



## Trabajo Fin de Grado

Relación entre el asma infantil y los determinantes  
de la salud en Aragón: Variación geográfica y  
modelos de regresión

Autora

Adriana Alcalá Canales

Directoras

María Zuñiga Antón  
María Sebastián López

Facultad de Filosofía y Letras  
2014

# Resumen

---

La relación entre factores ambientales y enfermedades ha sido tratada desde la antigüedad. En los últimos años, las nuevas tecnologías permiten la existencia de almacenamiento de la información en grandes bases de datos, facilitan el acceso a la misma y ofrecen una gran posibilidad de análisis. Entre estas encontramos los Sistemas de Información Geográfica que permiten completar los análisis estadísticos de la información a través de la representación cartográfica y por lo tanto análisis visual de la misma.

En el siguiente trabajo se estudia la prevalencia del asma en Aragón y los determinantes de la salud que la condicionan. Se presenta un análisis descriptivo de todas las variables con el fin de mostrar su variabilidad espacial dentro de la comunidad y se estudia la existencia o no de relaciones lineales entre la prevalencia del asma y sus determinantes a través del modelo de Pearson.

Los resultados obtenidos varían según la variable representante de la prevalencia del asma. Si relacionamos los determinantes con los valores de REM de asma, se aceptan las relaciones con el bajo peso al nacer, el tabaquismo, la renta per cápita, la edad media de los edificios, la población, la población urbana y la cercanía a carreteras, y si relacionamos la tasa de prevalencia de asma con los determinantes, no se acepta la relación entre el asma infantil ni con respecto al bajo peso al nacer ni la cercanía a carreteras, pero sí con respecto a la vegetación alérgena. Sin embargo, todas estas relaciones son de baja intensidad por lo que consideramos este trabajo como un primer acercamiento al estudio del asma y sus determinantes, dejando para trabajos futuros la opción de completarlo con análisis más complejos e interdisciplinares.

Palabras clave: Prevalencia del asma infantil, geografía médica, cartografía médica, determinantes de la salud, Zonas Básicas de Salud.

# Índice

<b>1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>8</b>
3.1.	Elección de determinantes.....	8
3.2.	Fuentes y obtención de la información.....	10
3.3.	Tratamiento de la información .....	13
3.4.	Tratamiento estadístico .....	23
3.5.	Análisis de regresión .....	25
3.6.	Representación cartográfica .....	27
<b>4.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>28</b>
4.1.	Estadística descriptiva .....	28
4.2.	Modelos de regresión .....	51
<b>5.</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>82</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>84</b>

# 1. Introducción

---

La Geografía Médica o Geografía de la salud es entendida como la rama de la Geografía que se encarga de la aplicación del conocimiento geográfico, sus métodos y técnicas a la prevención y estudio de enfermedades (Verhasselt, 1993). Aunque ésta en algunos casos no se establece como una disciplina diferente a la Epidemiología (Da Silva, 1992), sí que podemos encontrar diferencias entre estas dos ciencias. La Geografía Médica tradicional, encargada del estudio de la distribución de enfermedades humanas o animales en diferentes zonas geográficas (Kotlyokov y Komarova, 2007) y sus patrones temporales, es el campo de la Geografía de la Salud más cercano a la Epidemiología, ciencia que estudia tres aspectos de las enfermedades: patrones temporales, locales y personales. Sin embargo, esta rama de la Geografía también se centra en la distribución y el planeamiento de componentes y recursos del Sistema de Atención Médica, o la aproximación a los conceptos de bienestar, y calidad de vida (Iñiguez Rojas, 1998).

La geografía forma parte del desarrollo histórico de la medicina, al igual que muchos geógrafos se han interesado por temas de carácter médico en sus estudios.

La relación entre ambas disciplinas aparece en la antigüedad en *Sobre los aires, aguas y lugares* de Hipócrates (s. VI a. C.), en el cual variables geográficas y sociales como la localización urbana, el clima, el suelo, el agua y los modos de vida son consideradas en el estudio de las enfermedades. Se trata de un enfoque ambientalista de la geografía que continúa en la Ilustración con Thomas Sydenham y James C. Ryley. Éstos relacionan el medio ambiente y las enfermedades aplicando además tanto métodos matemáticos como estadísticos sobre datos meteorológicos para explicar las causas de los niveles de mortalidad. Dentro de este enfoque, la relación entre cartografía y medicina se señala en el año 1672 con la monografía de Charles Clermont *De aer, locis et acquis terrae Angliae: deque morbis Anglorum vernáculas*. En España, poco después, en 1686 y de la mano del aragonés Nicolás Francisco San Juan y Domingo aparece el primer ejemplo español de cartografía médica. En el siglo XVIII las cartografías británicas se centraron en el estudio de los espacios tropicales, con el fin de adaptarse a las condiciones y ambientes de estos lugares, y en espacios urbanos.

En el siglo XIX se busca la causalidad entre los factores geográficos y los fenómenos patológicos. Esto se ve representado en la obra de Friedrich Schnurrer *Charte über die geographische Ausbreitung der Krankheiten* en la que aparece el primer mapa de distribución a nivel mundial de las enfermedades. Por otro lado, en Inglaterra, la fiebre amarilla y el cólera durante los siglos XVIII y XIX fueron la causa de los primeros mapas de distribución de enfermedades en un entorno urbano. Especialistas tanto contagionistas como anticontagionistas usaron esta herramienta para explicar sus teorías. Por un lado el contagionista Dr. Valentine Seaman crea el primer mapa de distribución en la ciudad de Nueva York en 1798 y por otro John Snow es el creador de los mapas más famosos del siglo XIX. Éste último es considerado el padre de epidemiología por su trabajo en el que localiza en un mapa los casos de cólera en torno a Broad Street en Londres. En 1852 se publica el *Physikalischer Atlas* de Heinrich Berghaus, primer ejemplo realizado por un cartógrafo en sí, que contiene una sección dedicada a mapas de temática médica, mostrando la distribución de variedad de epidemias. En este momento se comienza a utilizar la cartografía como herramienta para la Salud Pública. (Meade, Florin, Gesler).

En el siglo XX la geografía médica se centra principalmente en marcar las distribuciones de enfermedades infecciosas y parasitarias, pero también aparecen nuevos conceptos en torno al entendimiento de la salud. En 1948 la Organización Mundial de la Salud define a ésta como “un estado de bienestar físico, mental y social completo y no solamente la ausencia de enfermedad o afecciones”.

En torno a la década de 1980 aparece un enfoque social y ambientalista en esta rama de la geografía que estudia aquellos comportamientos, sustancias y condiciones que actúan alrededor del individuo y que pueden influenciar o modificar su estado de salud y bienestar. Melinda S. Meade concibe la enfermedad como una inadaptabilidad entre la combinación de tres factores: la población, el medio y la cultura. Por lo que considera que tanto la genética y la predisposición del individuo como las variables externas y las prácticas sociales y percepción propia interaccionan y son factores de la aparición de afecciones en el individuo.

A finales de siglo en Reino Unido, Canadá, Estados Unidos y Francia los estudios se centran también en enfermedades no infecciosas entre las que destaca el cáncer. Éstos analizan factores de riesgo y condicionantes ambientales – ruido,

contaminación, calidad del aire, envejecimiento...- así como diferencias entre espacios rurales y urbanos que puedan modificar el estado de salud y bienestar.

En el siguiente trabajo se entiende el estado de salud y bienestar como el resultado de complejas interacciones entre el sistema biológico interno y el ambiente que rodea al individuo. Se pretende estudiar el contexto espacial de la prevalencia de una enfermedad, el asma infantil, y se acepta por tanto que este es el resultado de la combinación de determinantes genéticos y ambientales.

El asma es una enfermedad inflamatoria de las vías respiratorias de carácter crónico. Actualmente, padecer de asma es definida como haber tenido un ataque de asma o haber recibido medicación para esta enfermedad en los últimos doce meses.

En los últimos años se ha observado prevalencia del asma tanto en niños como en adultos jóvenes. Lo cual se debe a un proceso paradójico, ya que a medida que el conocimiento y el tratamiento de la enfermedad aumenta también aumentan los casos diagnosticados. Esto es un aliciente más al estudio de su prevalencia y posibles diferencias regionales como parte del estudio patológico de la enfermedad.

Los estudios epidemiológicos del asma demuestran una gran variabilidad geográfica entre diferentes regiones o poblaciones y también presentan variabilidades temporales. No existe un consenso entre la comunidad científica sobre la determinación de las causas de estas diferencias, ya que no hay suficientes datos que las expliquen. Pero si que existen estudios y orientaciones que indican que los factores ambientales y los hábitos de vida influyen en la prevalencia de asma. Aunque no sean explicativos por sí solos.

Se trata de lo que se denomina determinantes de la salud y la exposición a factores ambientales, que juntos con un alto componente hereditario, agravan y puede provocar la aparición del asma. El análisis de éstos y su posterior control podría mejorar la calidad de vida de la población afectada y evitar la aparición de más casos de los esperados.

Por ello, este trabajo pretende acercarse a la distribución o prevalencia del asma en un ámbito regional a escala subregional y mostrar la relación entre esta prevalencia de la enfermedad, el asma infantil, en una población y los factores ambientales y socio-demográficos que a ésta afectan.

## 2. Objetivos

---

La existencia de diferencias regionales en valores de mortalidad e prevalencia de enfermedades resultan un problema social, por lo que entendemos que el análisis espacial de la prevalencia de una enfermedad resulta de utilidad cuando nos acerca al contexto en el que esta se presenta, detecta diferencias regionales y evidencia riesgos. Así el análisis geográfico de las enfermedades debe ser considerado una herramienta para el conocimiento y la evaluación del estado de salud territorial, y por lo tanto para el planeamiento y gestión de los recursos sanitarios.

A esto le sumamos la representación cartográfica de los datos que permite una visualización directa de estos para la resolución de problemas o el planteamiento de nuevas líneas de trabajo o mejora tanto demográficos o territoriales como del sistema de salud. En este trabajo no se analiza la eficiencia del sistema sanitario de manera interna, sino que presenta un análisis del sistema de salud aragonés a partir de una enfermedad crónica desde una perspectiva externa o ambiental.

El objetivo principal de este trabajo es conocer la distribución espacial de la prevalencia del asma y analizar si existe relación con diferentes factores geográficos o determinantes de la salud. Partimos, por tanto, de la hipótesis de que la prevalencia del asma infantil se encuentra relacionada, de manera dependiente, con la distribución espacial de los determinantes de la salud.

Como objetivos secundarios, que nos ayudarán a cumplir nuestro objetivo principal, encontramos los siguientes:

- Conocer la distribución en Aragón de la prevalencia del asma infantil
- Conocer la distribución en Aragón de los determinantes de la salud
- Estudiar la relación entre ambos
- Representación cartográfica de los resultados.

Suponiendo que las siguientes hipótesis son ciertas:

- Existe una variabilidad espacial de la prevalencia del asma infantil
- Existe una variabilidad espacial de los determinantes de la salud

- Existe relación entre la variabilidad de los determinantes y la prevalencia del asma infantil

Para la consecución de estos objetivos, se ha planteado el grueso del trabajo en dos grandes bloques: Metodología y resultados. En el primero, se recogen todos los pasos intermedios que nos permiten obtener la información necesaria para realizar el estudio pertinente de las variables planteadas en el trabajo. Es decir, la toma de decisiones, búsqueda de datos y transformación de la información.

### 3. Metodología

---

El proceso seguido para la realización del trabajo que nos ocupa sigue el siguiente esquema **que nos lleva a la consecución de todos nuestros objetivos.**

Para escoger la información que queremos tratar se escogieron en primer lugar los determinantes de la salud influyentes en la aparición del asma infantil y el estadístico a utilizar para su análisis. Realizada la elección se procedió a la búsqueda de información sobre estos y la elección del material estadístico disponible y aceptable. Una vez obtenida la información se procede a la homogeneización de la información y su tratamiento estadístico para obtener los estadísticos finales que nos servirán para el estudio de regresión.

#### 3.1. Elección de determinantes

---

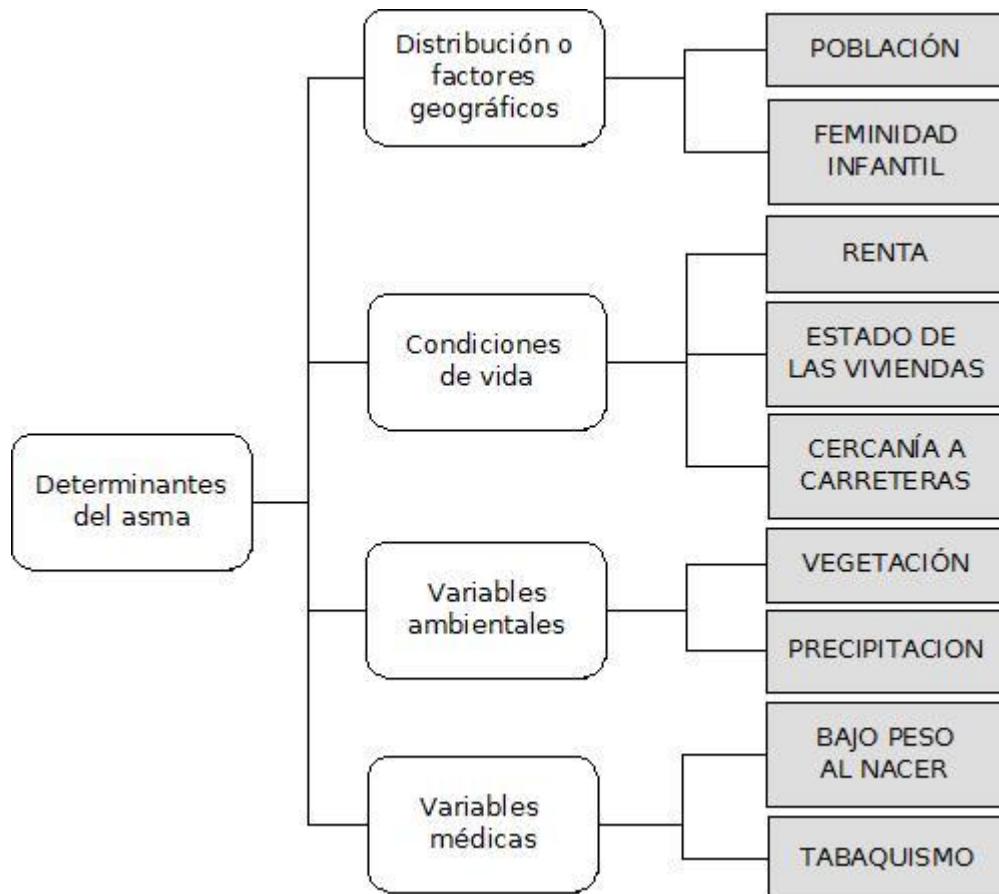
La elección de los determinantes de la salud o factores ambientales y sociales, considerados en el trabajo como desencadenantes de la enfermedad, se ha realizado a través de la consulta de bibliografía de carácter médico sobre la enfermedad del asma y bajo la supervisión de José María Llorente (medicina general. Máster en Salud Pública).

La población como determinante de la salud hace referencia tanto al número de personas adscritas a una Zona Básica de Salud como al carácter urbano o rural de ésta. El estudio de la diferencia de la prevalencia del asma entre entornos urbanos y rurales se apoya en la relación entre los contaminantes urbanos y el asma (Vieira, 2012). Otro determinante que tiene en cuenta la calidad del aire es el de cercanía a carreteras de la población. Este último pretende analizar si existe relación entre los contaminantes producidos por la circulación y el asma infantil.

La renta y el estado de las viviendas representan los factores socio-económicos que afectan tanto a la aparición de la enfermedad como a su percepción y, por lo tanto, registro por el sistema de salud. Además el estado de las viviendas recoge las posibles exposiciones de los niños a entornos húmedos o microorganismos causantes de reacciones alérgicas y afecciones respiratorias.

Tanto la precipitación como la vegetación se han considerado factores determinantes del asma infantil debido a su relación con las reacciones alérgicas

dependientes de factores ambientales. Suponemos que la vegetación alérgena y unas precipitaciones bajas en la época de polinización aumentan los casos de alergias respiratorias (SEICAP).



**Figura 1.** Diagrama explicativo de las variables consideradas en el trabajo según los cuatro grupos de determinantes de la salud

La elección del bajo peso al nacer como determinante de la prevalencia del asma, nace de la consideración de esta patología como un factor de riesgo en cuanto al desarrollo de enfermedades en la infancia, la aparición de alergias y patologías respiratorias. (Galván, T., Carlos, J., y Pérez, R., 2000)

Por último, con el análisis del tabaquismo pretendemos relacionar la exposición de los infantes al humo en su entorno diario. (Strachan, D.P. y Cook, D.G., 1998)

### 3.2. Fuentes y obtención de la información

---

La información utilizada se ha obtenido de fuentes secundarias entre las que encontramos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Instituto Aragonés de Estadística(IAEST), para datos cuantitativos; y el Sistema de Información Territorial de Aragón, el Atlas Climático de Aragón y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para las variables con carácter espacial.

Las tres variables médicas, relativas al asma infantil, bajo peso al nacer y tabaquismo, las encontramos en el Instituto Aragonés de Estadística. Se trata de información cuantitativa referida a la escala espacial de Zonas Básicas de Salud. La variable por la que se representa es la Razón Estandarizada de Morbilidad (REM). La Razón Estandarizada de Morbilidad, variable por la que se representa la prevalencia, es la relación entre en número de casos observados y el esperado a partir de los datos recogidos en el conjunto poblacional, en este caso Aragón.

$$REM = \frac{\text{Casos observados}}{\text{Casos esperados}} \times 100$$

A continuación se detallan las variables analizadas, su fuente de información y su naturaleza:

V. Dependiente	ASMA INFANTIL
Información original	REM Tasa de prevalencia
Variable a estudiar	REM
Tipo de información	Cuantitativa
Escala original	Zona Básica de Salud
Fuente	IAEST. 2008 Boletín del Estado de Salud de Aragón

Determinante	Peso al nacer
Información original	REM
Variable a estudiar	REM
Tipo de información	Cuantitativa
Escala original	Zona Básica de Salud
Fuente	IAEST. 2008

Determinante	<b>Tabaquismo</b>
<b>Información original</b>	REM
<b>Variable a estudiar</b>	REM
<b>Tipo de información</b>	Cuantitativa
<b>Escala original</b>	Zona básica de Salud
<b>Fuente</b>	IAEST. 2008

Determinante	<b>Población total</b>
<b>Información original</b>	Población total
<b>Variable a estudiar</b>	Población total
<b>Descripción</b>	Población observada a 1 de Enero de 2013
<b>Tipo de información</b>	Cuantitativa
<b>Escala original</b>	Municipio
<b>Fuente</b>	INE. Padrón Municipal

Determinante	<b>Población total</b>
<b>Información original</b>	Población masculina menor de 16 años Población femenina menor de 16 años
<b>Variable a estudiar</b>	Índice de Feminidad
<b>Descripción</b>	Población observada a 1 de Enero de 2013
<b>Tipo de información</b>	Cuantitativa
<b>Escala original</b>	Municipio
<b>Fuente</b>	INE. Padrón Municipal

Determinante	<b>Renta</b>
<b>Información original</b>	Renta per cápita
<b>Variable a estudiar</b>	Renta per cápita
<b>Descripción</b>	Caracterización de la renta per cápita de un municipio por tramos: 1: Menor de 6.000 euros; 2: De 6.000 a 7.999 euros; 3: De 8.000 a 9.999 euros; 4: De 10.000 a 11.999 euros; 5: De 12.000 a 13.999 euros; 6: De 14.000 a 15.999 euros; 7: Mayor o igual de 16.000 euros
<b>Tipo de información</b>	Cuantitativa
<b>Escala original</b>	Municipio
<b>Fuente</b>	IAEST

<b>Determinante</b>	<b>Estado de vivienda</b>
<b>Información original</b>	Edad del edificio Estado del edificio
<b>Variable a estudiar</b>	Edad del edificio Estado del edificio
<b>Descripción</b>	Datos no actuales, recogidos en el Censo de Población y Viviendas de 2001
<b>Tipo de información</b>	Cualitativa y cuantitativa
<b>Escala original</b>	Municipio transformada a ZBS
<b>Fuente</b>	INE.

<b>Determinante</b>	<b>Cercanía a carreteras</b>
<b>Información original</b>	Población por municipios
<b>Variable a estudiar</b>	Porcentaje de población urbana por ZBS
<b>Descripción</b>	
<b>Tipo de información</b>	Cuantitativa
<b>Escala original</b>	Aragón
<b>Fuente</b>	SITAR

<b>Determinante</b>	<b>Vegetación</b>
<b>Información original</b>	Superficie ocupada por las distintas cubiertas vegetales
<b>Variable a estudiar</b>	Porcentaje ponderado de ocupación ve vegetación alérgena por ZBS
<b>Descripción</b>	
<b>Tipo de información</b>	Cualitativa
<b>Escala original</b>	Aragón
<b>Fuente</b>	MAGRAMA

<b>Determinante</b>	<b>Precipitaciones</b>
<b>Variable de la información</b>	Precipitación media anual (mm)
<b>Variable a estudiar</b>	Precipitación media anual por ZBS
<b>Descripción</b>	
<b>Tipo de información</b>	Cuantitativa
<b>Escala original</b>	Aragón
<b>Fuente</b>	Atlas Climático de Aragón

### 3.3. Tratamiento de la información

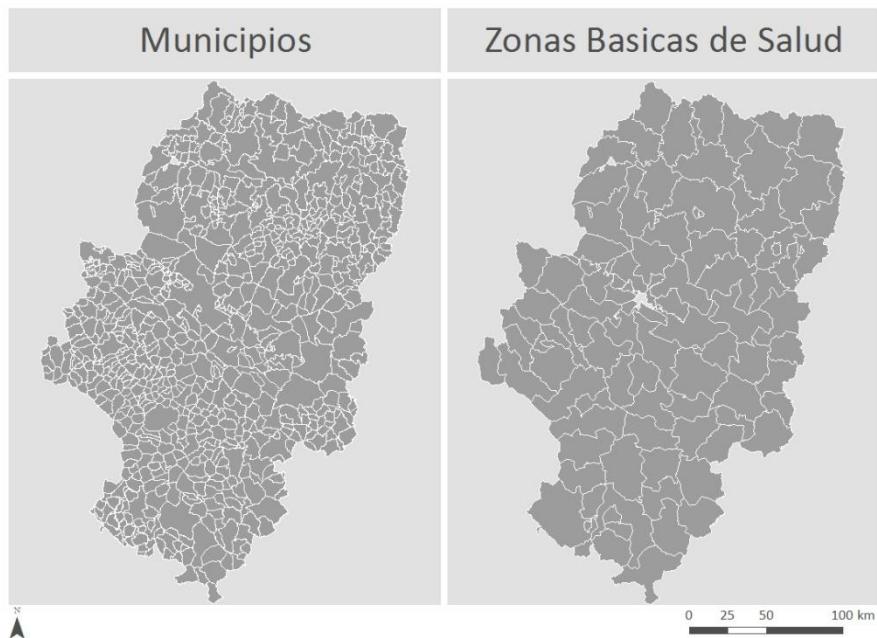
---

Como hemos dicho, partimos de la hipótesis de que los determinantes ambientales y sociales, y por lo tanto la prevalencia de una enfermedad, presentan diferencias en su distribución espacial.

En primer lugar debemos tener en cuenta que dentro de los determinantes elegidos tratamos tanto con fenómenos continuos como con fenómenos discretos.

Se entiende por fenómeno continuo, aquél que tiene presencia en todos y cada uno de los puntos del territorio y por fenómeno concreto, aquél que sólo tiene presencia en algunos puntos del territorio. En el caso de los determinantes elegidos, la vegetación y las precipitaciones son fenómenos continuos, esto quiere decir que su distribución no responde o no está limitada por fronteras administrativas. Por ello y debido a la distribución espacial del resto de los datos por fronteras administrativas, será necesaria una agregación artificial de estos fenómenos continuos al nivel administrativo. El criterio utilizado para limitar estos fenómenos será el de la elección final de escala de trabajo, decisión dependiente del resto de elementos a analizar.

En segundo lugar se observa cómo la información recogida sobre los fenómenos concretos no se presenta en una escala homogénea. Se encuentran tanto datos desagregados a escala municipal- los factores socio-demográficos (la población, la renta, el estado de la vivienda, y a nivel de zonas de salud)- como a escala de Zonas Básicas de Salud -los datos de origen médico (REM de asma infantil, bajo peso al nacer y tabaquismo)-. Los datos municipales hacen referencia a las características de la población observadas en un solo municipio, por otro lado, los datos referidos a Zonas Básicas de Salud (ZBS) refieren a los valores observados en el conjuntos de la población que es atendida por un Equipo de Atención Primaria. De la definición de ZBS se deduce que esta puede contener los datos de varios municipios -como ocurre en las zonas rurales- o que un municipio se vea dividido en varias ZBS -como ocurre en las zonas urbanas de Zaragoza, Huesca y Teruel-.



**Mapa 1.** Diferenciación de las escalas de agregación de los datos

La solución que se ha adoptado en este estudio es trasformar la escala de toda la información de nivel municipal a ZBS. La toma de ésta decisión se basa en que la escala original en la que encontramos datos médicos, base del trabajo, se encuentra referenciada a ZBS.

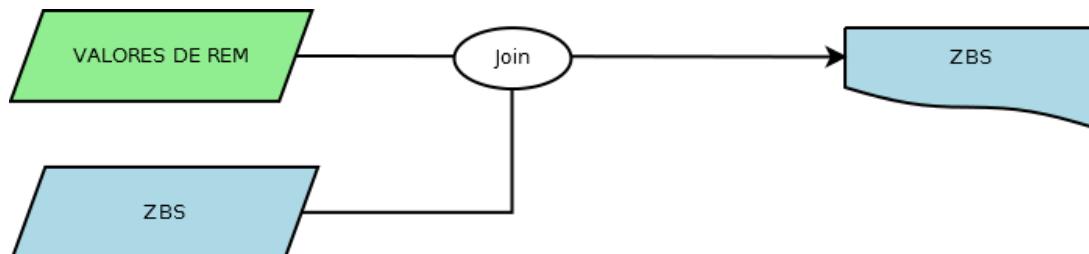
## Zonas Básicas de Salud de Aragón



Mapa 2. Zonas Básicas de Salud de Aragón

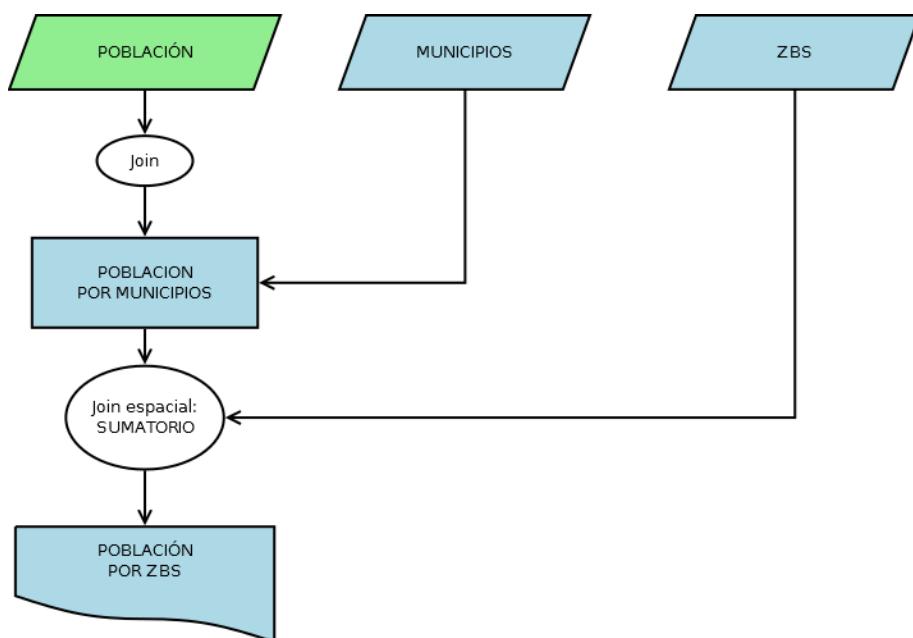
Para esta trasformación se ha hecho uso del software informático ArcMap 10.1. El cual nos ha permitido tanto volcar toda la información, procedente de bases de datos, en capas espaciales y, en los casos necesarios, la trasformación de ésta a la escala deseada.

