de principalidad de la población autóctona la hipótesis es que pase del 43,2% en el año 2001, hasta el 44,4% en el año horizonte del 2024, siendo los escenarios intermedios del 44% en el año 2014 y 44,2% en el año 2019. En relación a las tasas de principalidad de los nuevos inmigrantes en el año 2001, es un algo inferior a la de la población autóctona, en concreto se sitúa en un 41%, donde se prevé que hasta el año horizonte del 2024 se incremente gradualmente debido al asentamiento económico de dicha población.
- XI. Así, mientras que en el año 2009, estimamos a partir de la estadística del Ministerio de Vivienda, había en Cataluña 2.831.424 hogares, a primero de enero del año 2024, el modelo indica que habrá previsiblemente unos 3.196.009 hogares, un incremento, por tanto, equivalente a 364.584 mil, de las cuales unas 246 mil viviendas estarían destinadas a satisfacer la demanda de los nuevos inmigrantes.