Todos los datos de origen médico han precisado un único proceso: volcar los valores REM en la capa vectorial de Zonas Básicas de Salud.



**Figura 2.** Esquema explicativo de la transformación espacial de las variables médicas

Para la transformación de la información referente a población total se ha realizado el siguiente proceso. En origen poseemos una base de datos con el número de habitantes por municipios, el número total de varones menores de 16 años y el número total mujeres menores de 16 años, datos a fecha de 1 de Enero de 2013. En primer lugar se ha volcado la información original en una capa espacial vectorial de los municipios aragoneses y a través de un *join espacial* se le ha asignado a cada Zona Básica de Salud el sumatorio de la población referida a los municipios que en ella se incluyen.

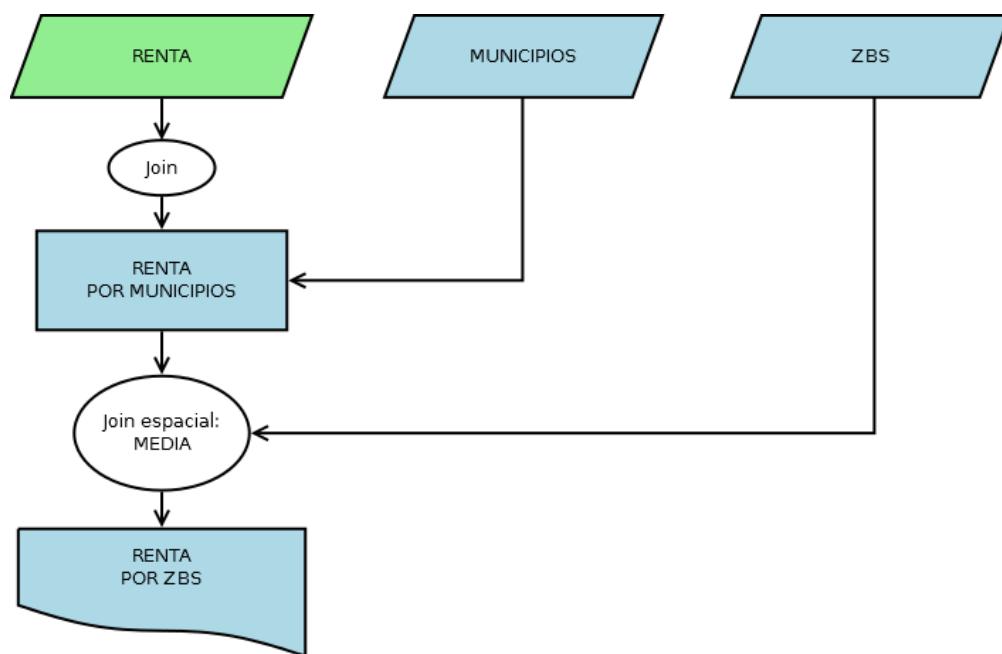


**Figura 3.** Esquema explicativo de la transformación espacial de la variable población

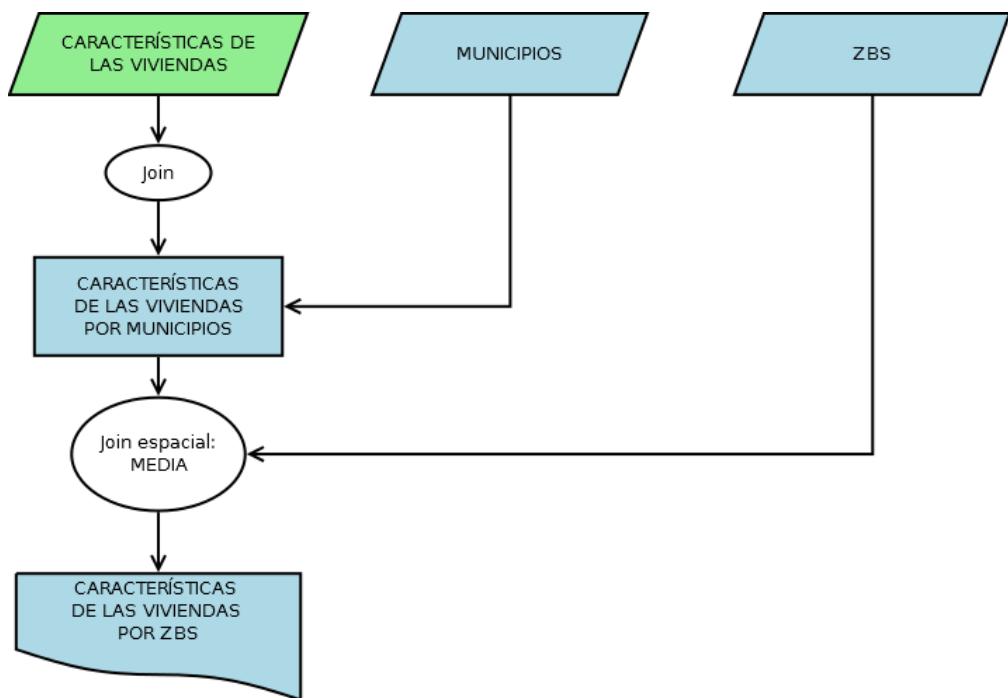
En el caso de las ZBS que sólo contienen una parte de un municipio se ha utilizado la información de 2008 sobre la población residente en ZBS ya incluida en la capa espacial de ZBS en origen.

Igual que en el anterior caso, los datos sobre el nivel percibido de renta per cápita se encuentran a escala municipal. En este caso se ha optado por asignar a cada ZBS el valor medio de renta per cápita de los municipios en ellas incluidos.

Las características de las viviendas, tanto edad media como estado, se han volcado en la capa espacial de municipios y posteriormente se han asignado a cada ZBS, en el caso de ambas variables se han tomado los valores medios referidos a los municipios que se incluyen en cada una de ellas.

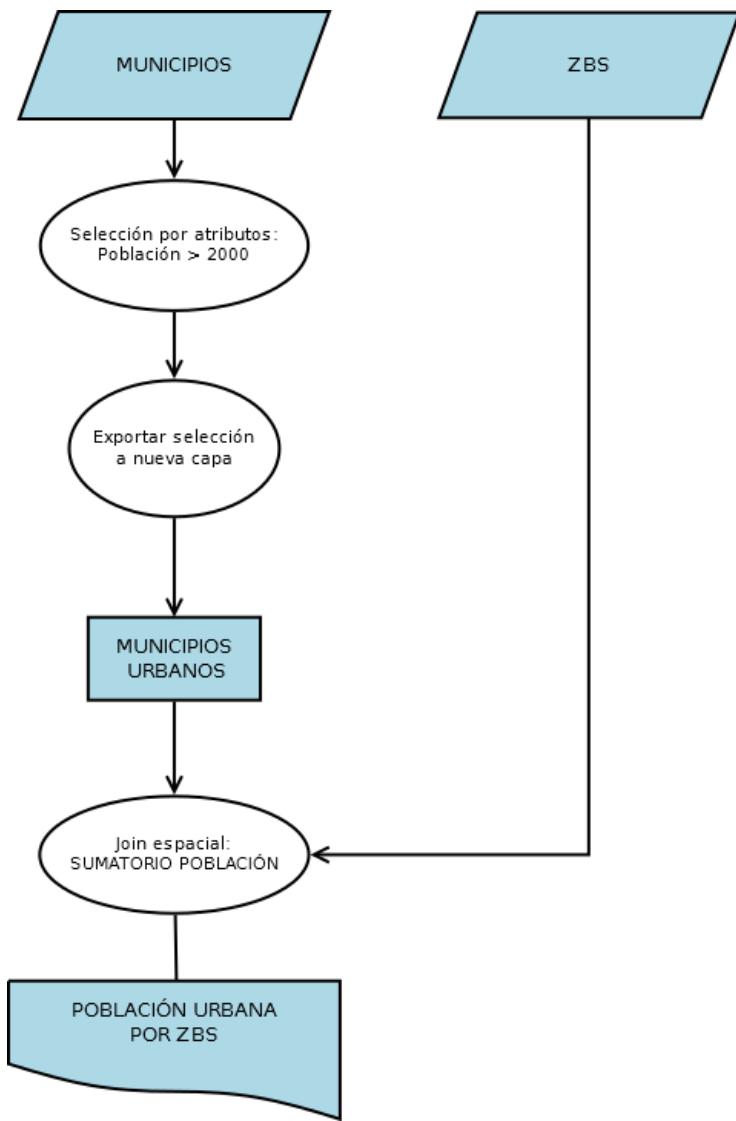


**Figura 4.** Esquema explicativo de la transformación espacial de la variable renta



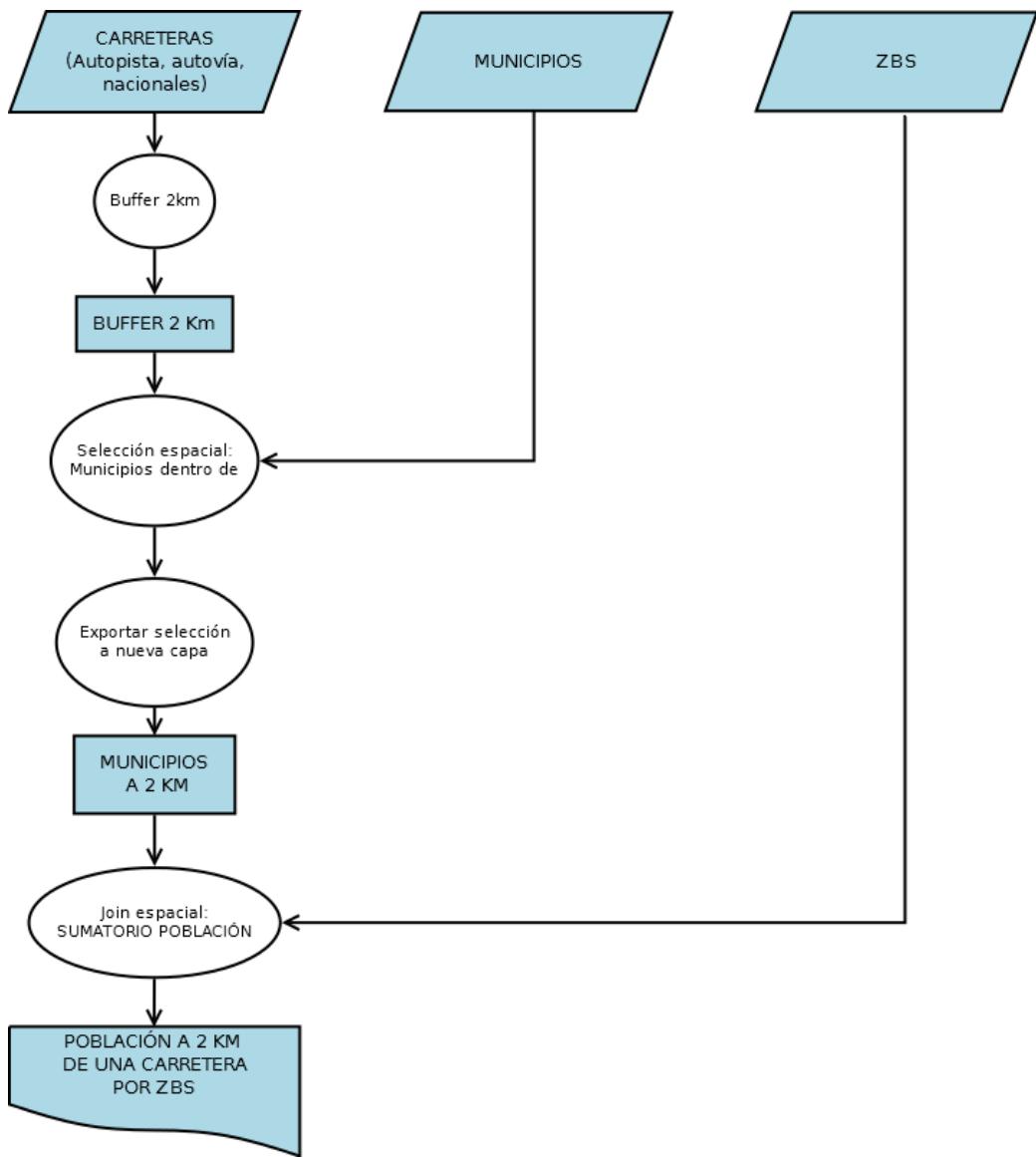
**Figura 5.** Esquema explicativo de la transformación espacial de las variables representativas del estado de los edificios

La población urbana por ZBS proviene de la información sobre la población total incluida en la capa espacial de municipios. Debido a la composición del sistema urbano aragonés se han considerado como municipios urbanos, todos aquellos municipios cuya población supera los 2000 habitantes. Por ello se seleccionaron los municipios cuya población superara esta cifra y a cada ZBS se le asignó el sumatorio de la población de todos los municipios urbanos que en ella se adscriben.



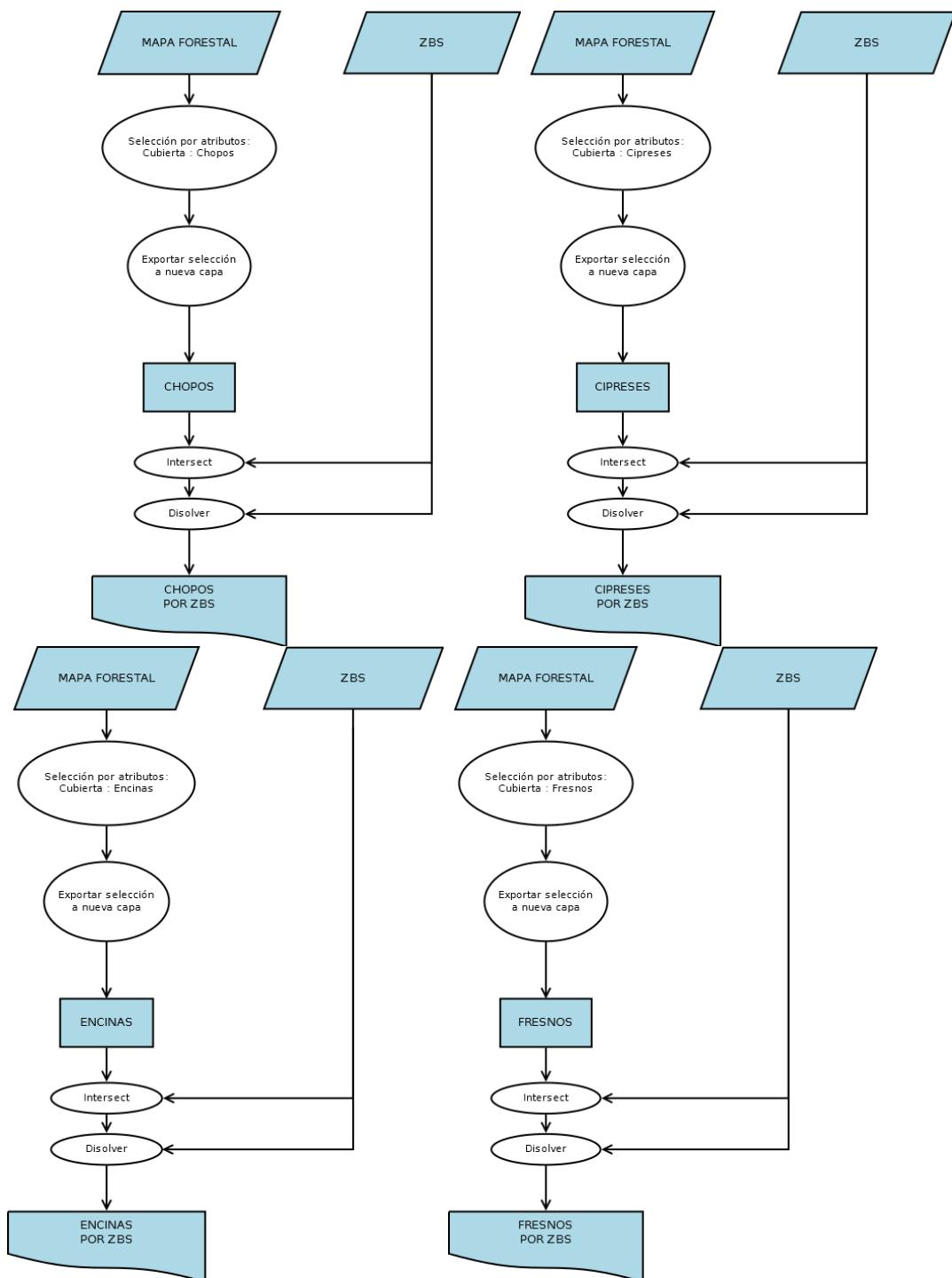
**Figura 6.** Esquema explicativo de la transformación espacial de las variables población urbana

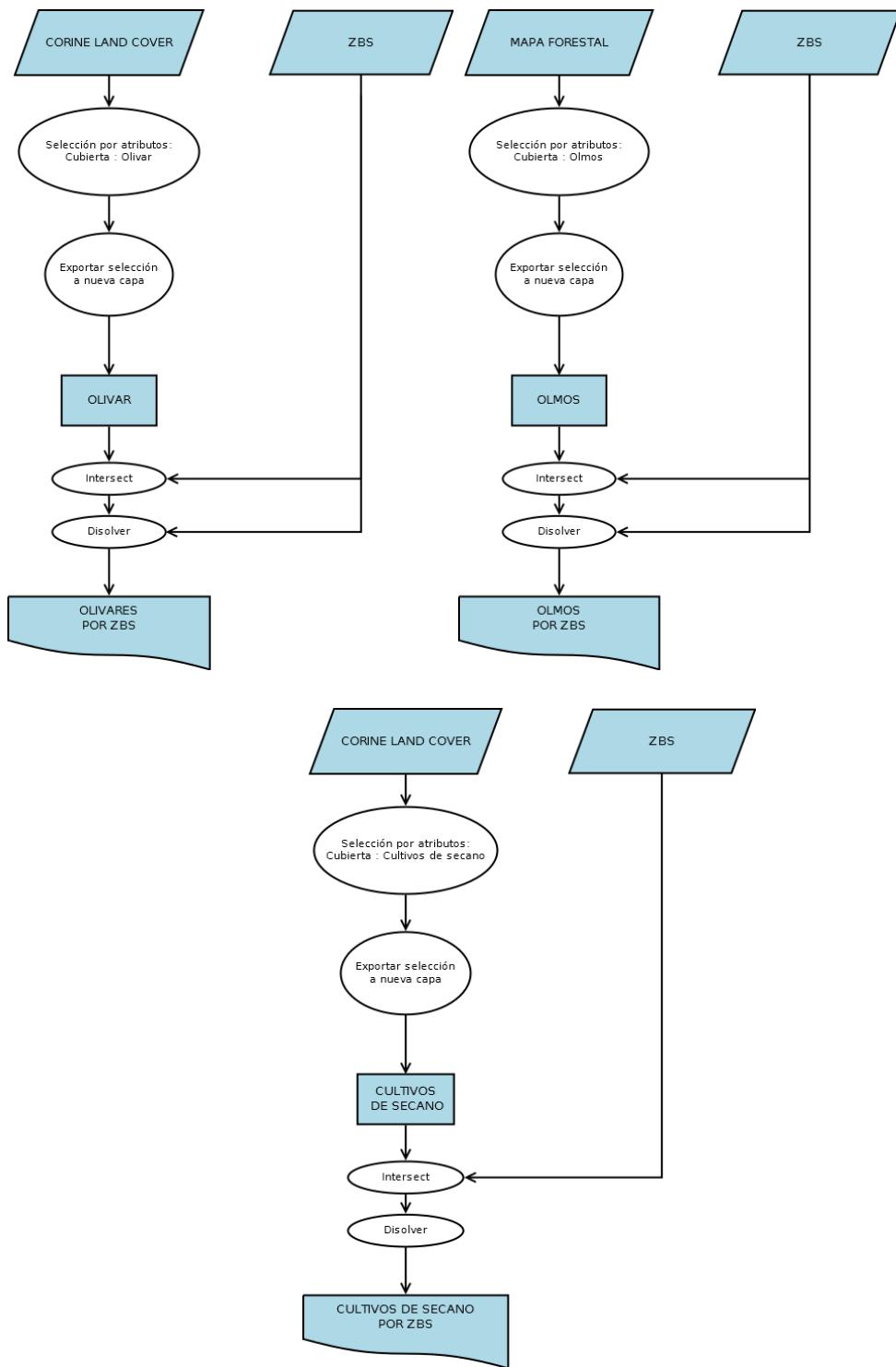
Para obtener la información sobre la población habitante de municipios cercanos a una carreteras importantes nos basamos en la información sobre la población contenida en la capa espacial de municipios y una capa espacial vectorial que representa las vías con alta circulación en Aragón (autopistas, autovías y carreteras nacionales). Con ayuda del software se seleccionaron los municipios situados en un rango de 2 kilómetros de distancia de una de estas carreteras y a cada ZBS se le asignó el sumatorio de la población de los municipios seleccionados como cercanos a carreteras que se incluían en ella.



**Figura 7.** Esquema explicativo de la transformación espacial de la variable cercanía a carreteras

Para finalmente calcular el porcentaje ponderado de superficie ocupada por vegetación alérgena, necesitamos obtener la superficie de población ocupada por cada especie elegida por ZBS. La superficie ocupada por especies la obtenemos de dos fuentes principales: Mapa forestal y Corine Land Cover procedentes del Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. A partir de estas capas obtenemos otras intermedias sólo con la vegetación elegida (aquella definida como potencialmente alérgica por el S.E.I.C.A.P.) y posteriormente dividimos esta superficie de ocupación con los límites de las ZBS para que al agrupar todos los polígonos pertenecientes a cada ZBS obtengamos el total de superficie ocupada por especie vegetal considerada en el estudio.

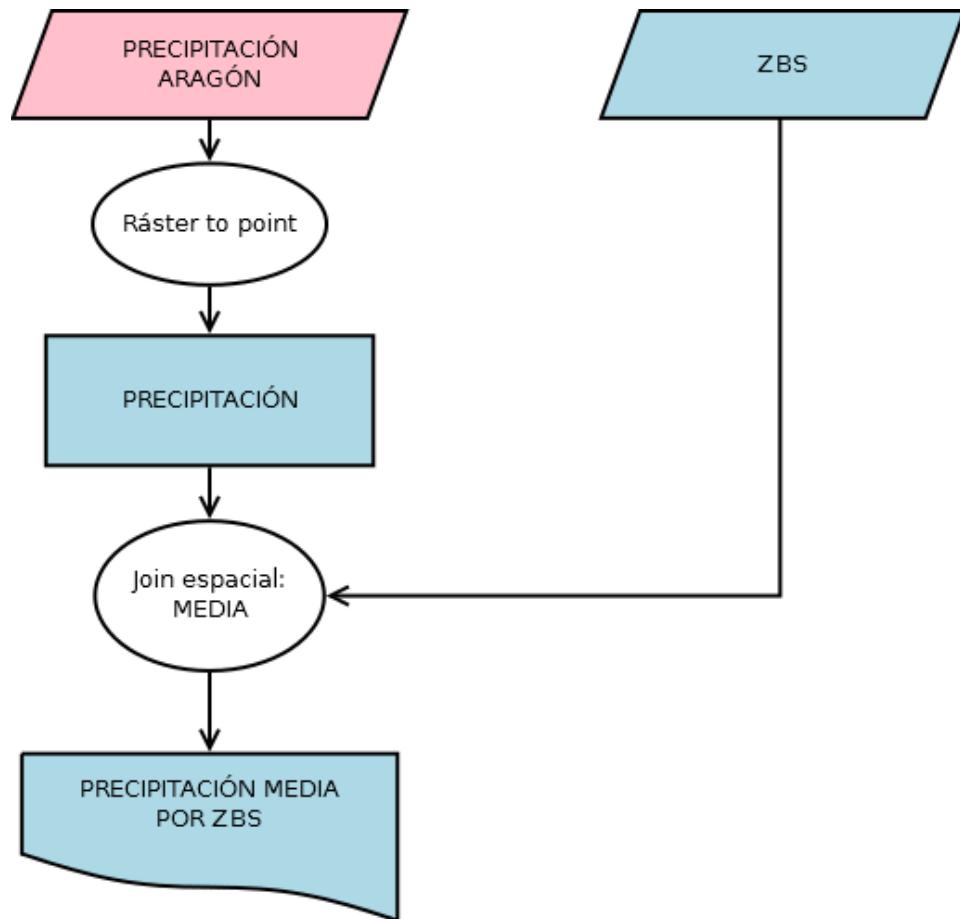




**Figura 8.** Esquema explicativo de la transformación espacial de la variable vegetación

Los datos sobre el último determinante, la precipitación, proceden de una capa ráster que contiene el total de precipitación anual. Nuestro objetivo es obtener la

precipitación media en cada ZBS, por lo que obtenemos una capa vectorial a partir de la cual calculamos la precipitación media de cada punto incluido en una ZBS para, posteriormente, asignar un valor medio de precipitación a cada una de ellas.



**Figura 9.** Esquema explicativo de la transformación espacial de la variable precipitación

### 3.4. Tratamiento estadístico

Con el tratamiento espacial ya tenemos la información por ZBS. Algunos no necesitan transformación estadística: Valores de asma, bajo peso al nacer y tabaquismo, población total, renta, estado y edad de los edificios y precipitaciones. Sin embargo, sí que requieren un tratamiento estadístico el cálculo del índice de feminidad infantil, el porcentaje de población urbana, el porcentaje de población cercana a una vía de circulación principal y el porcentaje de superficie ocupada por vegetación alérgena.

## **Índice de feminidad infantil**

---

Además de la población total, para el análisis demográfico se desea conocer el índice de feminidad en la población menor de 16 años. El primero no requiere ningún tipo de transformación estadística, sin embargo, para hallar el índice de feminidad partimos de la siguiente información: la población masculina y femenina menor de 16 años por zona básica de salud. El índice de feminidad es el resultado de la división de la población femenina por la masculina:

$$\text{Indice de Feminidad infantil} = \frac{\text{Población masculina infantil}}{\text{Población femenina infantil}}$$

## **Porcentaje de población urbana y porcentaje de población cercana a una carretera de alta circulación**

---

Con las transformaciones espaciales se ha conseguido obtener la población total por zona básica de salud, la población total residente en núcleos urbanos por Zonas Básicas de Salud y la población total residente en núcleos a menos de 2 kilómetros de una vía de alta circulación, de los que se ha partido para el cálculo de los porcentajes:

$$\text{Porcentaje de población urbana} = \frac{\text{Población urbana por ZBS}}{\text{Población total por ZBS}}$$

$$\text{Porc. de pob. cercana a carreteras} = \frac{\text{Pob. cercana a carretera por ZBS}}{\text{Población total por ZBS}}$$

## **Porcentaje ponderado de superficie ocupada por vegetación alérgena**

---

En el caso del estudio de la vegetación, como ya se ha explicado, se ha optado por la elaboración de un porcentaje ponderado de la superficie ocupada por vegetación alérgena en cada zona básica de salud.

Partiendo de bibliografía se ha considerado que las gramíneas, representadas por el cultivo de secano, y el olivo son los tipos de vegetación que más reacciones alérgicas que afectan al sistema respiratorio provocan. Por lo que se les ha dado un peso mayor (0,20) a la hora de ponderar las superficies de ocupación. Por otro lado, a las superficies

ocupadas por bosques de chopos, olmos, fresnos, encinas, cipreses y abedules se les ha otorgado un peso menor (0,08)

$$= \frac{0,2(secano^*) + 0,2(olivo^*) + 0,08(chopo^*) + 0,08(olmo^*) + 0,08(fresno^*) + 0,08(encina^*) + 0,08(cipres^*) + 0,08(abedul^*)}{Superficie\ total}$$

*\* Superficie*

### 3.5. Análisis de regresión

---

Nuestra hipótesis inicial en el trabajo es que los niveles observados de asma dependen de los llamados determinantes de la salud. Para contrastar nuestra hipótesis inicial utilizaremos el modelo de regresión simple, de este modo formulamos que:

- H0: la variable X no provoca cambios en la variable Y.
- X: Determinantes de la salud (variables independientes)
- Y: Valores observados de asma (variable dependiente)
- H1: la variable X afecta a la variable Y.

Con el fin de determinar si existe o no correlación se ha optado por calcular el coeficiente de correlación o r de Pearson,

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Este coeficiente de correlación será significativo si podemos afirmar que es distinto de cero. Tenemos en cuenta que la muestra de una población cuyo coeficiente de correlación es igual a cero posee una distribución llama “t de Student” con n-2 grados de libertad, de media el valor poblacional y desviación estándar:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{N - 2}}$$

Por lo que calculamos el número de desviaciones a las que se encuentra el coeficiente obtenido del centro de esta distribución

$$t = \frac{r - 0}{\sqrt{\frac{1 - r^2}{N - 2}}}$$

Así comparamos la probabilidad de ocurrencia de la siguiente hipótesis para un nivel de significación del 95%.

- H0: El coeficiente de correlación es **igual a** cero
- H1: El coeficiente de correlación es **distinto de** cero.

Este test requiere que al menos una de las variables posea una distribución normal para su validez. Como se observa en la Tabla 1, la variable que representa los niveles de asma infantil, es decir, la variable dependiente, posee una distribución normal.

	REM ASMA	PREVALENCIA DEL ASMA
P(chi <sup>2</sup> )	0,33747	0,1703
	NORMAL	NORMAL

**Tabla 1.** Normalidad de la variable dependiente

TABAQUISMO	BAJO PESO AL NACER	POBLACIÓN N	FEMINIDAD INFANTIL	POBLACIÓN URBANA	EDAD EDIFICIOS	ESTADO EDIFICIOS	RENTA	VEGETACIÓN	PRECIPITACIÓN	
P (chi <sup>2</sup> )	1,52E-05	0,000029	0,0001273	3,88E-11	4,53E-10	3,77E-05	6,40E-47	0,001920	0,013985	6,00E-18
	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	NO NORMAL	

**Tabla 2.** Normalidad de las variables independientes

Además estimamos los parámetros a y b para representar el modelo.

$$b = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2} \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Y por último, para asegurar la corrección del modelo comprobamos la ausencia de correlación seriada en los residuales con el estadístico de Durbin- Watson.

$$DW = \frac{\sum(e_x - e_{x-1})^2}{\sum e_x^2}$$

Si Durbin-Watson se aproxima al valor 2, nos indicará ausencia de autocorrelación seriada en los residuales. Si por el contrario, se aleja de este valor, alcanzando valores superiores a 2 o inferiores a 1, nos indicará la existencia de autocorrelación seriada en los residuales y, por lo tanto, sugiere que el modelo no es apropiado.

### 3.6. Representación cartográfica

---

El último objetivo de este trabajo es la realización de una cartografía que permita analizar los resultados de manera visual.

Por ello se van a realizar dos series cartográficas. En primer lugar se plasmará en este soporte visual la distribución de todas las variables estudiadas y en segundo lugar se realizará una cartografía en la que se observe la relación entre el asma infantil y los determinantes de la salud.

Para las variables discretas- prevalencia del asma, REM de las variables médicas, población, población urbana y cercana a carreteras, renta per cápita, feminidad y estado de los edificios- se utilizará la implantación puntual. Las variables prevalencia del asma, población y renta se graduarán por tamaño. Los mapas cuya variable principal es el valor REM, se han graduado por color y valor en una leyenda divergente sobre puntos graduados por tamaño según el número de habitantes. La elección de una leyenda divergente en este caso se debe a que los valores representan la relación entre los casos observados y los casos esperados, por lo que los valores inferiores a 100 indican una situación mejor que la esperada y los superiores una peor situación. El estado de los edificios, al estar representado por dos variables diferentes, se ha cartografiado en un único mapa con una leyenda de doble entrada, utilizando la variación de color para representar el estado, variable cualitativa, y de valor para representar la edad media, variable cuantitativa. El resto de variables se han representado con variación de valor sobre implantación puntual graduada por tamaño según la población.

En el caso de las variables continuas – precipitación y vegetación- se ha optado por la implantación superficial.

# 4. Resultados

## 4.1. Estadística descriptiva

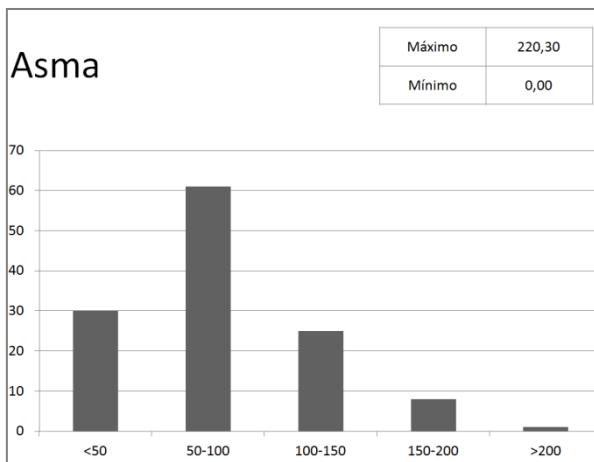
Tras el tratamiento de la información, obtenemos las 12 variables definitivas a estudiar en una escala homogénea. Por lo que en todos los casos la población de la muestra es de 125 entidades o Zonas Básicas de Salud (N=125).

D E T E R M I N A N T E S			VARIABLE
	ASMA	REM	
	BAJO PESO AL NACER	REM	
	TABAQUISMO	REM	
	RENTA	RANGO DE RENTA MEDIO	
	FEMINIDAD	INDICE DE FEMINIDAD	
	ESTADO MEDIO DE LOS EDIFICIOS	EDAD MEDIA	
	POBLACION	ESTADO MEDIO	
	POBLACIÓN URBANA	TOTAL DE HABITANTES	
	VEGETACIÓN ALÉRGENA	PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA	
	PRECIPITACIÓN	PORCENTAJE PONDERADO DE SUPERFICIE OCUPADA	
	PORCENTAJE DE POBLACIÓN CERCANA A CARRETERAS	PRECIPITACION MEDIA	
		PORCENTAJE DE POBLACION HABITANTE CERCA DE CARRETERAS	

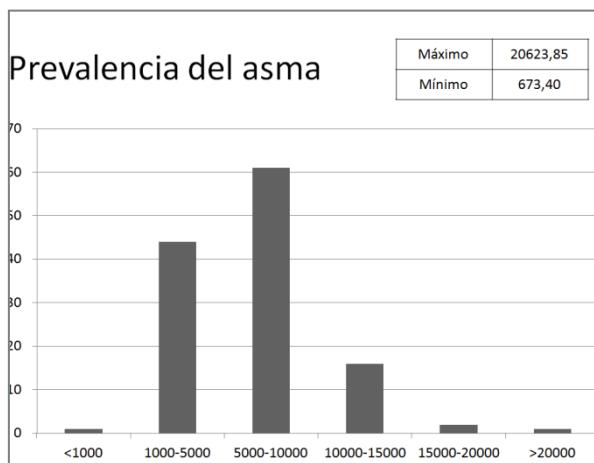
**Tabla 3.**Variables consideradas tras la trasformación

Se debe señalar que al comparar situaciones al nivel de ZBS y tener variables a nivel municipal, el tratamiento inicial de la información y su posterior análisis (agregación) puede ocultar situaciones puntuales. Al tratarse de valores medios para todos los municipios incluidos en cada ZBS se pueden enmascarar valores extremos dentro de la misma ZBS.

Suponemos que la prevalencia del asma depende en gran medida de la población habitante de las ZBS y esta relación puede observarse en el mapa de distribución. Sin embargo, llama la atención la existencia de valores medios en alguna de las zonas más despobladas de Aragón. Como es el caso de la Zona Básica de Salud de Azuara, Báguena o Aínsa entre otras. Además, la variabilidad de esta variable dentro de las ciudades es muy alta, lo que se debe al número de habitantes menor de 16 años.



**Figura 10.** Distribución estadística del REM del asma infantil

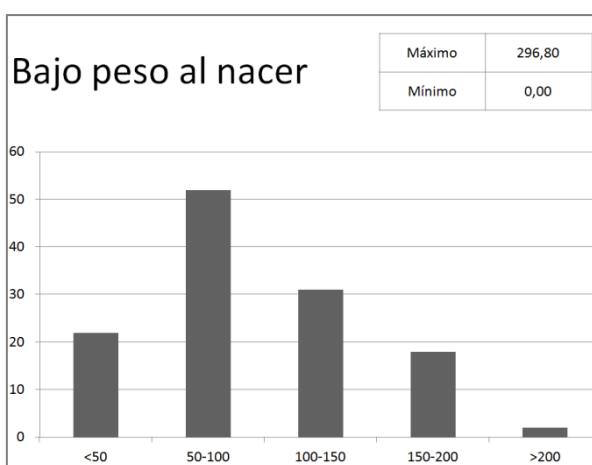


**Figura 11.** Distribución estadística de la prevalencia del asma infantil

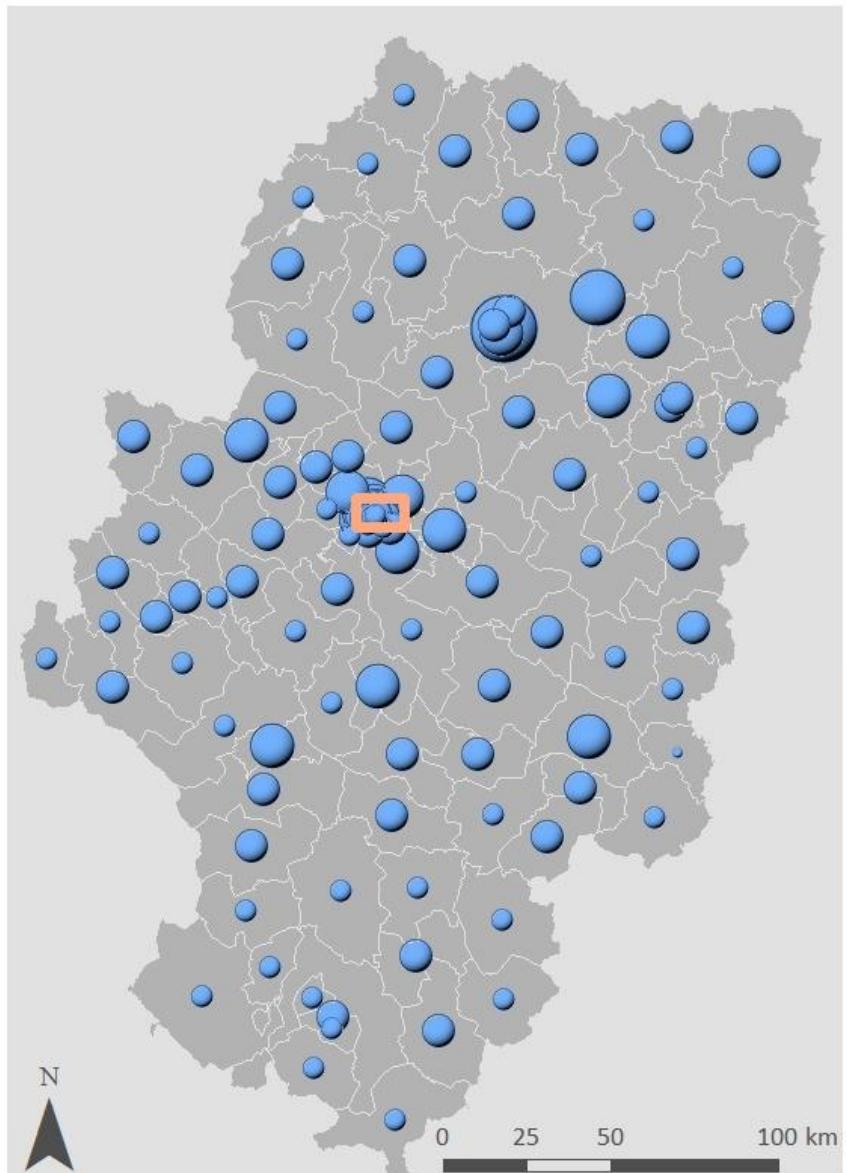
Por otro lado los valores de REM de asma en el territorio también varían de manera significativa aunque la mayoría de los casos se encuentran por debajo de 100, lo que indica que los valores observados son menores a los esperados. Los valores por encima del valor esperado se localizan en torno al valle del Ebro y el Gállego, además de las ciudades de Huesca y Zaragoza y las zonas de Alcañiz, Andorra y Barbastro,

caracterizadas por su alta población y prestación de servicios en comparación con el resto del territorio. Azuara, Cedrilla, Abriego y Benabarre también destacan en este rango de niveles de REM.

La distribución de los valores de REM referidos al bajo peso al nacer no sigue un patrón espacial tan claro como en el caso anterior. Sólo en Zaragoza y en el Pirineo, en las zonas de Jaca, Biescas-Valle de Tena y Sabiñánigo se dan valores por encima del valor esperado. Sin embargo, los valores más altos, localizados en las Zonas de Ariza y Benabarre, seguidas por Binéfar, Lafontunada, Calanda, Muniesa, Utrillas, Sadaba y Ayerbe, se encuentran más dispersados en el territorio.



**Figura 12.** Distribución estadística del REM del bajo peso al nacer

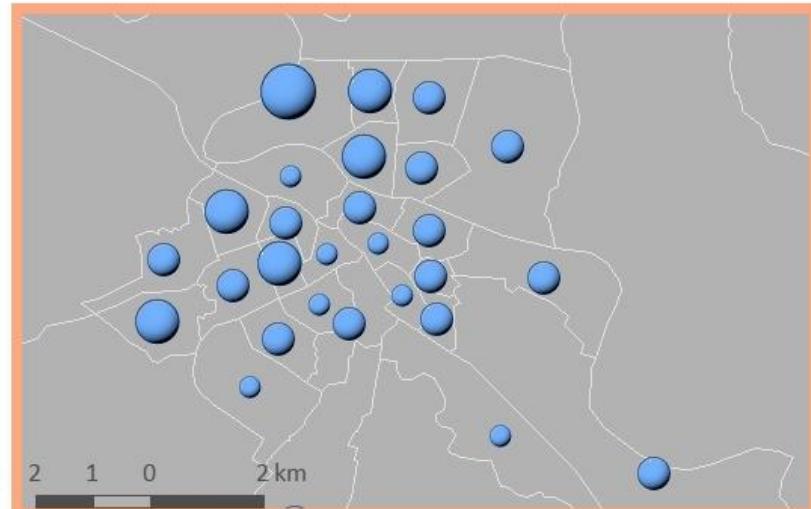


## Incidencia del asma por ZBS

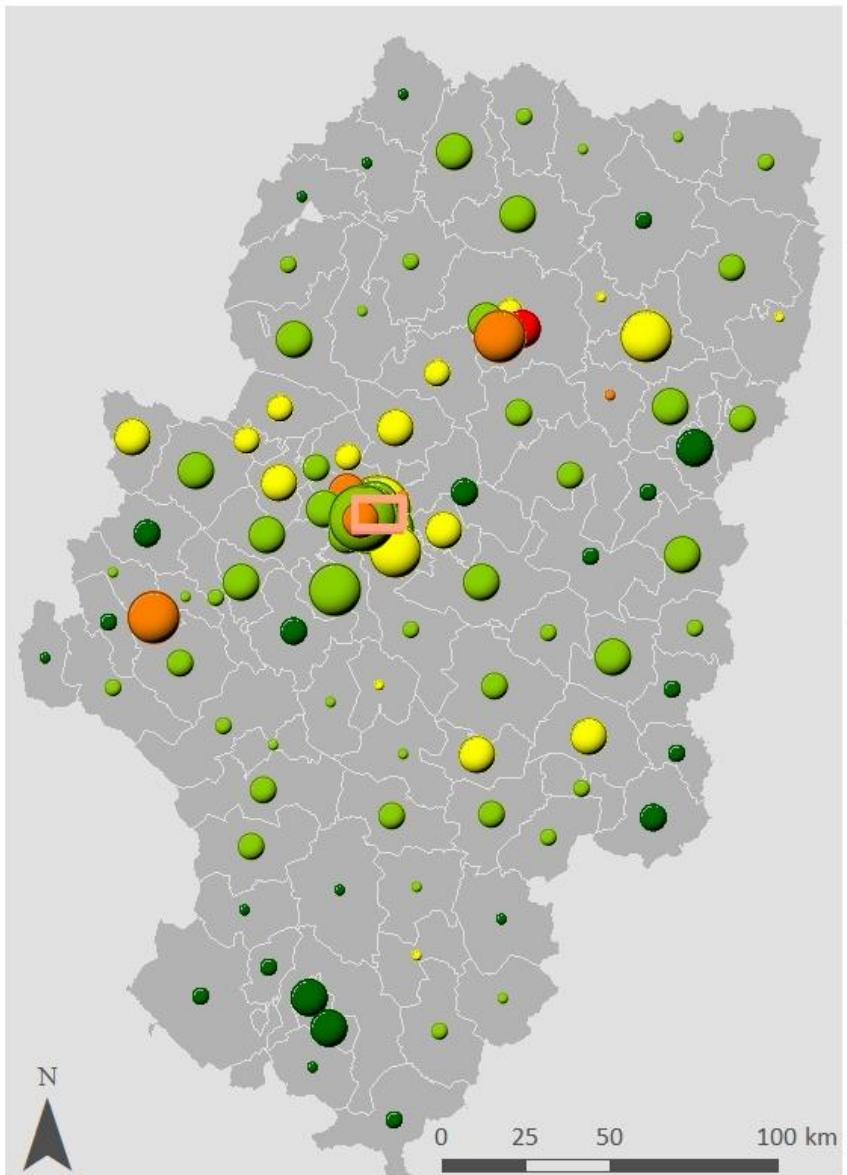
### Número de casos

- < 1000
- 1000 - 5000
- 5001 - 10000
- 10001 - 15000
- 15000 - 20000
- > 20000

Fuente: IAEST, INE  
Elaboración: Adriana Alcalá



**Mapa 3.** Distribución de la prevalencia del asma infantil



## Nivel de asma infantil por ZBS

**Población (habitantes)**

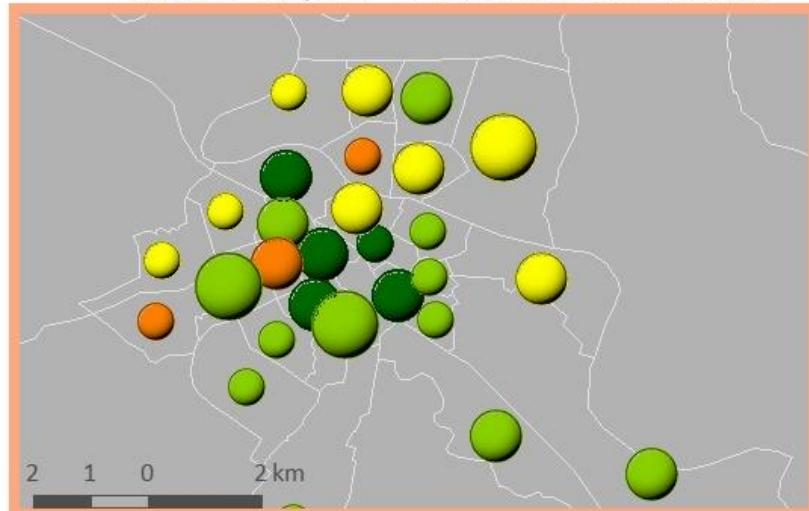
- < 2500
- 2500 - 5000
- 5001 - 10000
- 10001 - 20000
- 20001 - 30000
- > 30000

Fuente: IAEST, INE.

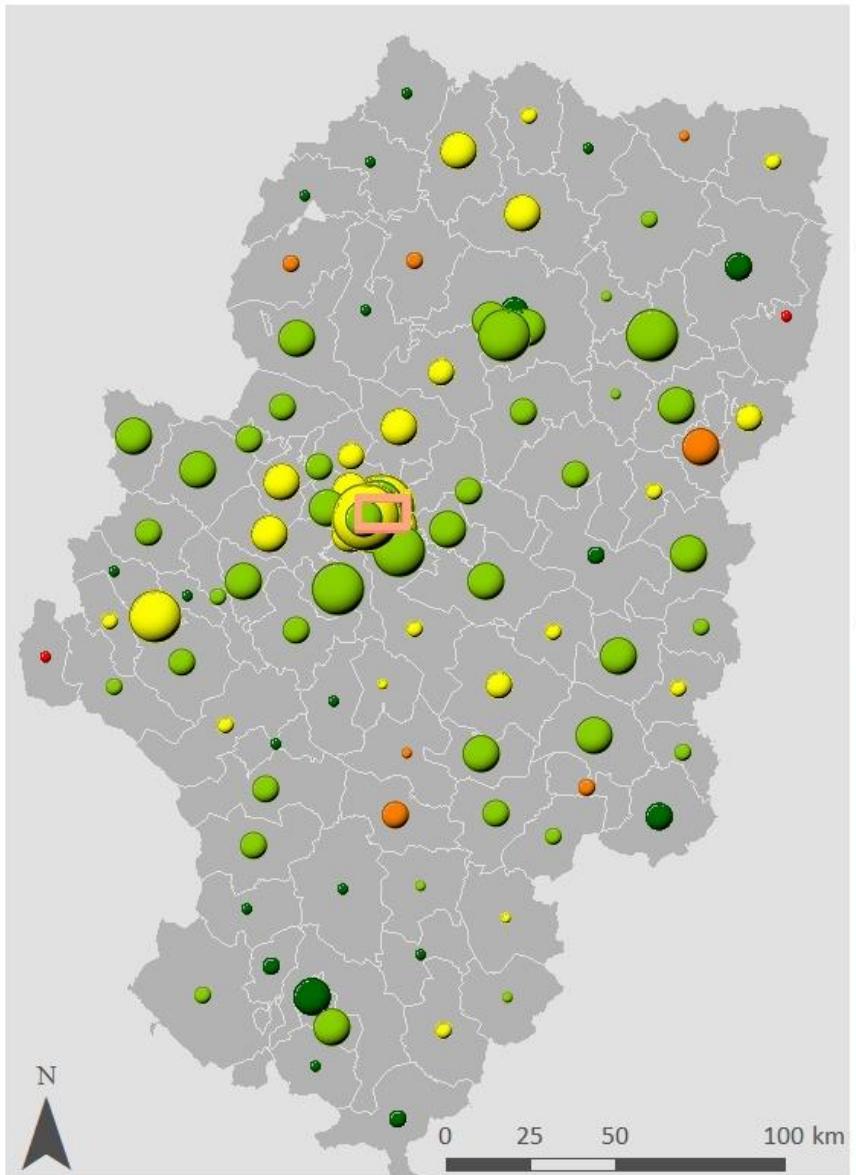
**REM de asma infantil**

- < 50
- 50 -100
- 100 - 150
- 150 - 200
- > 200

Elaboración: Adriana Alcalá



**Mapa 4.** Distribución del REM del asma infantil

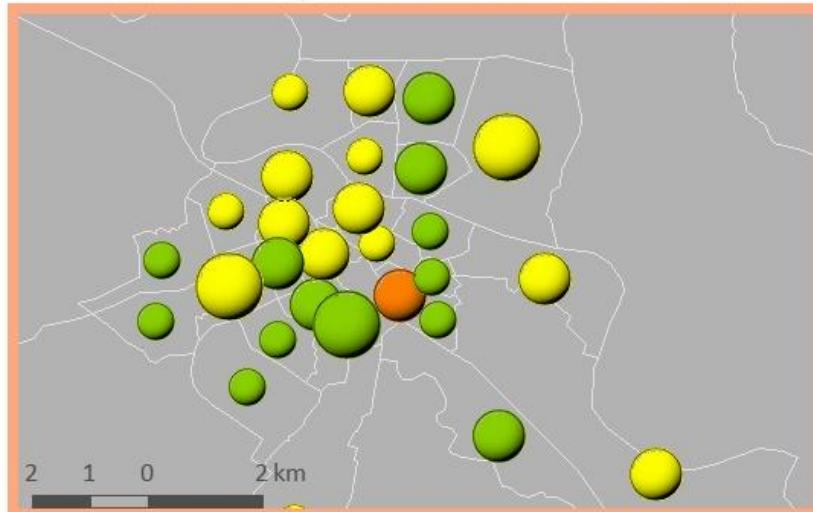


## Nivel de bajo peso al nacer por ZBS

Número de habitantes	
• < 2500	< 50
• 2500 - 5000	50 - 100
• 5001 - 10000	100 - 150
• 10001 - 20000	150 - 200
• 20001 - 30000	> 200
• > 30000	

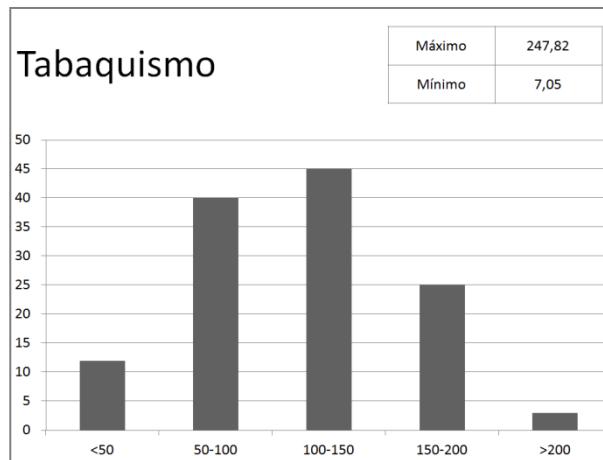
REM de bajo peso al nacer	
• < 50	< 50
• 50 - 100	50 - 100
• 100 - 150	100 - 150
• 150 - 200	150 - 200
• > 200	> 200

Fuente: IAEST, INE. Elaboración: Adriana Alcalá



**Mapa 5.** Distribución del REM del bajo peso al nacer

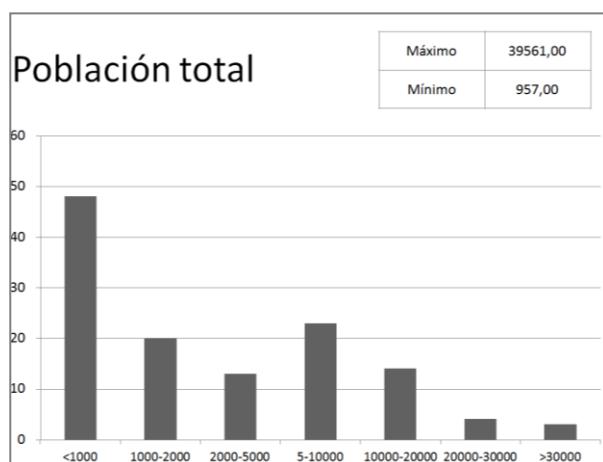
Los niveles de tabaquismo observados en comparación con los datos esperados revelan una distribución más uniforme que en las otras dos variables médicas. Ésta variable, al contrario que las otras dos no depende en alto grado de agentes externos o ambientales, sino de aspectos sociales o culturales. Por lo que podemos observar como los casos que superan los valores esperados, en general, se encuentran en zonas rurales, las cuales se caracterizan por una población más envejecida y con una percepción más tradicional del consumo de tabaco.



**Figura 13.** Distribución estadística del REM del tabaquismo

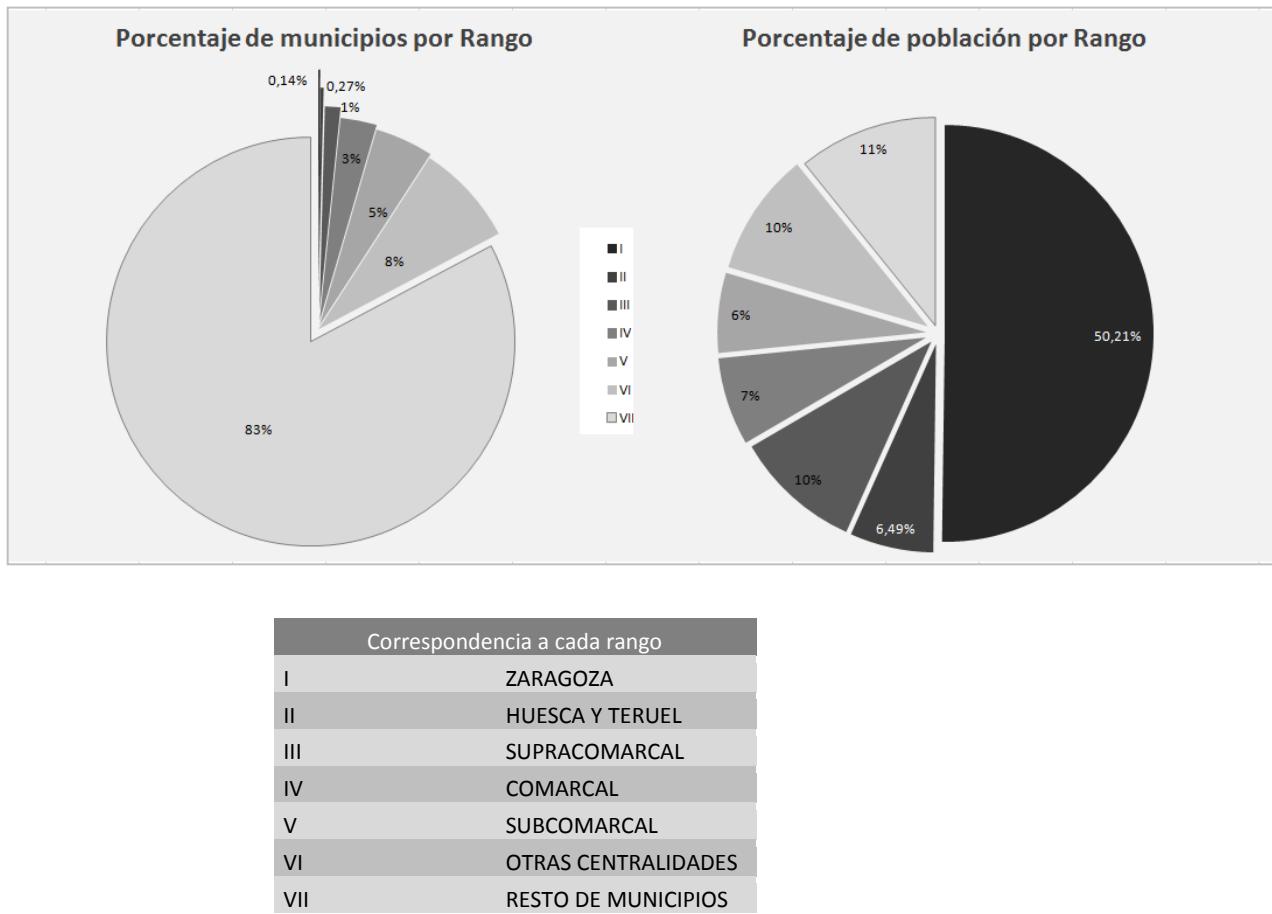
Las características demográficas como determinantes de la enfermedad que vamos a tratar son la población total, determinante de los servicios disponibles y las aglomeraciones, el índice feminidad infantil y las diferencias entre los espacios rurales y urbanos.

En primer lugar observamos la población total por ZBS. En este caso, al igual que al observar Aragón por municipios, apreciamos una distribución muy irregular del poblamiento o sistema urbano de Aragón.



**Figura 14.** Distribución estadística de la población

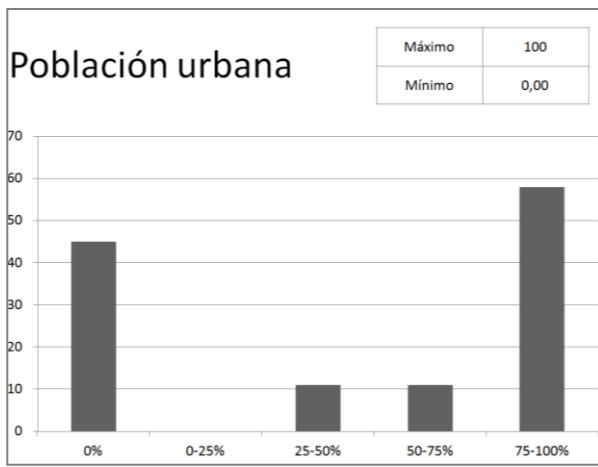
Aunque si tenemos en cuenta los municipios solamente Zaragoza ya supone más del 50% de la población aragonesa, si observamos a nivel de ZBS, las más pobladas se encuentran en torno al Valle del Ebro, las tres capitales comarcales y el anillo que forman las cabeceras comarcales y sus comunicaciones por carreteras de primer nivel.



**Figura 15.** Distribución de la población en Aragón según rangos de ciudades

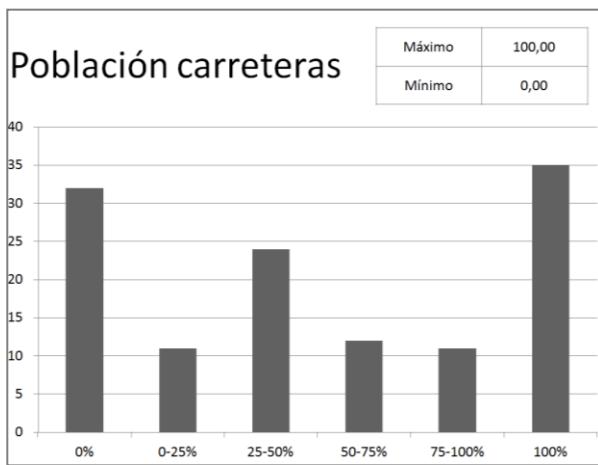
Esta distribución irregular de la población hace que el Sistema Sanitario también sea irregular y probablemente en comportamiento de la población. Por lo que la población puede ser en varios niveles determinante del asma en el territorio aragonés.

El mismo patrón es el que observamos en la distribución de la población urbana. Lo que nos indica que la presencia de una mayor población en una ZBS viene determinada por la existencia de una ciudad de tamaño superior al resto del territorio, la cual concentra la mayoría de la población. En la mayoría de casos en los que la población es alta más del 80% de la población es urbana. Sólo en el caso de Teruel Rural destaca con un tanto por ciento de población urbana inferior al 20%.

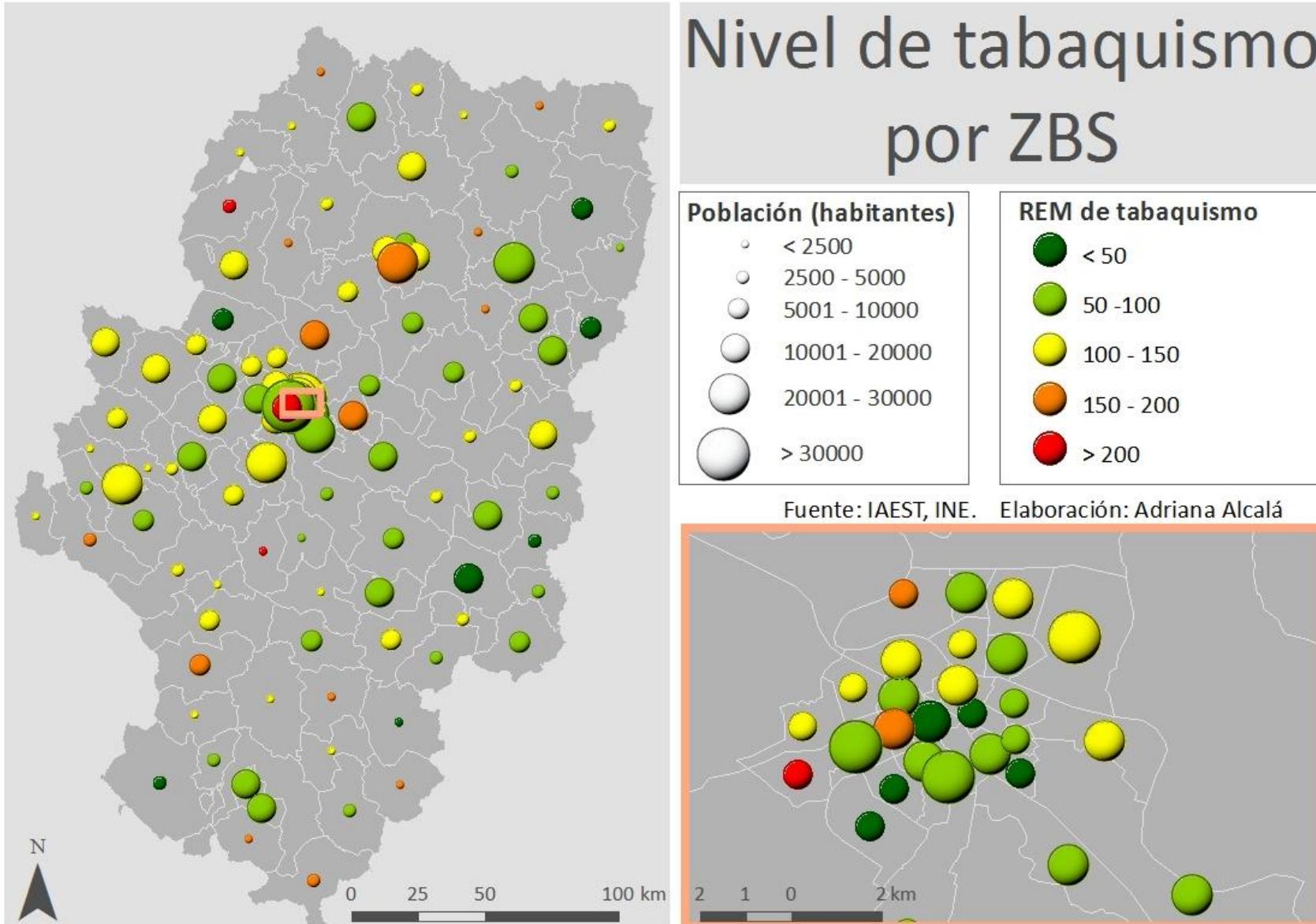


**Figura 16.** Distribución estadística de la población urbana

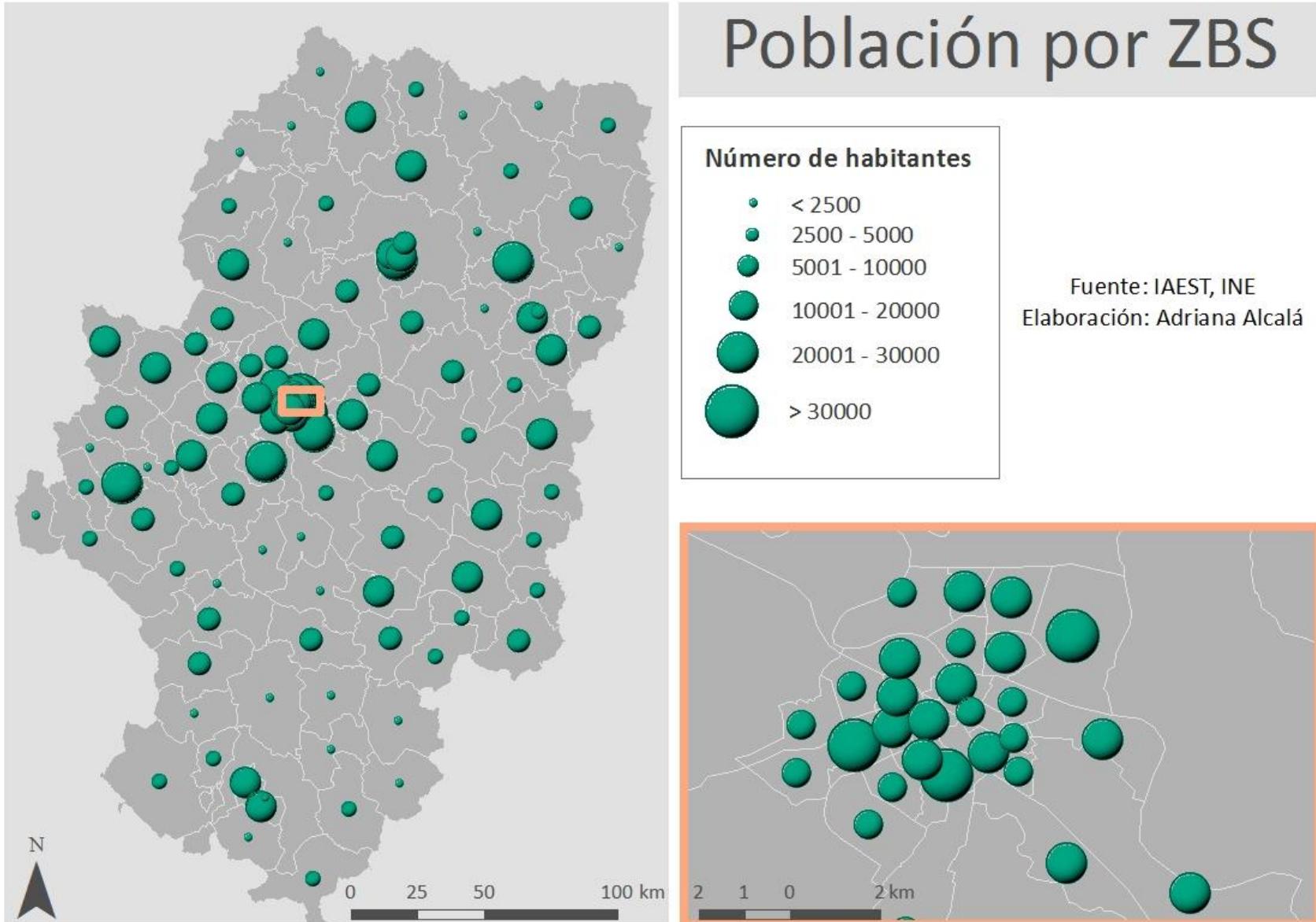
El porcentaje de población que habita cerca de una carretera principal en Aragón sigue una distribución espacial tan desigual como la del sistema de carreteras. En muchas ZBS ningún municipio ni su población se ven afectados por una carretera de gran tamaño en un radio de 2 kilómetros. Sin embargo, también son muchas poblaciones, en general también las más habitadas, las que sí se ven afectadas. Estas se encuentran en el Valle del Ebro y en el cinturón que conecta las cabeceras supracomarcales.



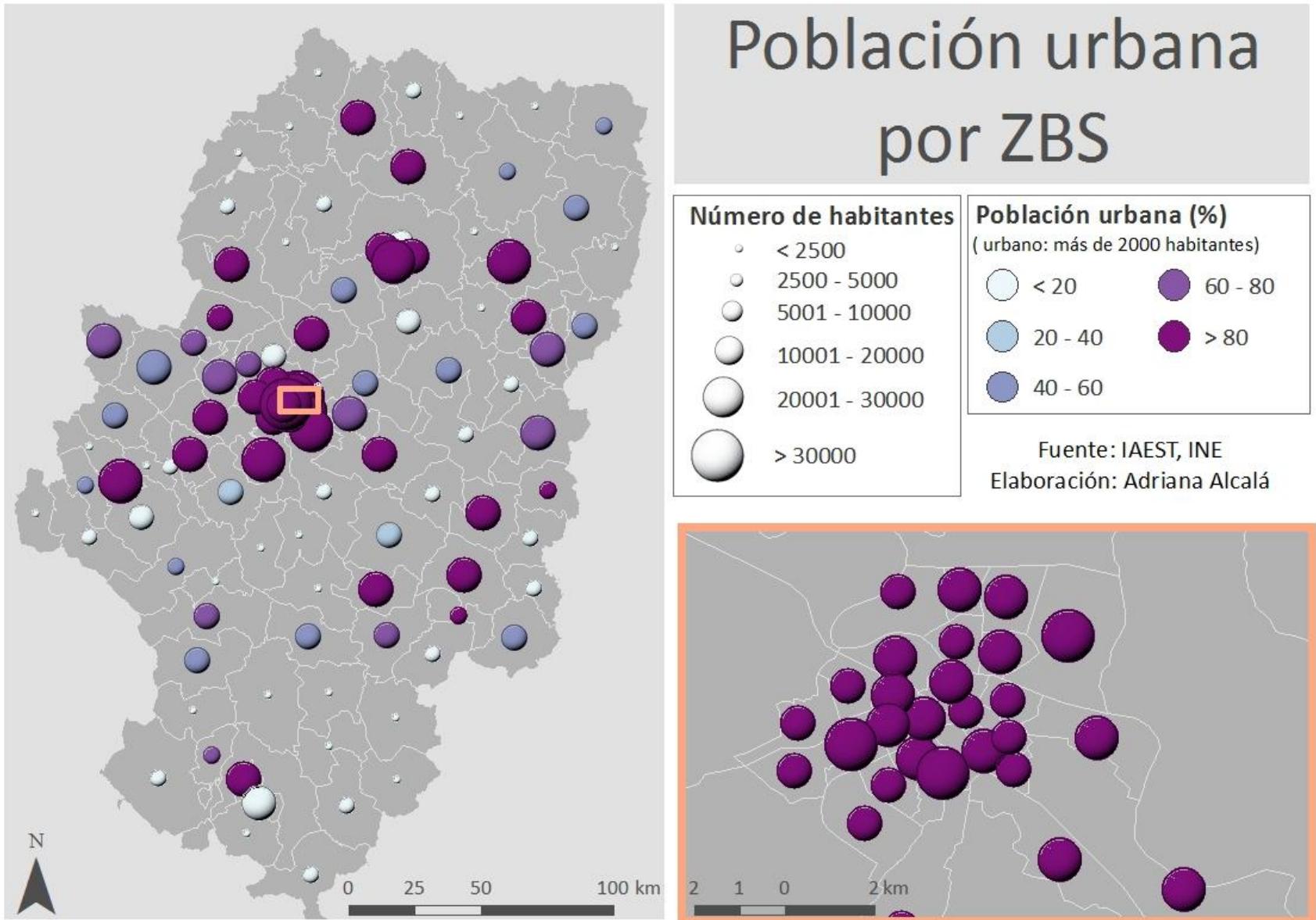
**Figura 17.** Distribución estadística de población cercana a carreteras



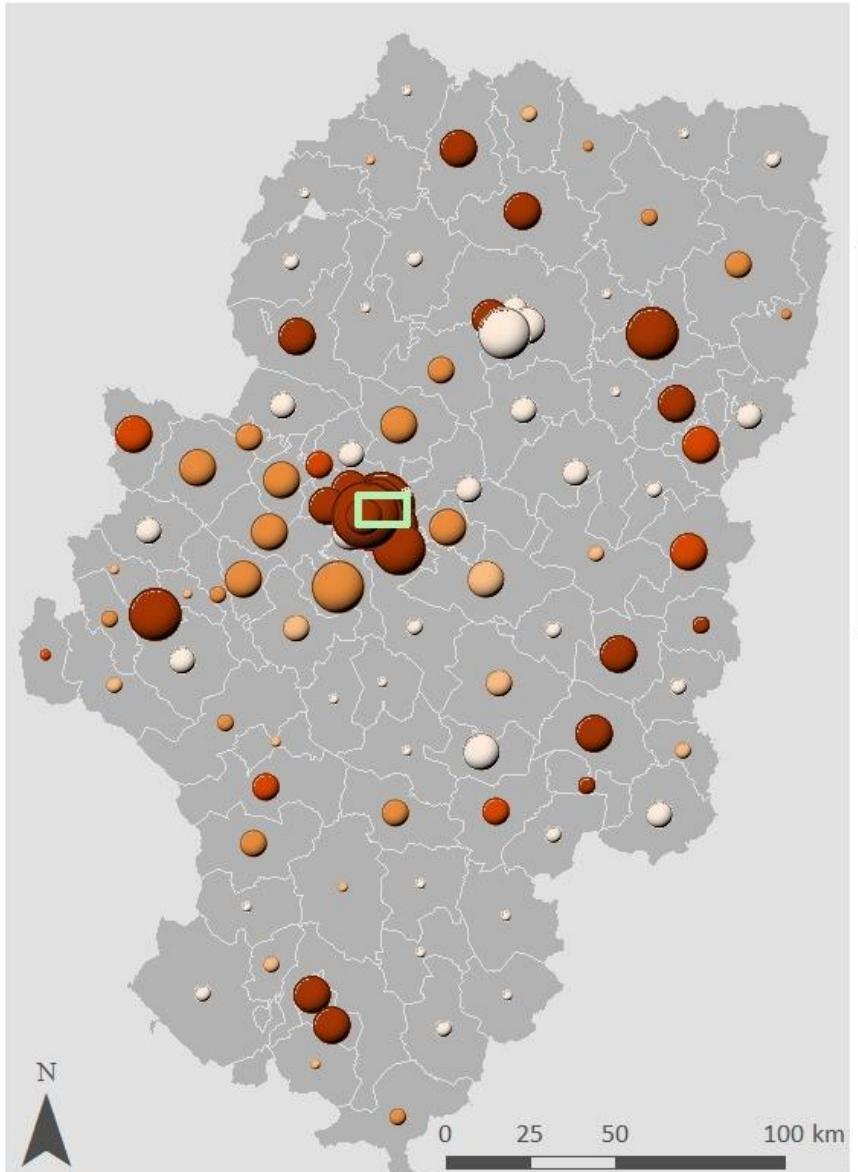
**Mapa 6.** Distribución del REM de tabaquismo



Mapa 7. Distribución de la población



**Mapa 8.** Distribución de la población urbana

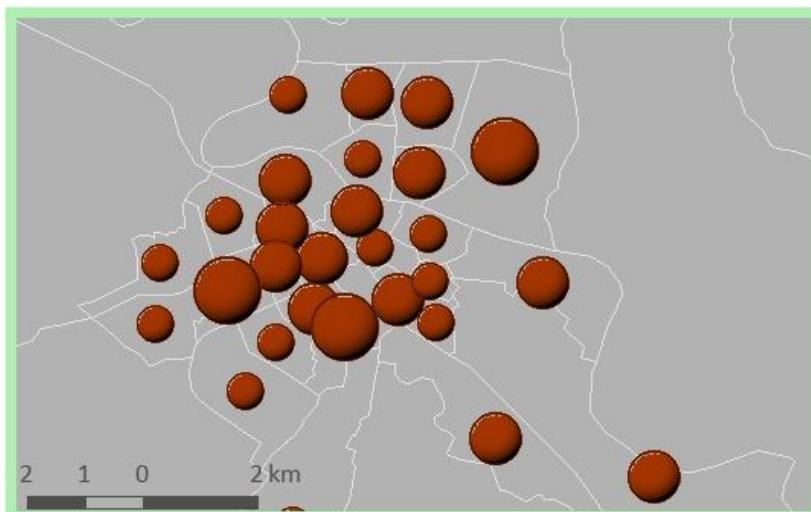


## Población próxima a carreteras por ZBS

Número de habitantes
< 2500
2500 - 5000
5001 - 10000
10001 - 20000
20001 - 30000
> 30000

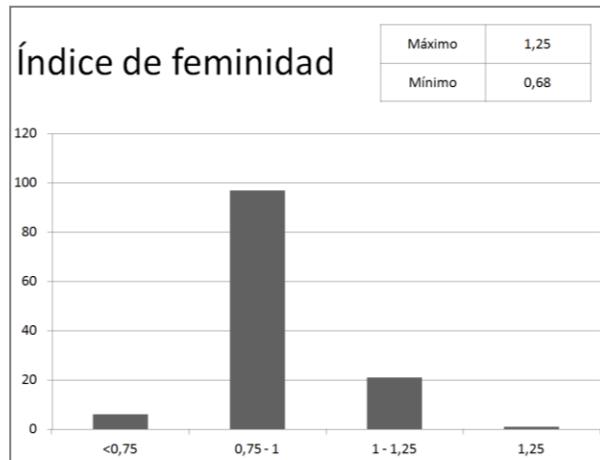
Porcentaje de población (<2km de distancia de una carretera)
< 20
20 - 40
40 - 60
60 - 80
> 80

Fuente: IAEST, INE  
Elaboración: Adriana Alcalá



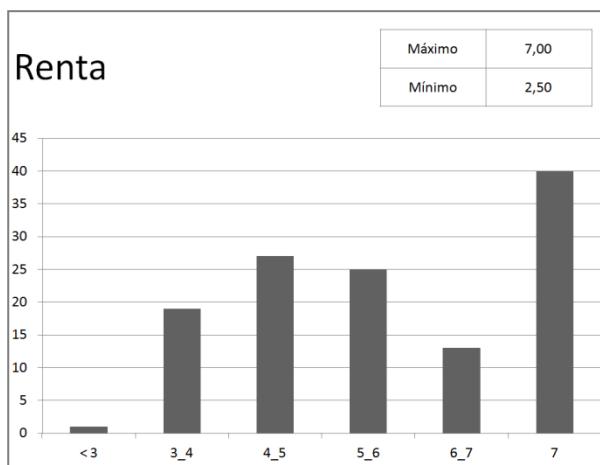
Mapa 9. Distribución de la población cercana a carreteras

La segunda variable demográfica a estudiar en relación a los niveles de asma es el índice de feminidad en menores de 16 años. En gran parte del territorio aragonés hay una ligera prevalencia de los varones sobre las féminas en la población infantil. Pocos son los casos en los que el número de niñas supera al de niños.

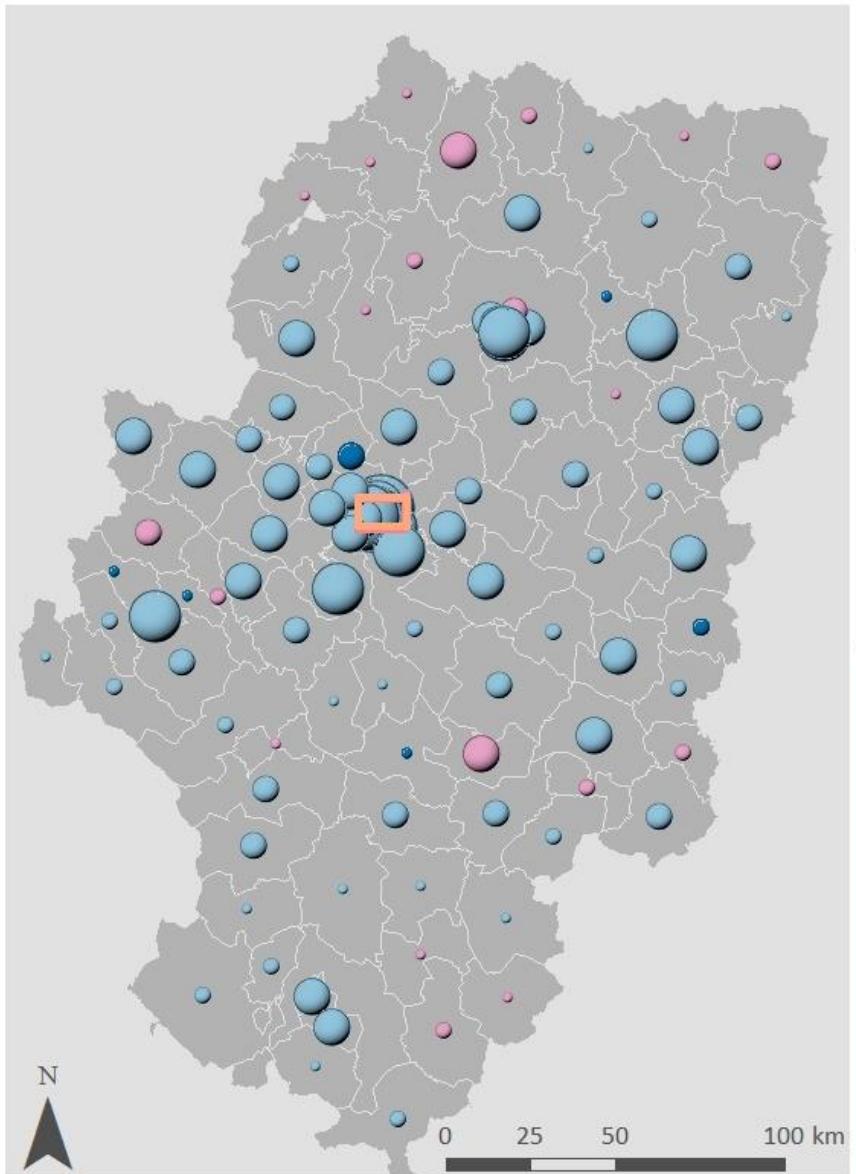


**Figura 18.** Distribución estadística del Índice de feminidad infantil

Por último dentro de los indicadores socio-demográficos, la renta, es igual que la población muy irregular. Mostrándose una gran dualidad entre espacios rurales, y entre estos, los fuertemente dedicados a la agricultura, y los espacios urbanos. La renta nos indica la situación social de las familias y las viviendas, y por lo tanto las condiciones de vida de los infantes, y también puede delatar patrones culturales en cuanto al uso del sistema sanitario.



**Figura 19.** Distribución estadística de la renta

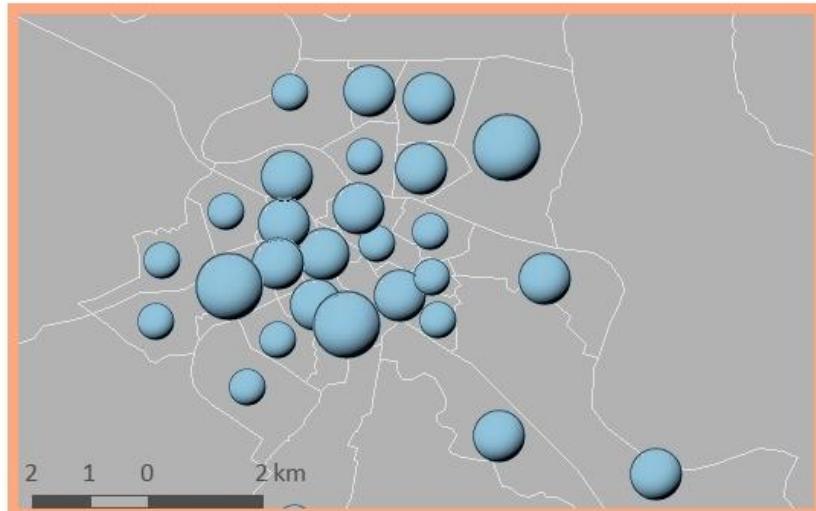


## Índice de feminidad por ZBS

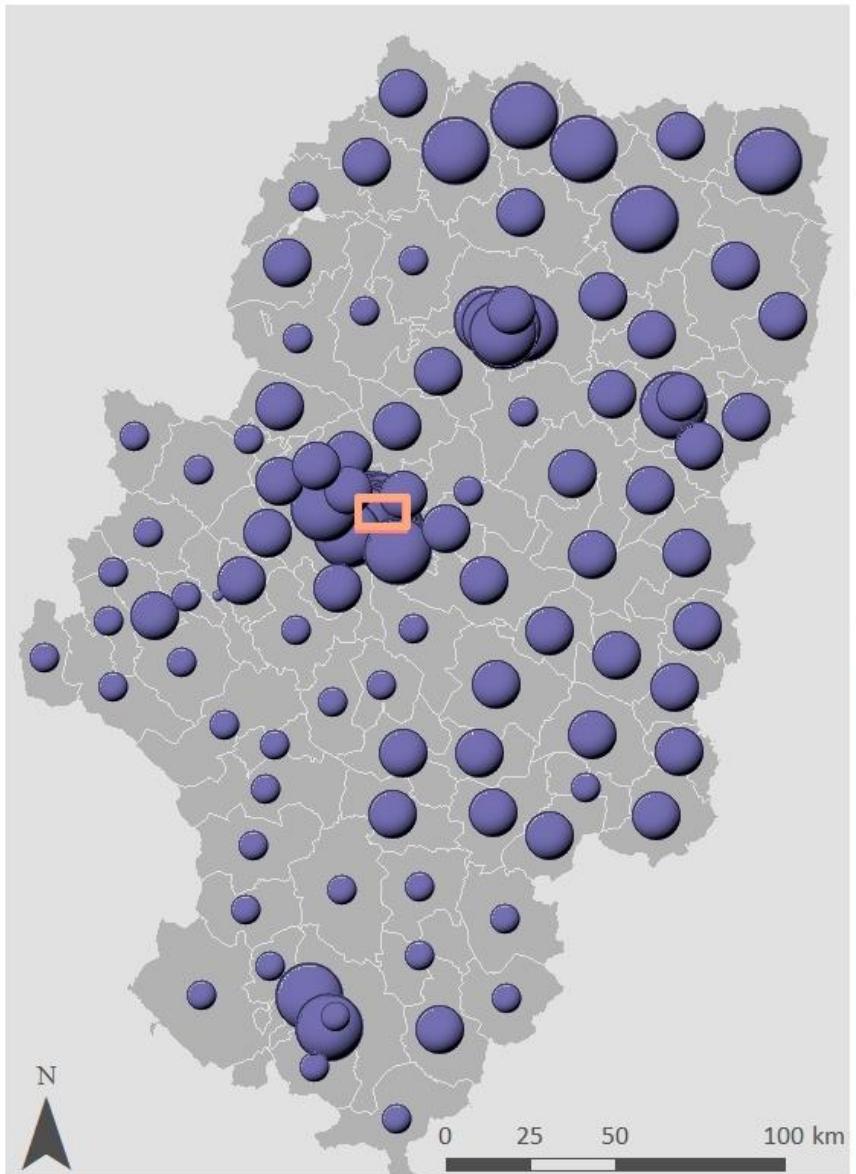
Número de habitantes
< 2500
2500 - 5000
5001 - 10000
10001 - 20000
20001 - 30000
> 30000

Índice de feminidad infantil
<0,75
0,75 - 1
>1

Fuente: IAEST, INE  
Elaboración: Adriana Alcalá



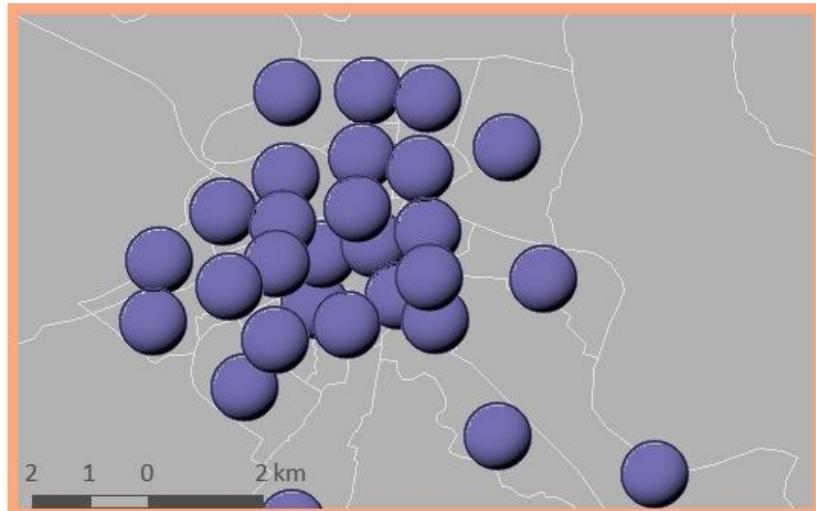
Mapa 10. Distribución del índice de feminidad infantil



## Renta per cápita por ZBS

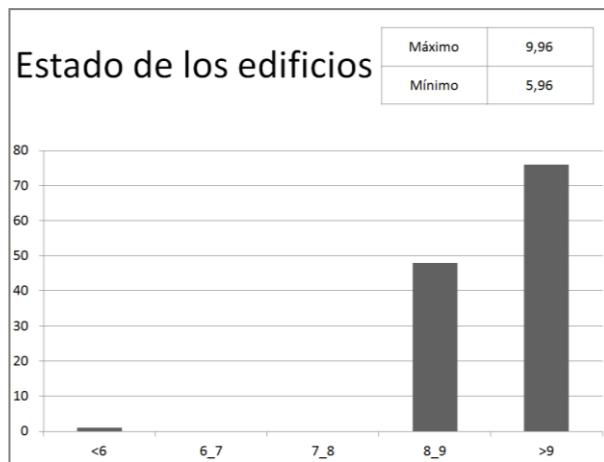


Fuente: IAEST, INE  
Elaboración: Adriana Alcalá



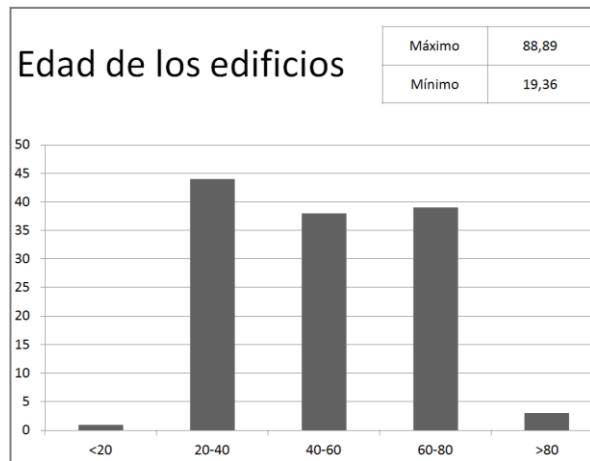
Mapa11.Distribución de la renta

En relación al anterior, estudiamos también el estado de los edificios, como posibles focos de alérgenos o agentes contaminantes del aire, así como espacios mejor o peor habilitados para la vida de los niños. Para ello, se observan tanto el estado como la edad de los edificios como indicadores de las condiciones de la vivienda. Como resultado hemos obtenido que como media municipal, los edificios aragoneses están en buen estado, aunque también son, en general, de edad media-alta.



**Figura 20.** Distribución estadística del estado de los edificios

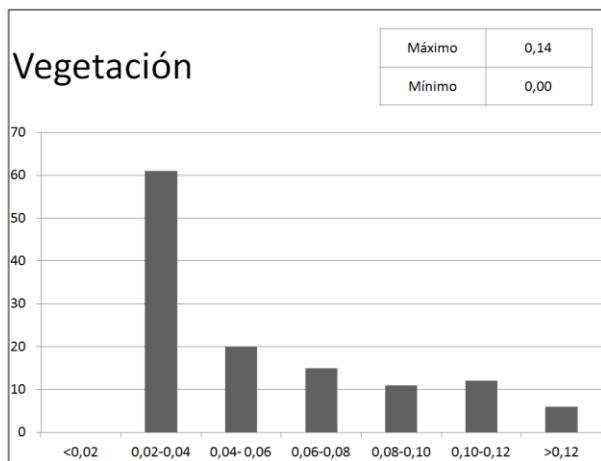
Al trabajar con datos medios por ZBS, suponemos que aquellas zonas con resultados medios provienen de la compensación de edificios en mal estado de vieja construcción y aquellos en muy buen estado, que han sido renovados o de nueva construcción.



**Figura 21.** Distribución estadística de la edad media de los edificios

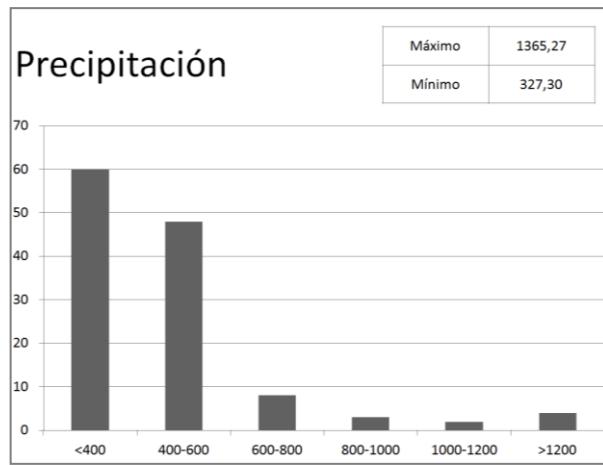
En el mapa observamos la distribución de las dos variables de forma conjunta y vemos cómo los edificios más nuevos y en mejor estado se sitúan en las ciudades, colores verdes claros, y los de estado bueno y muy bueno y a la vez más antiguos se encuentran en las zonas rurales.

La variable vegetación es, probablemente, la más compleja de nuestro estudio. Debido a que se trata de un porcentaje de superficie ponderado, aunque basado en la bibliografía, no podemos tomarlo como un indicador válido en todos los casos, ya que diferentes ponderaciones de la vegetación pueden dar resultados muy variados y es un estudio que debería realizarse en mayor profundidad teniendo en cuenta la opinión de más expertos y profesional médico. En este caso se muestra una distribución heterogénea de la vegetación alérgena en Aragón en la que destacan las ZBS de Daroca, Herrera de los Navarros, Azuara, Híjar, Monreal del Campo y Cella. La mayoría del territorio se caracteriza por un porcentaje entre el 2 y el 4%, dependiente sobre todo, de los cultivo de secano.

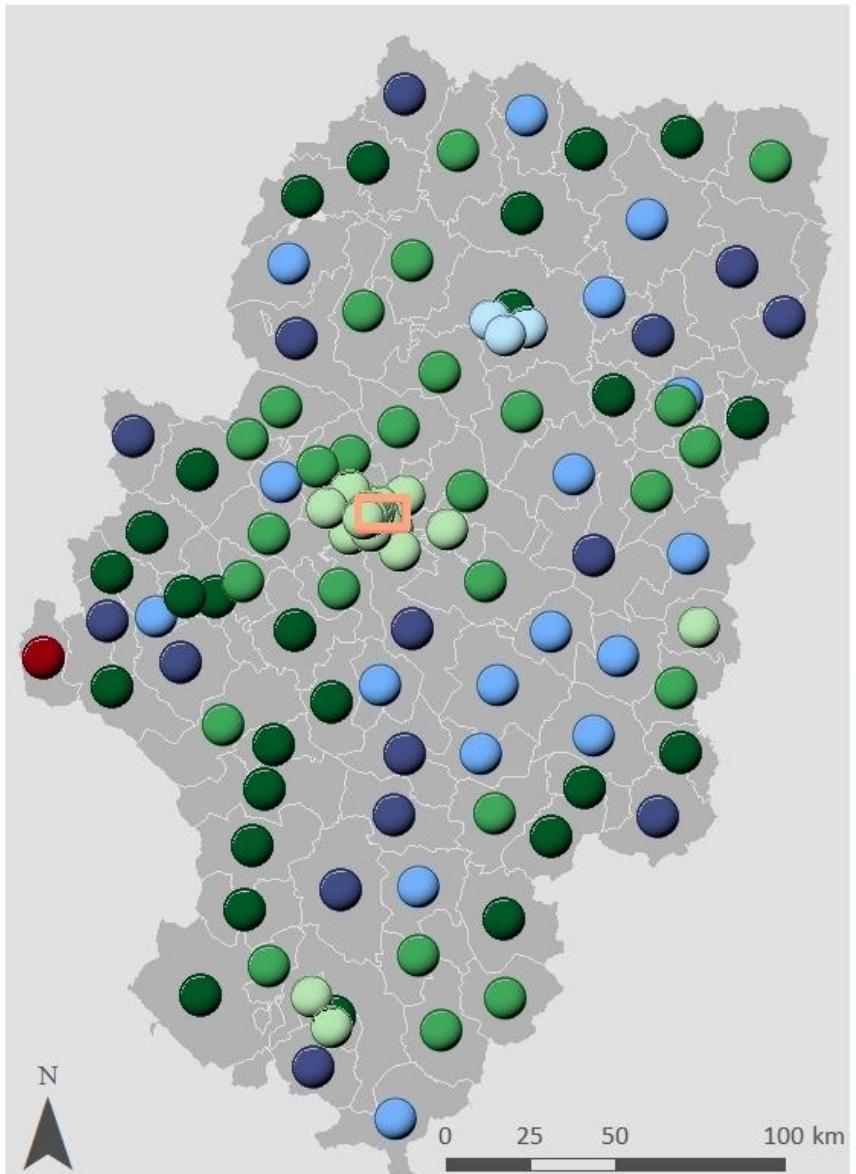


**Figura 22.** Distribución estadística de la vegetación

La distribución de la precipitación, al igual que el clima, es muy variada en la Comunidad de Aragón. Las precipitaciones son escasas en la mayoría del territorio y reflejan la topografía. En el Valle del Ebro encontramos las precipitaciones mínimas de la comunidad y en el Pirineo las máximas. Destacando también las precipitaciones el Sistema Ibérico y la Cordillera Ibérica Oriental.



**Figura 23.** Distribución estadística de la precipitación

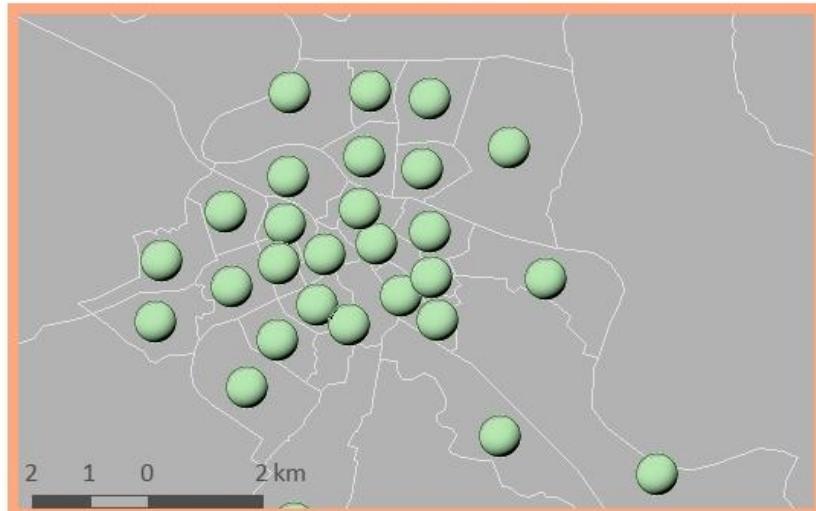


## Caracterización de los edificios por ZBS

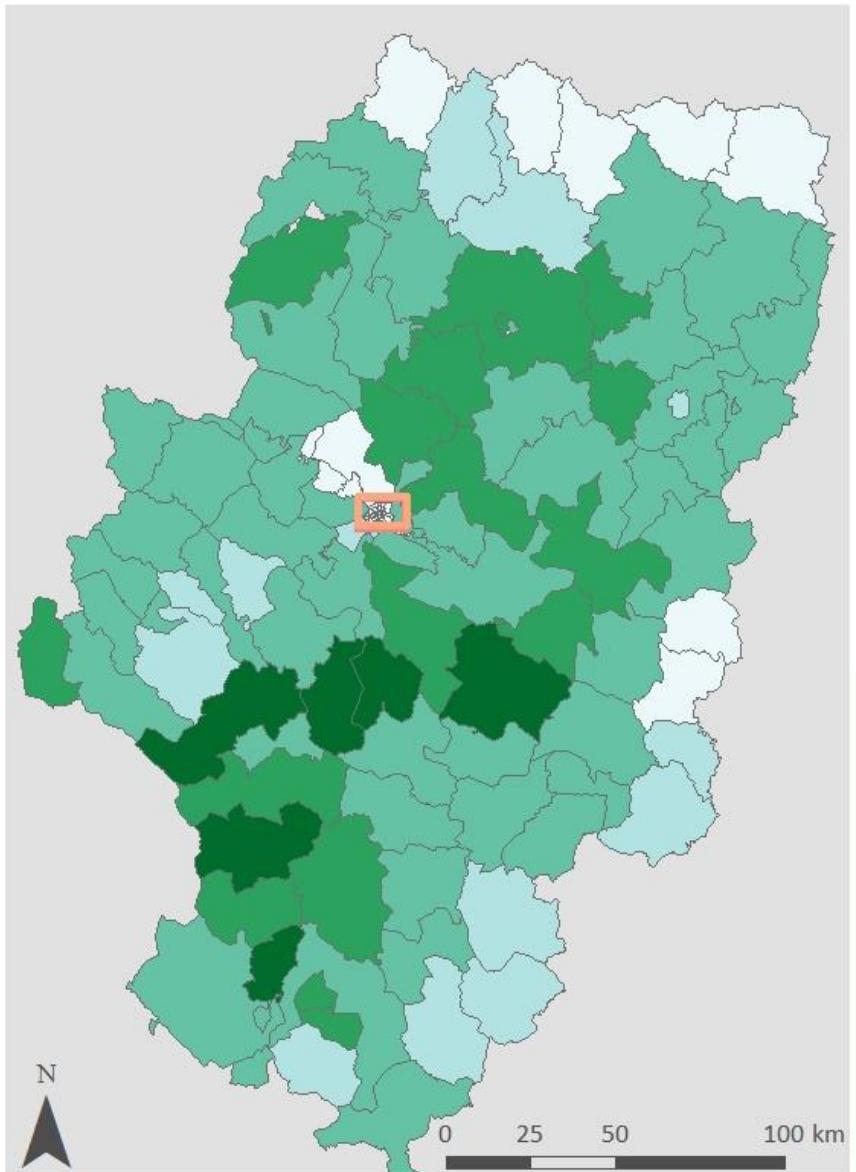
	Deficiente	Bueno	Muy bueno
ESTADO			
< 30	●	●	●
30 - 60	●	●	●
> 60	●	●	●

Fuente: IAEST, INE (2001)

Elaboración: Adriana Alcalá



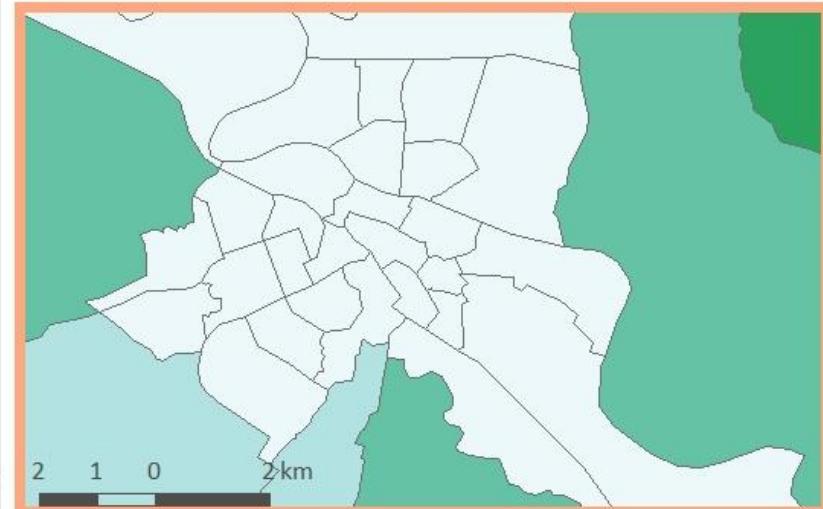
Mapa 12. Caracterización de los edificios



# Vegetación alérgena por ZBS

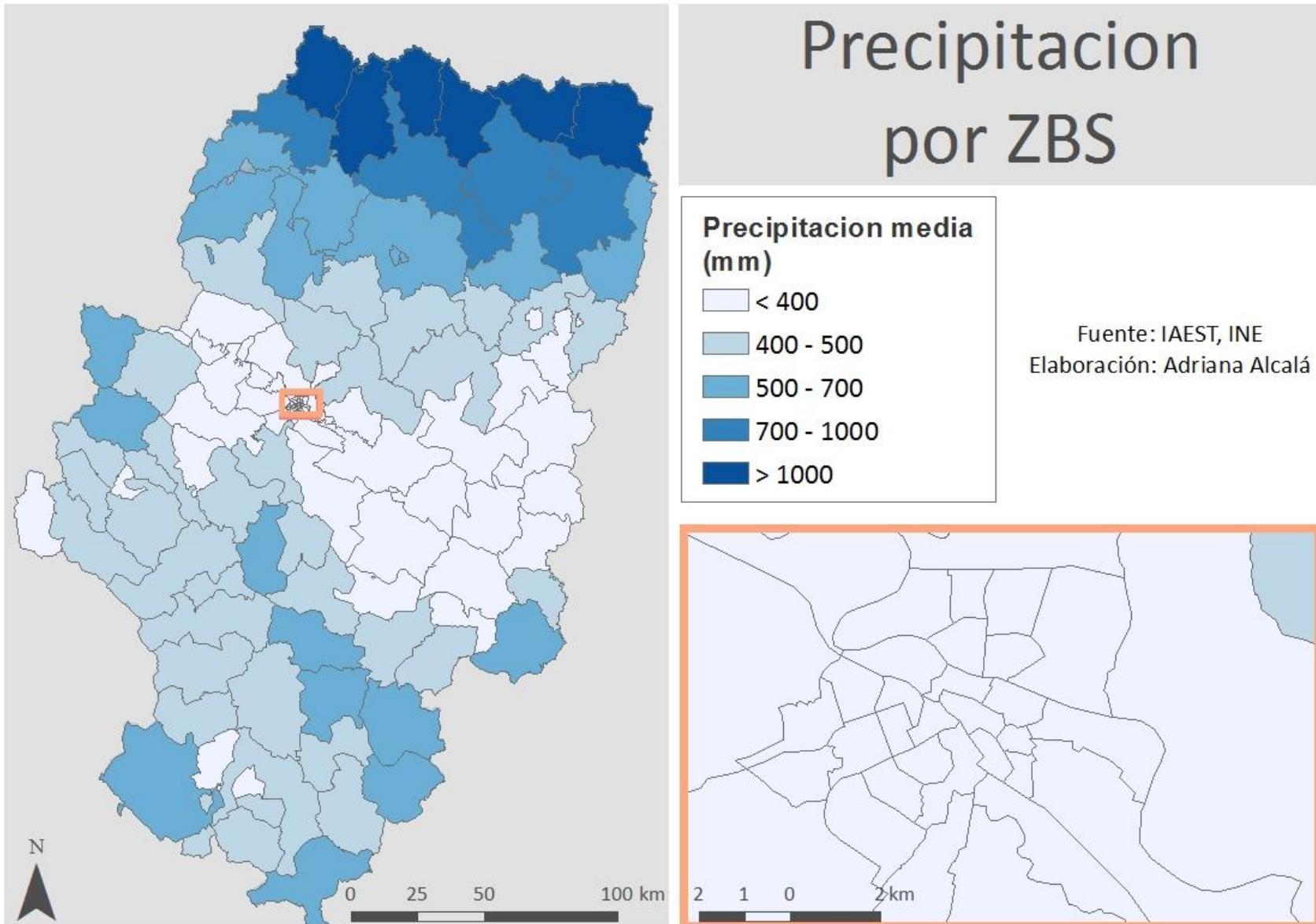
**Porcentaje de superficie  
ocupada por  
vegetación alérgena**

- < 1,5
- 1,5 - 3
- 3 - 9
- 9 - 12
- > 12



Fuente: IAEST, INE  
Elaboración: Adriana Alcalá

**Mapa 13.** Distribución de la vegetación alérgena



## 4.2. Modelos de regresión

---

El análisis de correlación y la determinación de un modelo de regresión lineal, planteados en la metodología, se aplicaron al conjunto de determinantes de la salud frente a los niveles de asma representados por dos variables diferentes, por lo que se realizaron dos modelos de regresión.

En primer lugar se consideran los determinantes de la salud como variables independientes (variable x) y los niveles observador de asma infantil como variable dependiente (variable y). El segundo análisis, toma como variable dependiente los valores observados entre los esperados (REM) de asma infantil.

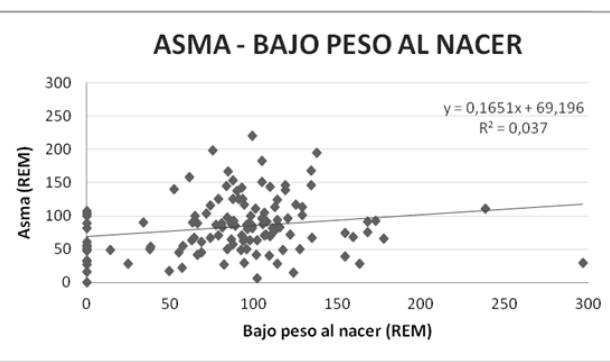
Consideramos que el coeficiente de correlación es distinto de cero, y por tanto “x” e “y” están correlacionadas, si  $p(t)$  es menor a 0,05.

Según los resultados del primer análisis de regresión, niveles de REM de asma (tabla),podemos asegurar, con más de un 95% de confianza, que existen relación entre los niveles de asma observados y el bajo peso al nacer ( $p=0,032$ ), el tabaquismo ( $p=0,008$ ), la renta per cápita ( $p=0,00013$ ), la edad media de los edificios ( $p=3,69E-7$ ), la población total ( $p=6,2E-5$ ) la población urbana ( $p=8,3E-5$ ) y la cercanía a carreteras ( $p=0,039$ ).

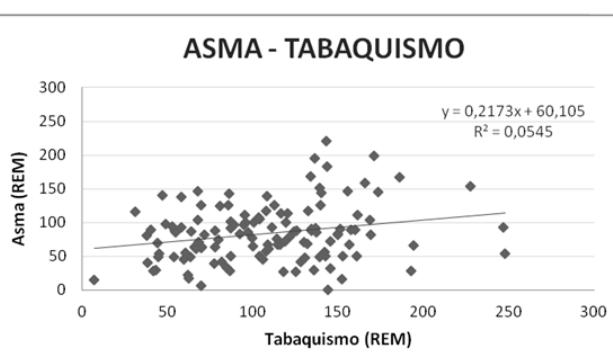
	r de Pearson	p(t)	DW
BAJO PESO AL NACER	0,192344115	0,0316362524	1,64218825
TABAQUISMO	0,23353057	0,0087655080	1,61415226
RENTA	0,335416885	0,0001314199	1,79710697
INDICE DE FEMINIDAD	0,046674571	0,6052421169	1,6310649
EDAD MEDIA DE LOS EDIFICIOS	-0,43611757	0,0000003699	1,76529254
ESTADO MEDIO DE LOS EDIFICIOS	0,058119904	0,519694277	1,65419854
POBLACION	0,350322916	0,000062001	1,87572974
POBLACIÓN URBANA	0,344518951	0,000083444	1,73646215
VEGETACIÓN ALÉRGENA	0,175034248	0,050892856	1,70794347
PRECIPITACIÓN	-0,16740068	0,062043630	1,63206229
PORCENTAJE DE POBLACIÓN CERCANA A CARRETERAS	0,184108714	0,039847844	1,71122213

**Tabla 4.** Análisis de regresión

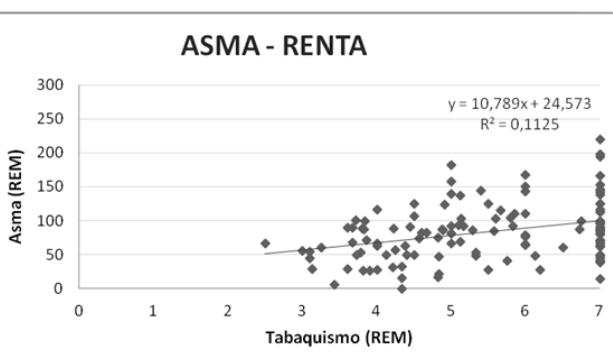
BAJO PESO AL NACER	
r de Pearson	0,192344115
P(t)	0,0316362524
DW	1,642188249
a	69,19575606
b	0,165080095



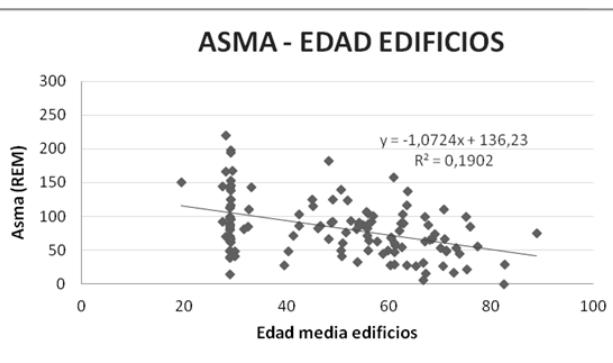
TABAQUISMO	
r de Pearson	8,7655E-03
P(t)	0,0087655080
DW	1,614152258
a	60,10504883
b	0,217344179

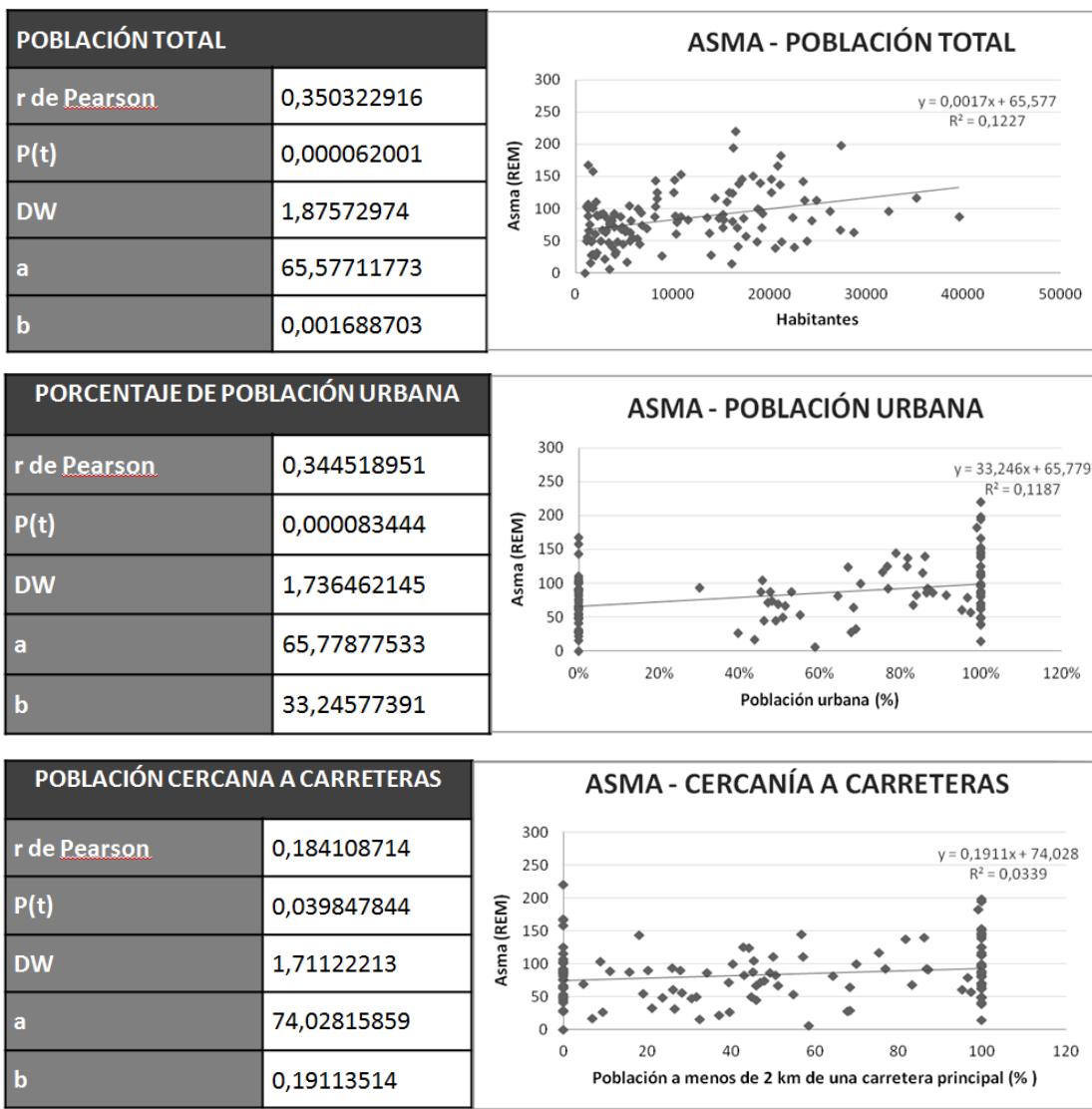


RENTA	
r de Pearson	0,335416885
P(t)	0,0001314199
DW	1,797106973
a	24,57252755
b	10,78909398



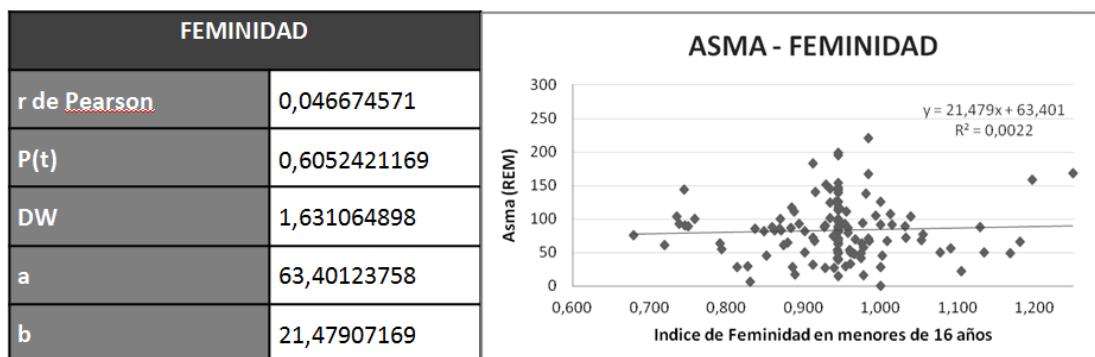
EDAD MEDIA DE LOS EDIFICIOS	
r de Pearson	-0,436117567
P(t)	0,0000003699
DW	1,765292537
a	136,2342816
b	-1,072370325

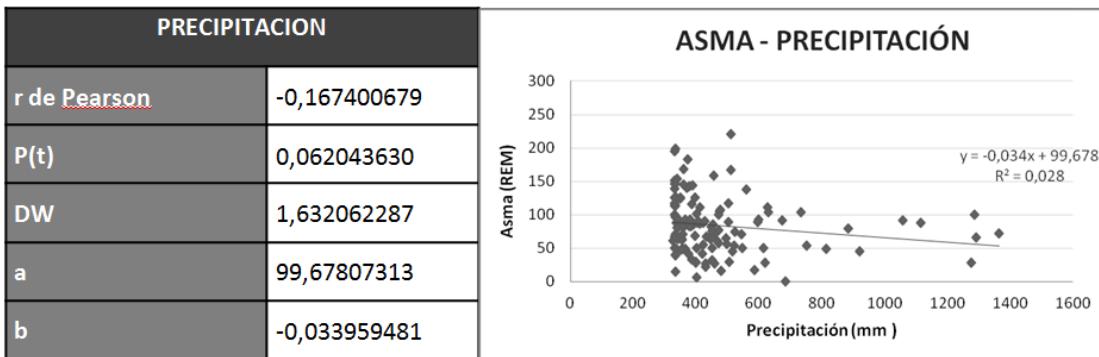
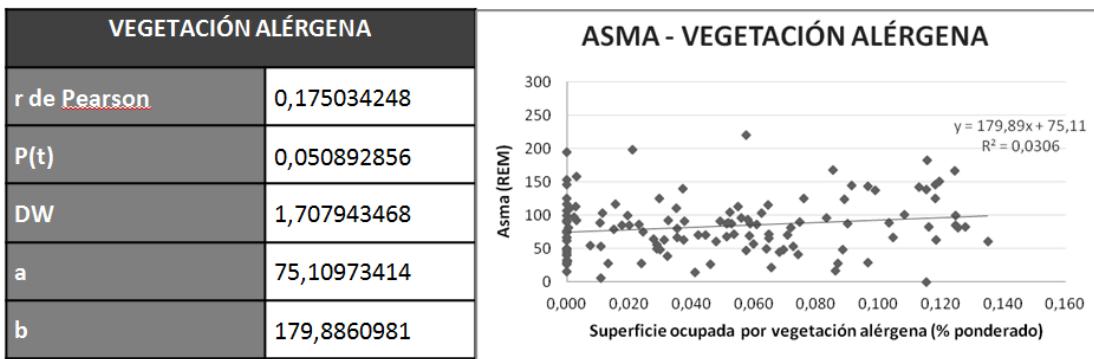
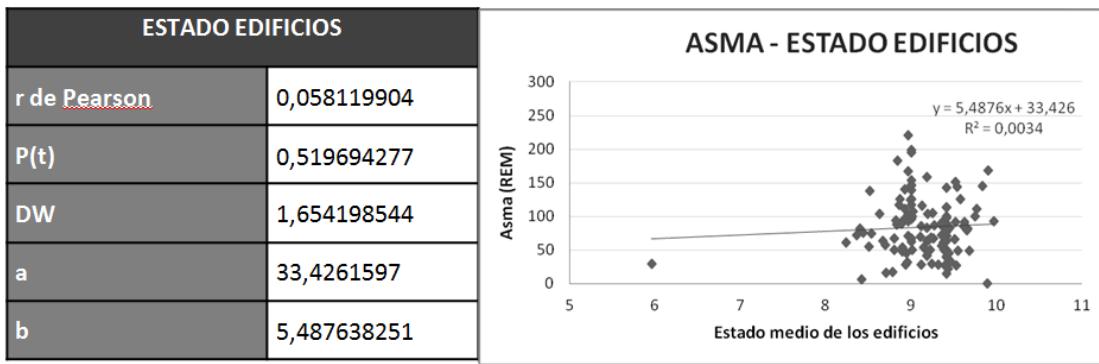




**Figura 23.** Representación gráfica de las regresiones aceptadas

Por otro lado, no podemos afirmar que el coeficiente de correlación es diferente de cero y, por lo tanto, no podemos afirmar la relación entre la feminidad infantil ( $p=0,605$ ), el estado medio de los edificios ( $p=0,519$ ), la vegetación alérgena ( $p=0,051$ ) y las precipitaciones ( $p=0,062$ ).





**Figura 24.** Representación gráfica de las regresiones no aceptadas

En todos los casos aceptados, excepto en el de edad media de los edificios, las relaciones son positivas. Lo que indica que conforme aumentan el valor del determinante, aumenta también el REM de asma infantil. Por el contrario, en el caso de la edad media de los edificios, la relación es negativa. Lo que indica que a mayor edad del edificio, menor REM de asma infantil.

Dentro de las regresiones aceptadas, observamos que en general, obtenemos valores bajos de correlación en el modelo del REM, no obstante a modo indicativo presentamos la interpretación de sus resultados según los siguientes intervalos:

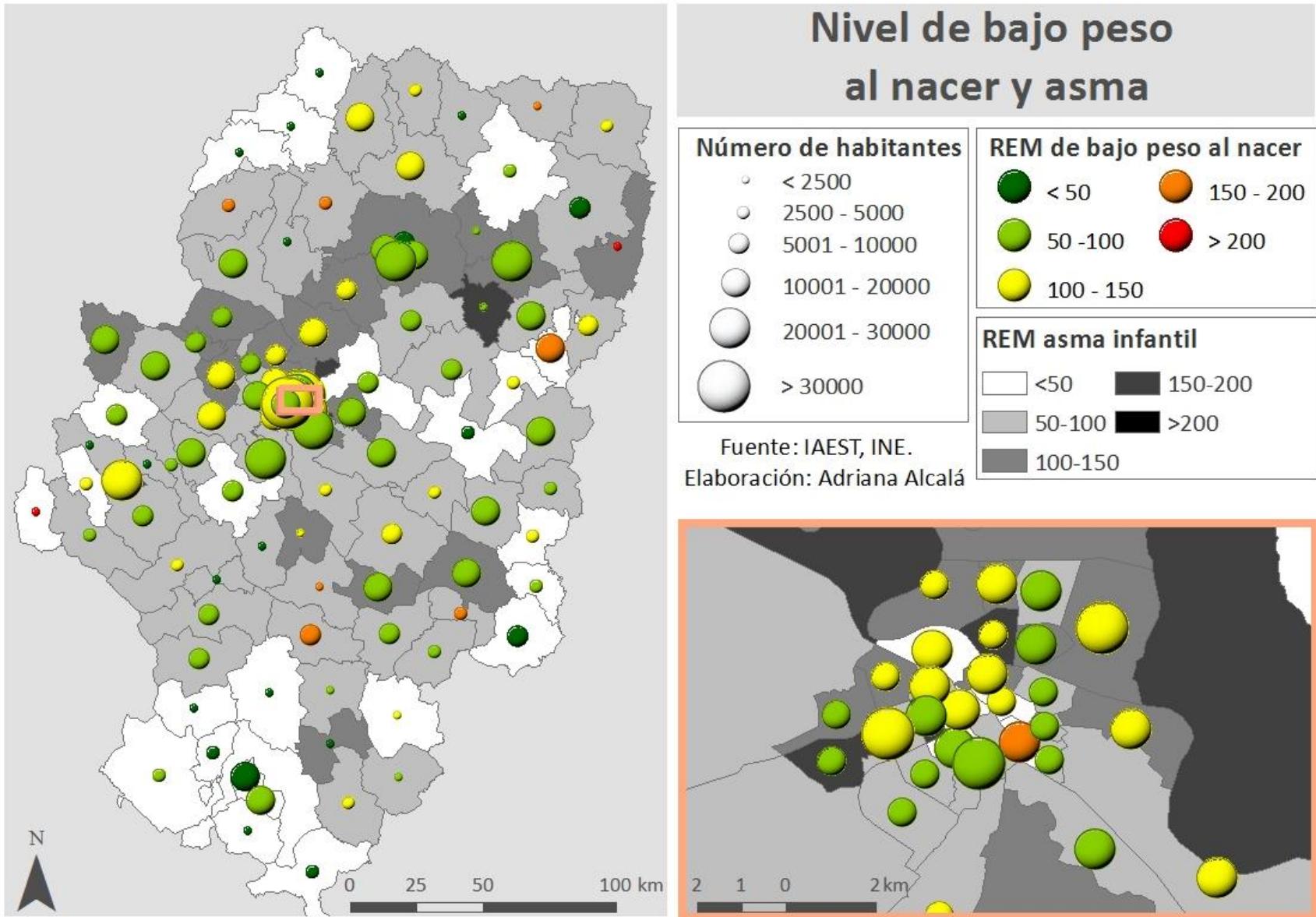
<u>Coeficiente Pearson (r)</u>	<u>Interpretación</u>
0	<b>Relación nula</b>
0 – 0,2	<b>Relación muy baja</b>
0,2 – 0,4	<b>Relación baja</b>
0,4 – 0,6	<b>Relación moderada</b>
0,6 – 0,8	<b>Relación alta</b>
0,8 - 1	<b>Relación muy alta</b>
1	<b>Relación perfecta</b>

**Tabla 5.** Intervalos de interpretación de Pearson

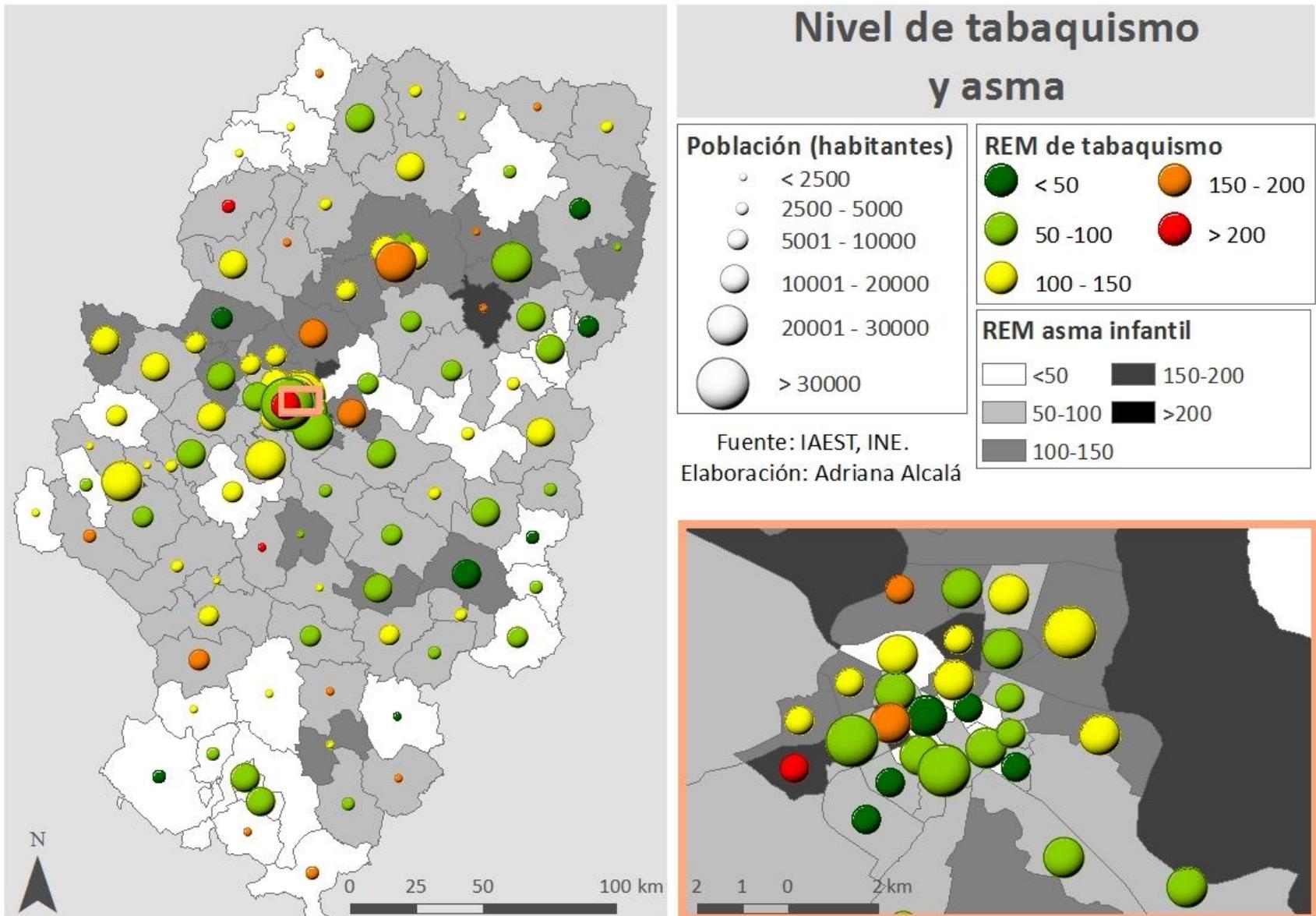
Estas se sitúan entre relación muy baja y relación moderada. Lo que nos indica que la relación entre los valores REM de asma y cada variable dependiente considerada de riesgo para la aparición de esta enfermedad por separado no es explicativa en sí misma, aunque puede ser existente.

	r de Pearson	Grado de relación
BAJO PESO AL NACER	0,192344115	Muy baja
TABAQUISMO	0,23353057	Baja
RENTA	0,335416885	Baja
EDAD MEDIA DE LOS EDIFICIOS	-0,43611757	Moderada
POBLACION	0,350322916	Baja
POBLACIÓN URBANA	0,344518951	Baja
PORCENTAJE DE POBLACIÓN CERCANA A CARRETERAS	0,184108714	Muy baja

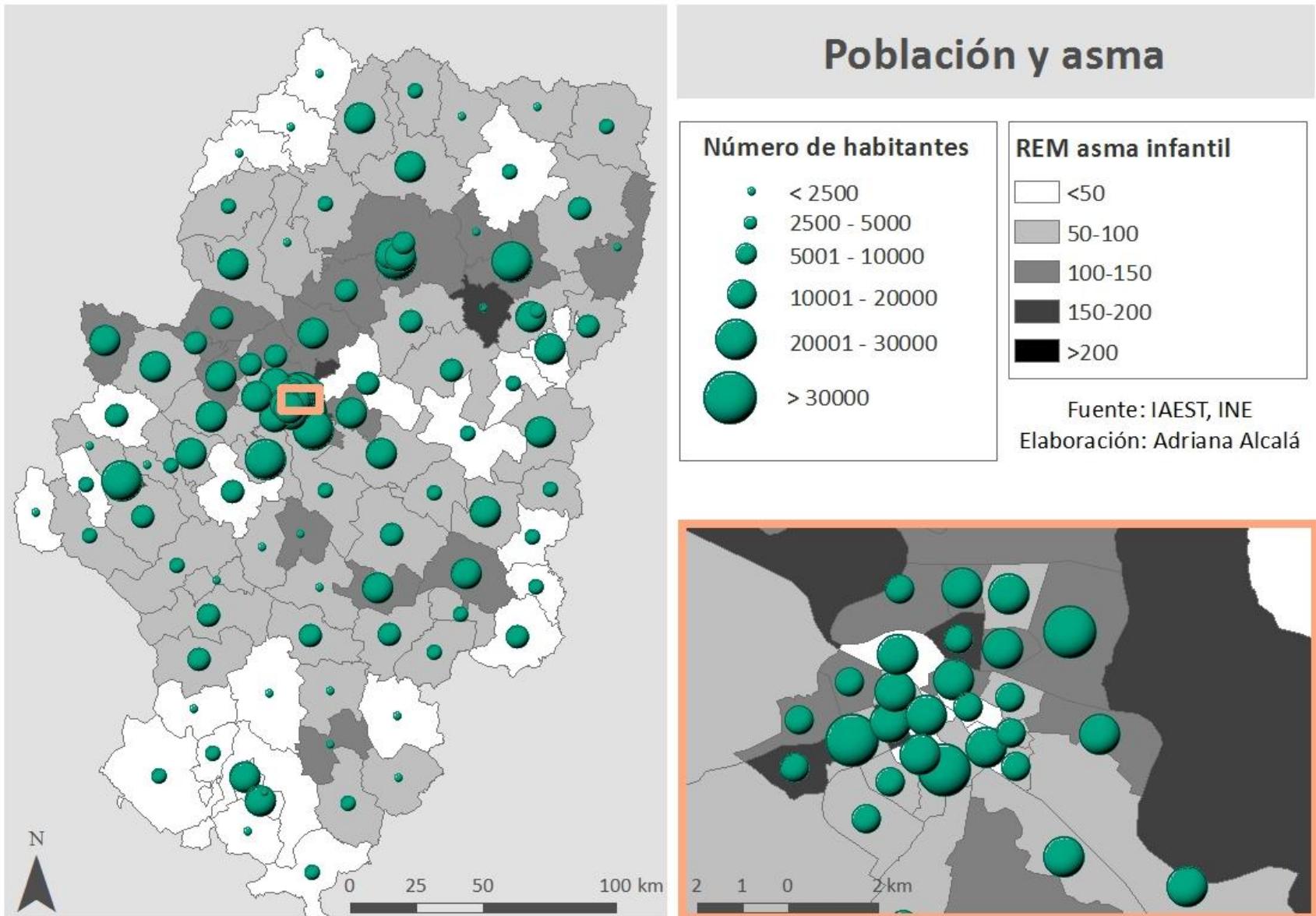
**Tabla 6.** Niveles de relación



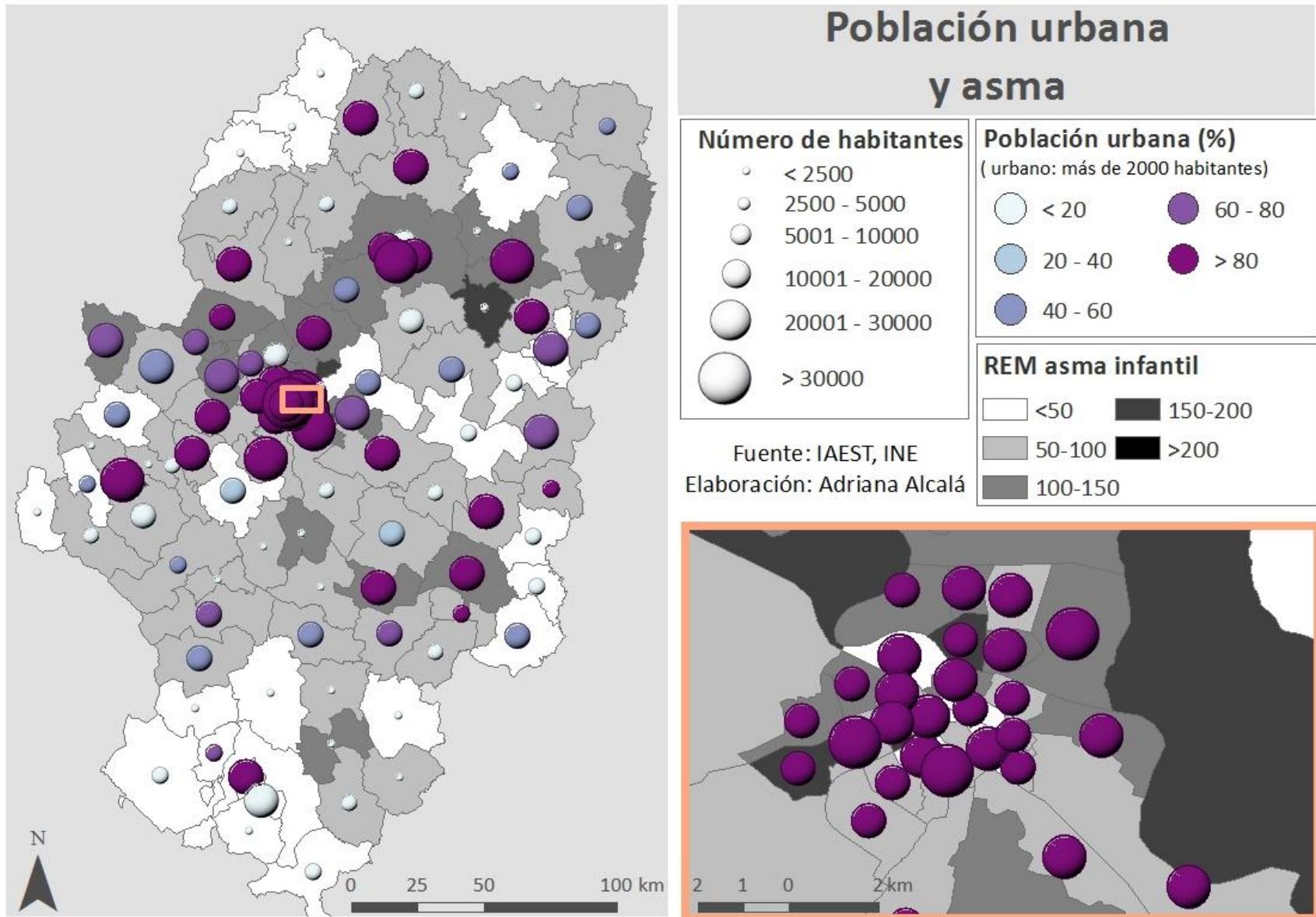
**Mapa 15.** Relación entre el REM del asma infantil y el bajo peso al nacer



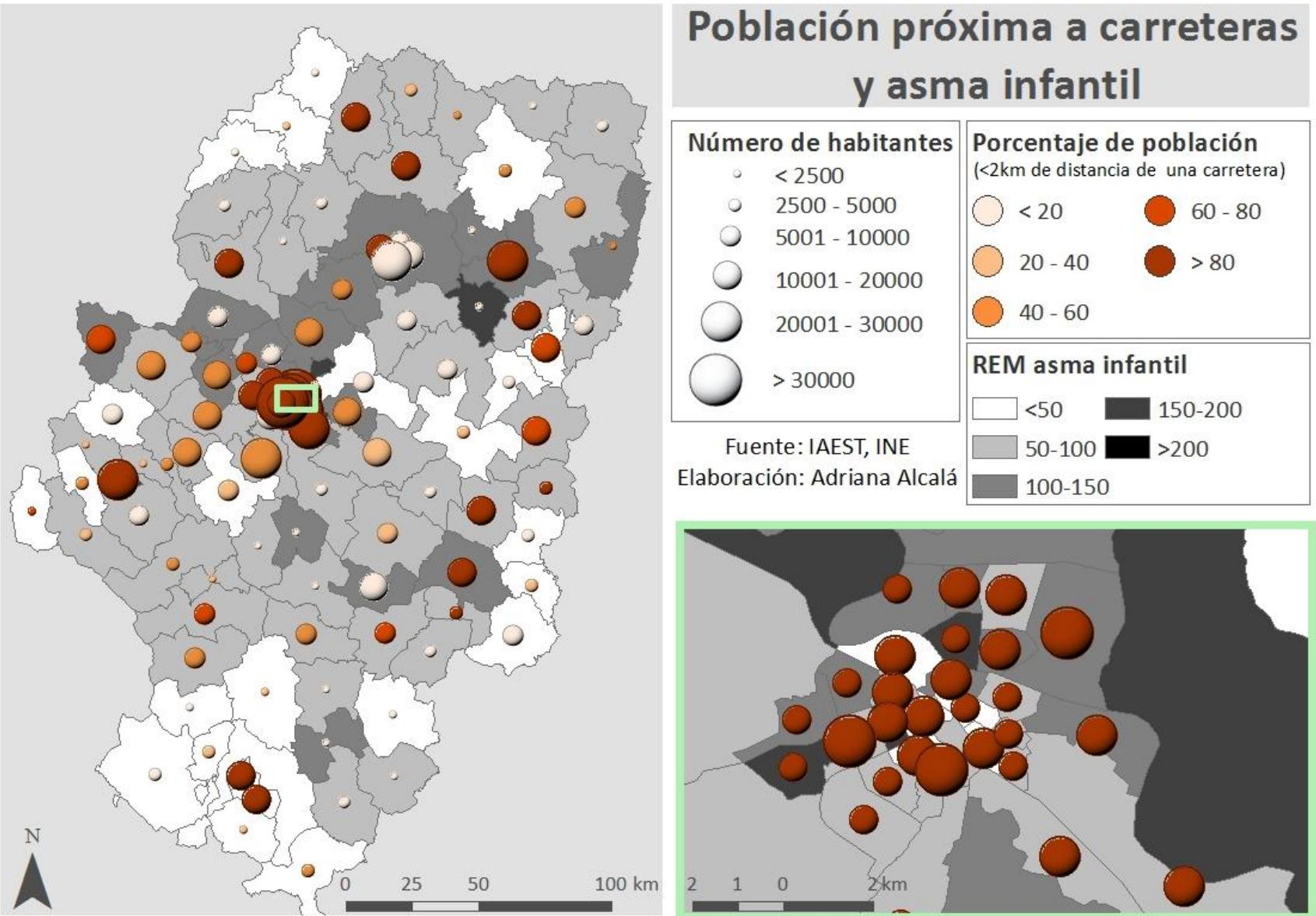
**Mapa 16.** Relación entre el REM del asma infantil y el tabaquismo

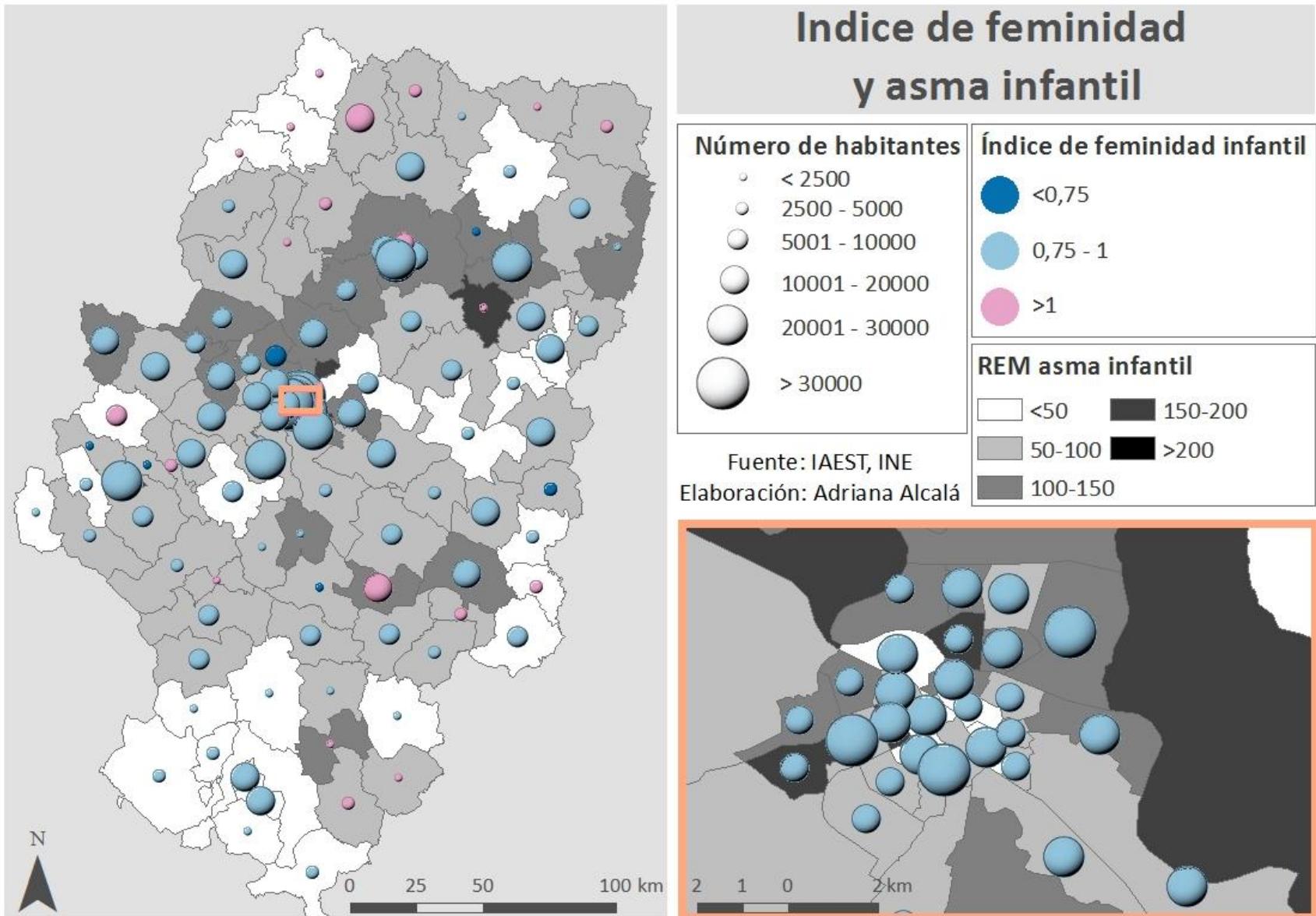


**Mapa 17.** Relación entre el REM del asma infantil y la población

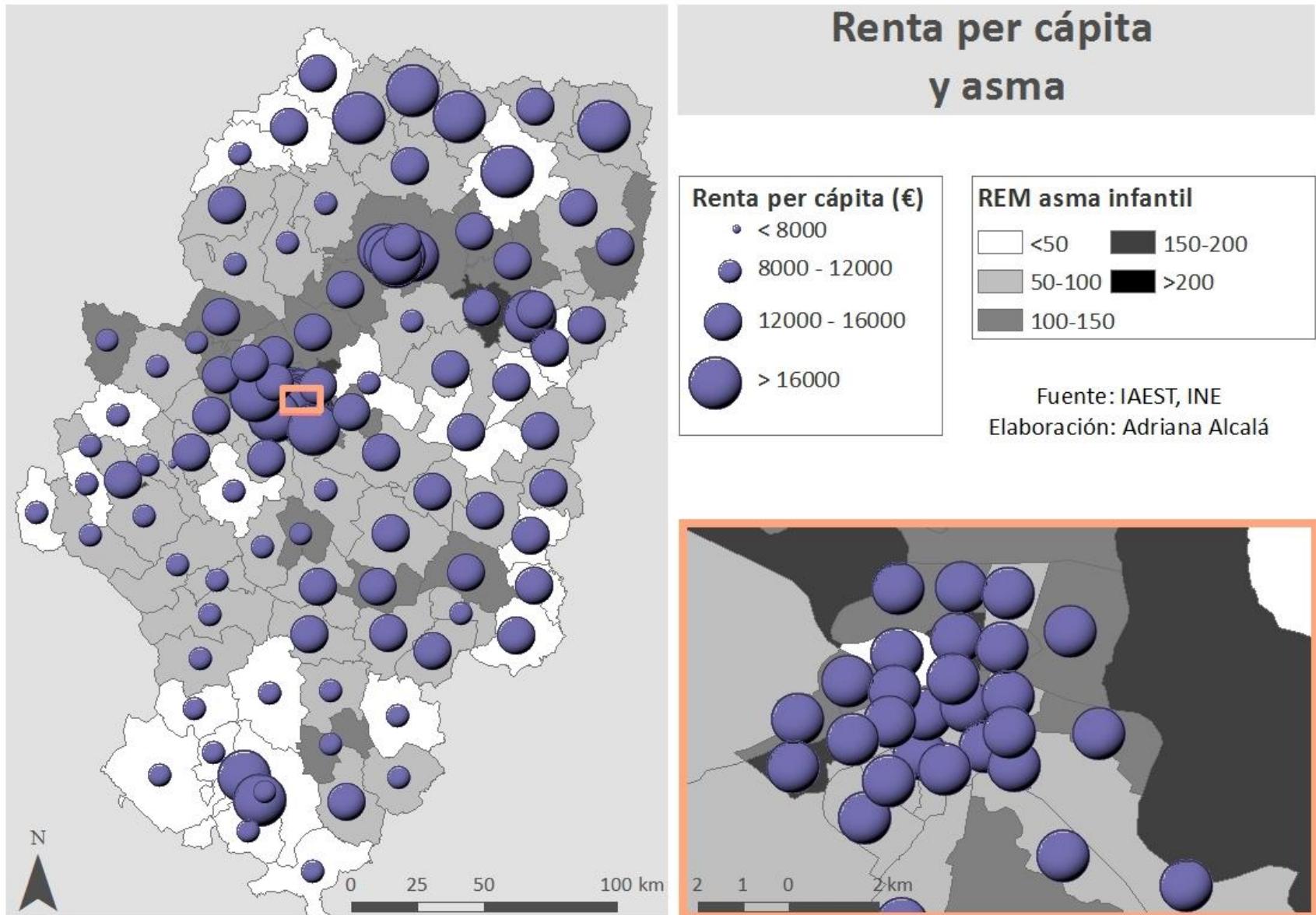


**Mapa 18.** Relación entre el REM del asma infantil y la población urbana

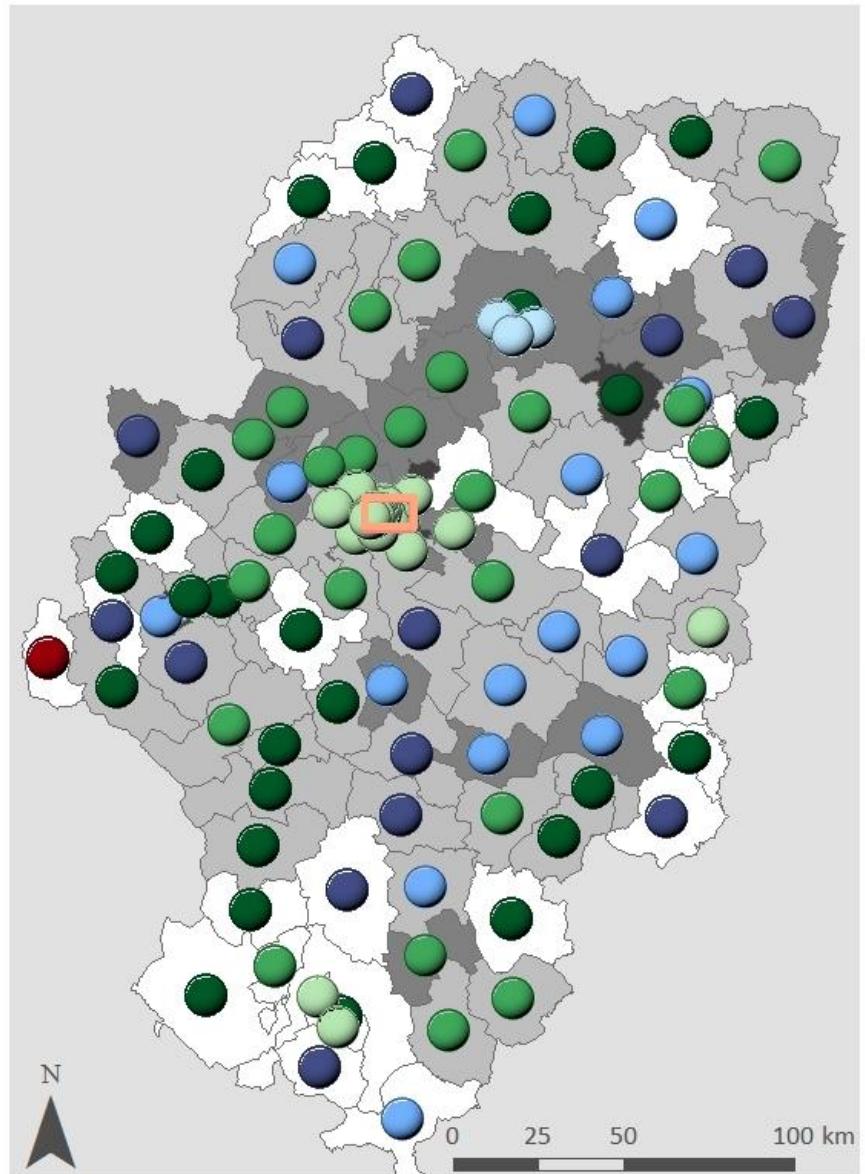




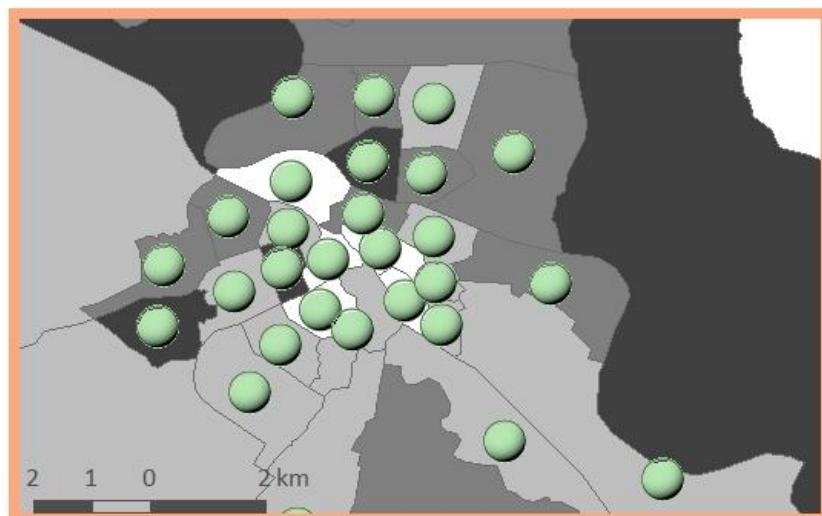
**Mapa 20.** Relación entre el REM del asma infantil y el índice de feminidad infantil



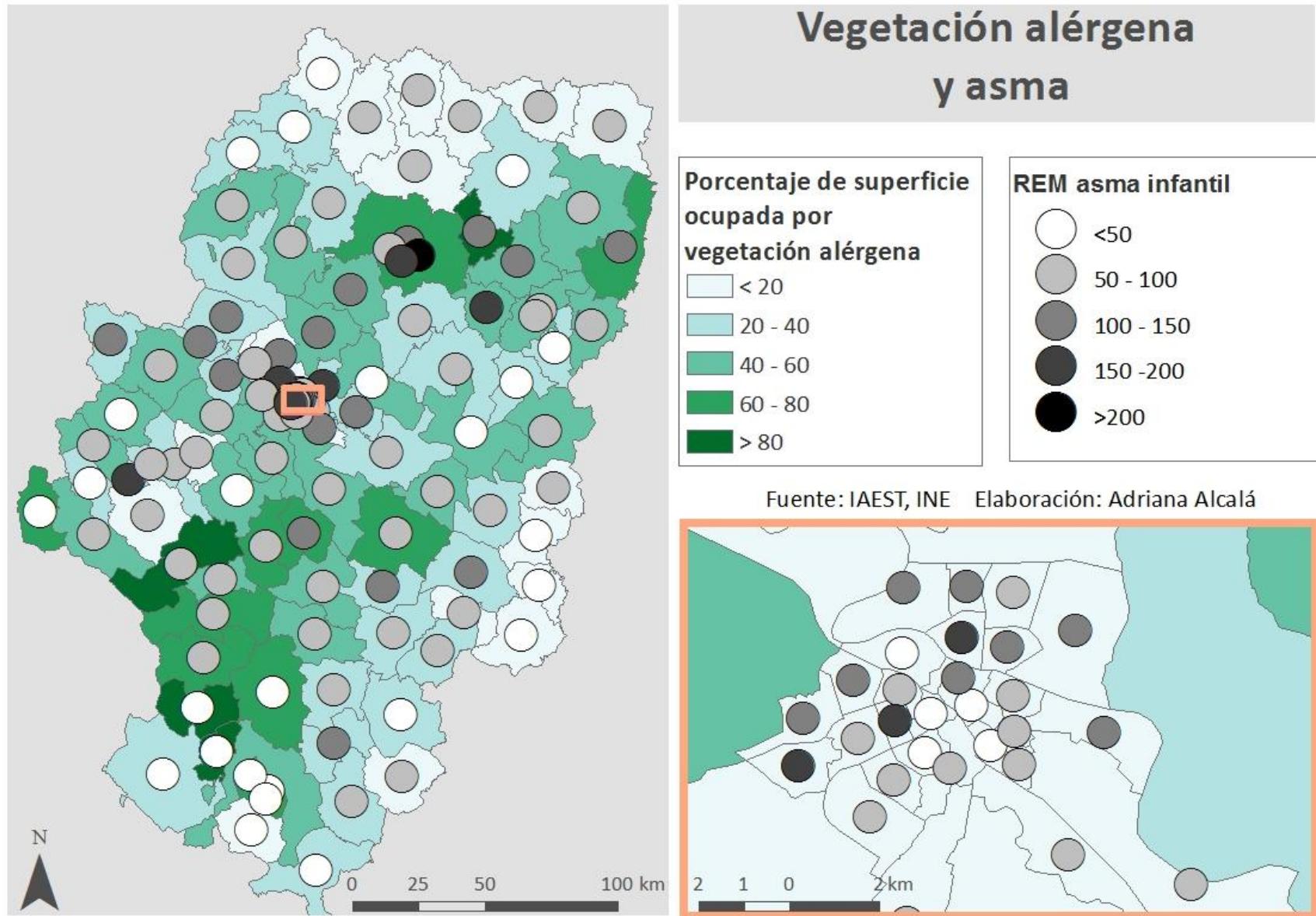
**Mapa 21.** Relación entre el REM del asma infantil y la renta



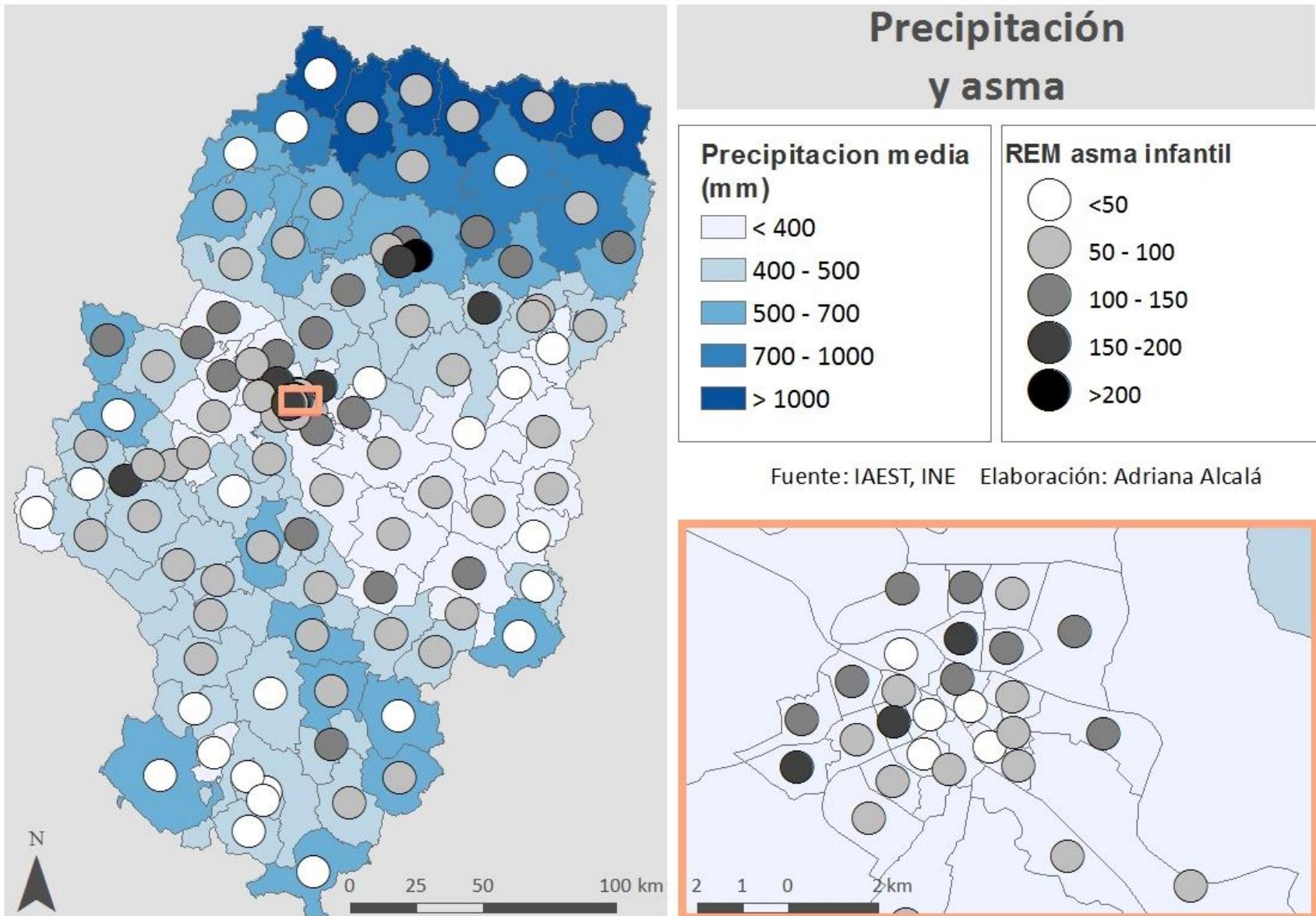
## Caracterización de los edificios por ZBS



**Mapa 22.** Relación entre el REM del asma infantil y la caracterización de los edificios



**Mapa 23.** Relación entre el REM del asma infantil y la vegetación alérgena

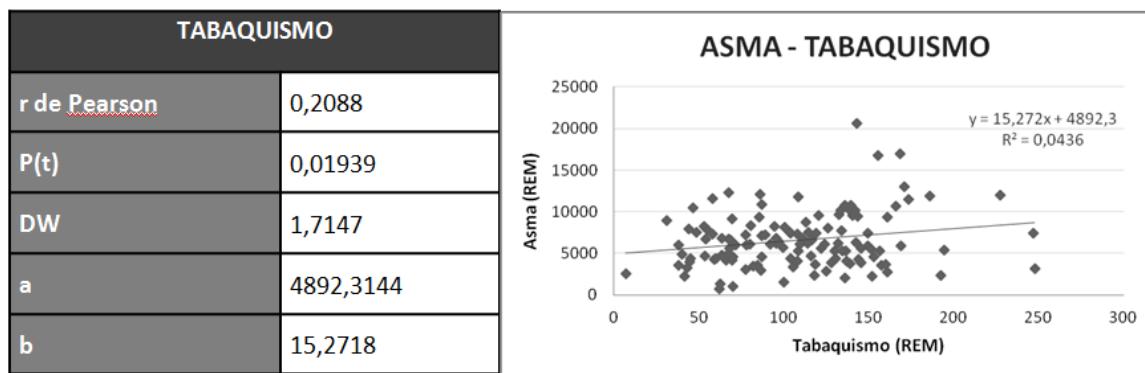


**Mapa 24.** Relación entre el REM del asma infantil y la precipitación

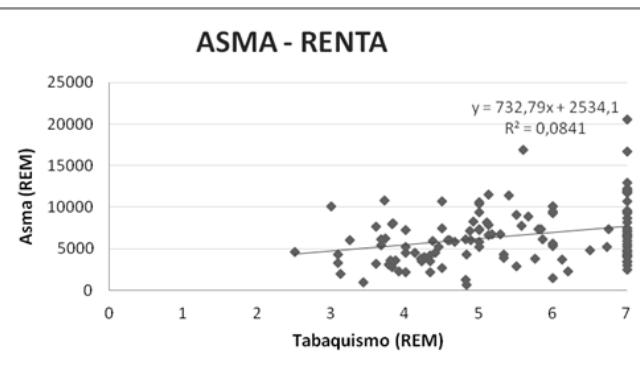
A partir del segundo análisis de regresión, con respecto a la prevalencia del asma (tabla), determinamos que con más de un 95% de confianza existe relación entre los casos de asma observados y el tabaquismo ( $p=0,019$ ), la renta per cápita ( $p=0,00103$ ), la edad media de los edificios ( $p=9,21E-6$ ), la población total ( $p=6,2E-4$ ) la población urbana ( $p=5,19E-5$ ), la vegetación alérgena ( $p=0,015$ ) y la cercanía a carreteras ( $p=0,039$ ).

	r de Pearson	p(t)	DW
BAJO PESO AL NACER	0,105466447	0,24173	1,709613137
TABAQUISMO	0,208894376	0,019392	1,714797029
RENTA	0,290015332	0,0010355	1,904370796
INDICE DE FEMINIDAD	-0,004794558	0,95768	1,706050537
EDAD MEDIA DE LOS EDIFICIOS	-0,385123827	0,0000092132	1,846921327
ESTADO MEDIO DE LOS EDIFICIOS	0,038536311	0,66961	1,711045593
POBLACION	0,301903319	0,00062237	1,837741387
POBLACIÓN URBANA	0,306019502	0,00051914	1,747527567
VEGETACIÓN ALÉRGENA	0,216610326	0,015253	1,790074097
PRECIPITACIÓN	-0,148781541	0,097733	1,667451162
PORCENTAJE DE POBLACIÓN CERCANA A CARRETERAS	0,132137598	0,14185	1,744748

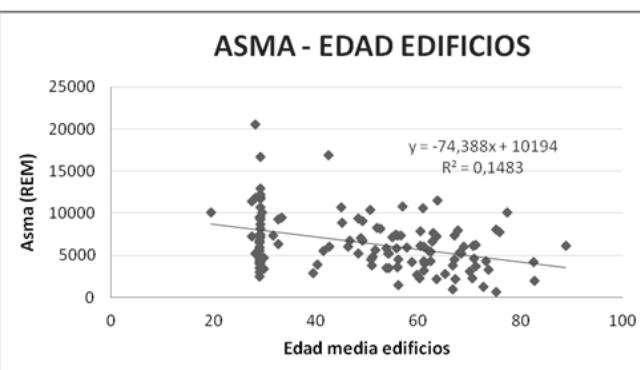
**Tabla 7.** Análisis de regresión



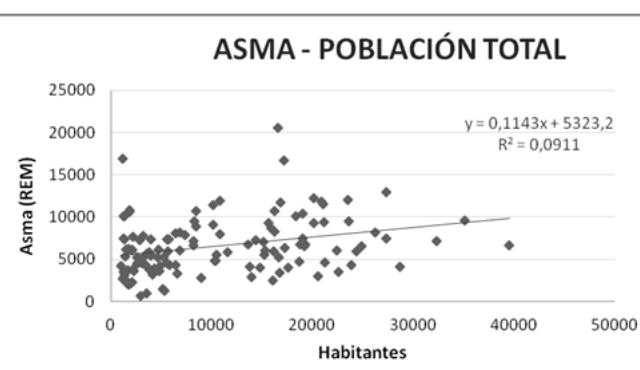
RENTA	
r de Pearson	0,29001
P(t)	0,00103
DW	1,9043
a	2534,0985
b	732,792



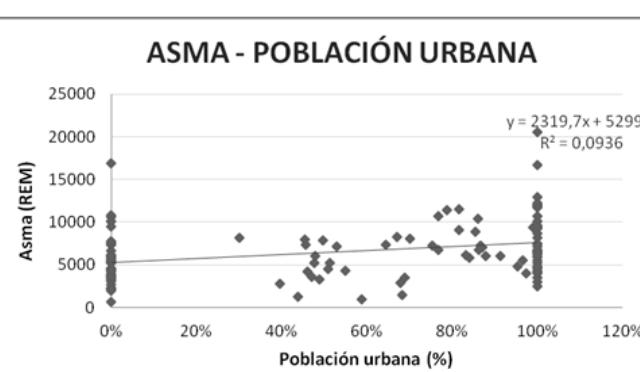
EDAD DE EDIFICIOS	
r de Pearson	-0,3851
P(t)	9,2132
DW	1,8469
a	10194,3298
b	-74,3878

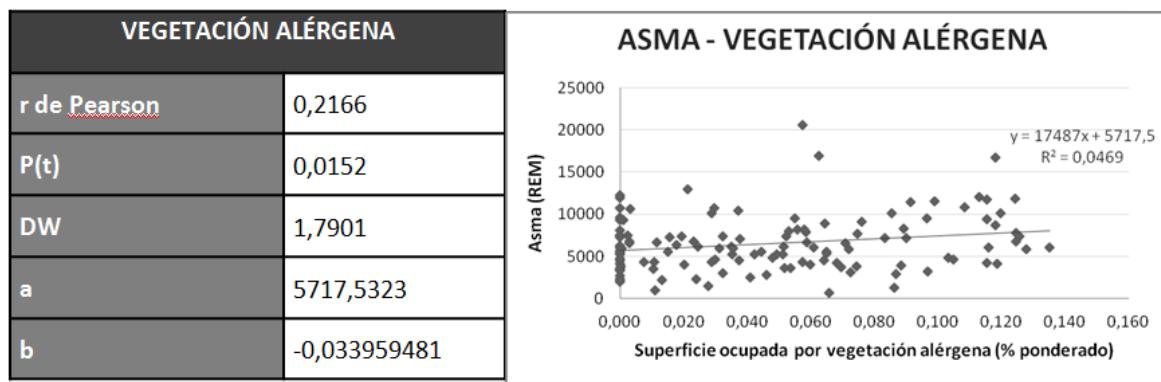


POBLACIÓN	
r de Pearson	0,3019
P(t)	0,0006
DW	1,8377
a	5323,1663
b	0,1143



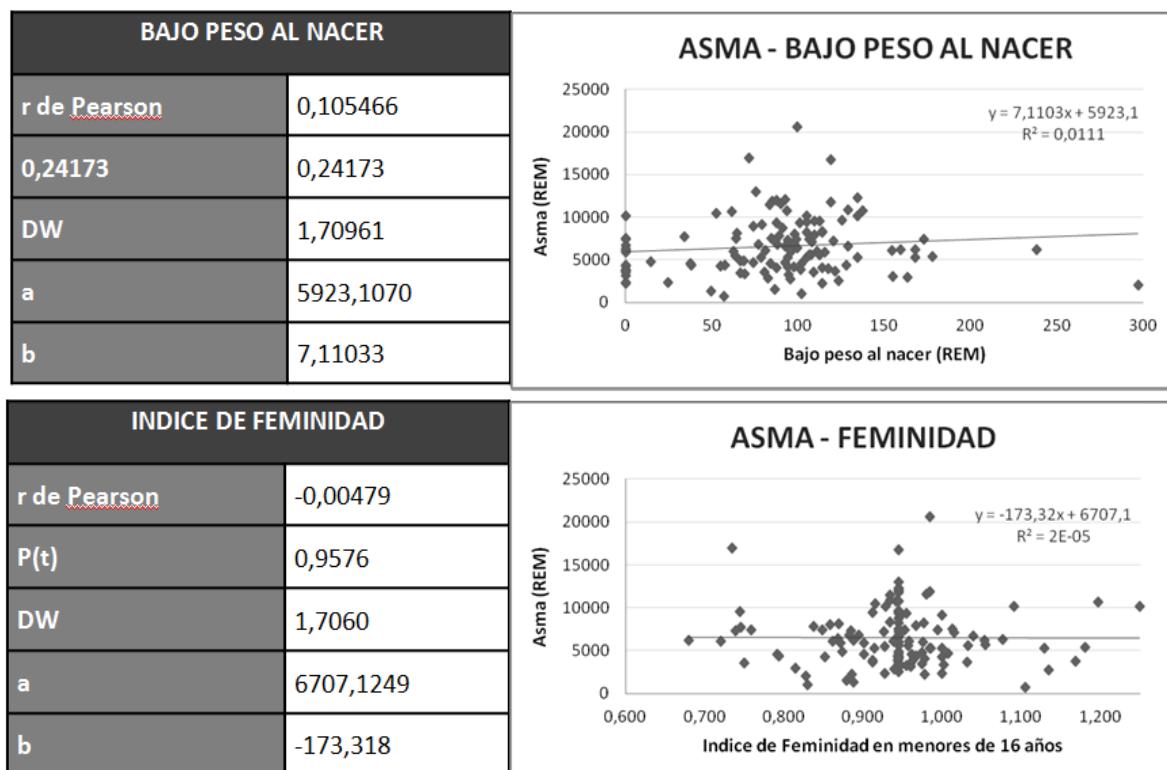
POBLACIÓN URBANA	
r de Pearson	0,3060
P(t)	0,0005
DW	1,7475
a	5299,743
b	2319,704

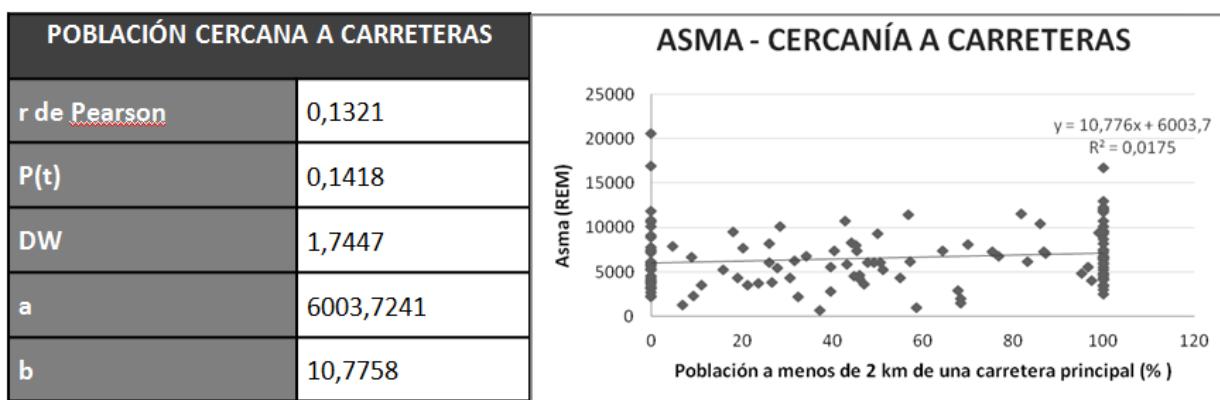
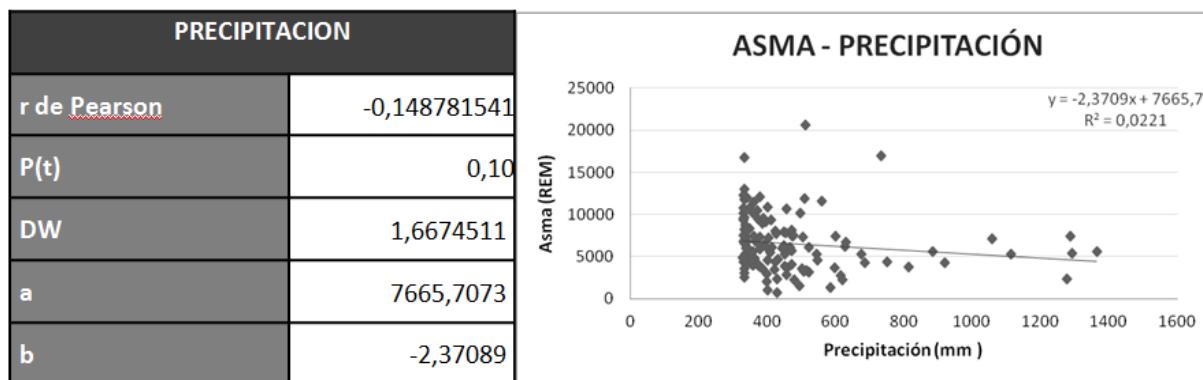
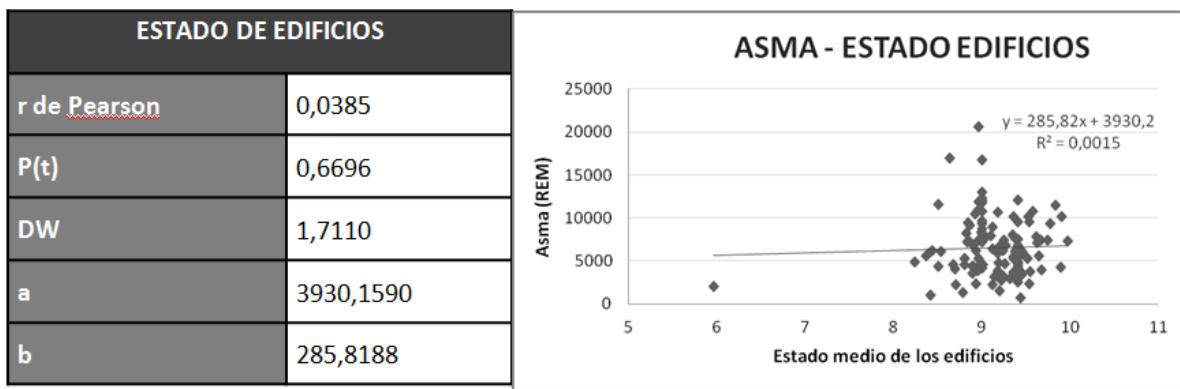




**Figura 25.** Representación gráfica de las regresiones aceptadas

Pero no podemos afirmar que el coeficiente de correlación es diferente de cero y, por lo tanto, no podemos afirmar la relación entre el bajo peso al nacer ( $p=0,24$ ) la feminidad infantil ( $p=0,95$ ), el estado medio de los edificios ( $p=0,669$ ), la precipitación ( $p=0,097$ ) y la cercanía a carreteras ( $p=0,14$ ).



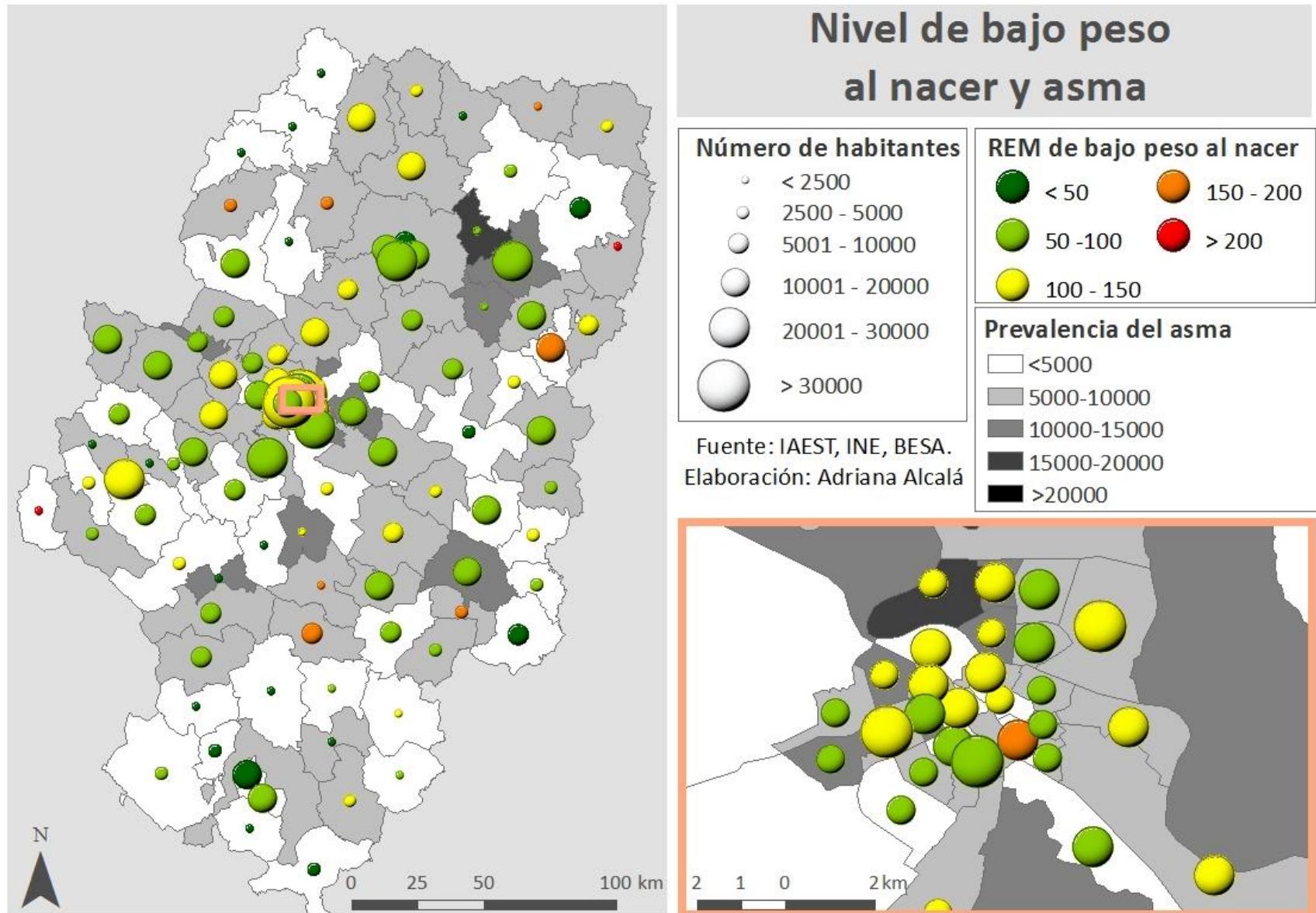


**Figura 26.** Representación gráfica de las regresiones no aceptadas

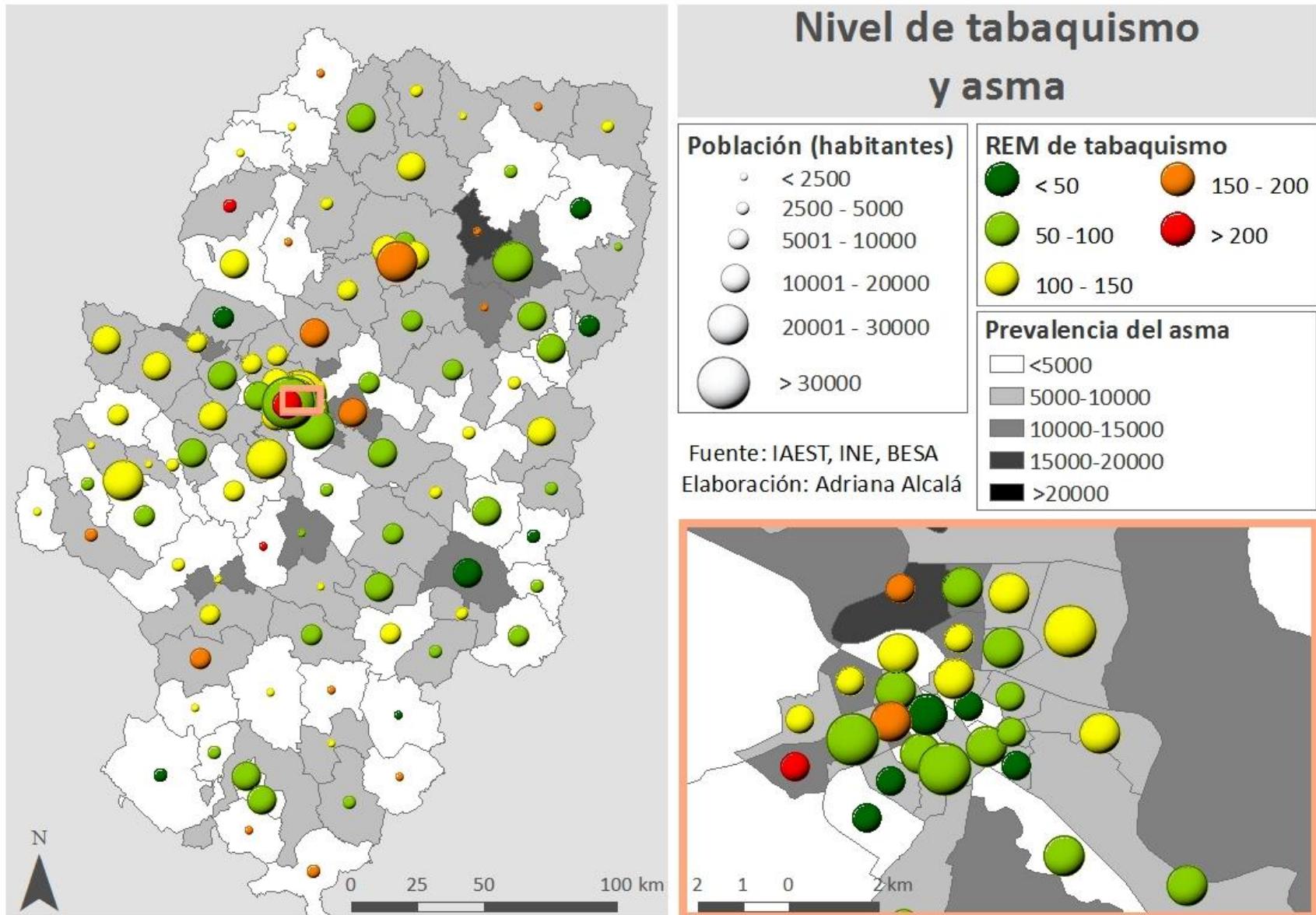
El grado de relación en las regresiones aceptadas sigue siendo bajo en este caso y la relación entre la edad media de los edificios y el asma negativa.

	<b>r de Pearson</b>	<b>Grado de relación</b>
TABAQUISMO	0,208894376	Baja
RENTA	0,290015332	Baja
EDAD MEDIA DE LOS EDIFICIOS	-0,385123827	Baja
POBLACION	0,301903319	Baja
POBLACIÓN URBANA	0,306019502	Baja
VEGETACIÓN ALÉRGENA	0,216610326	Baja

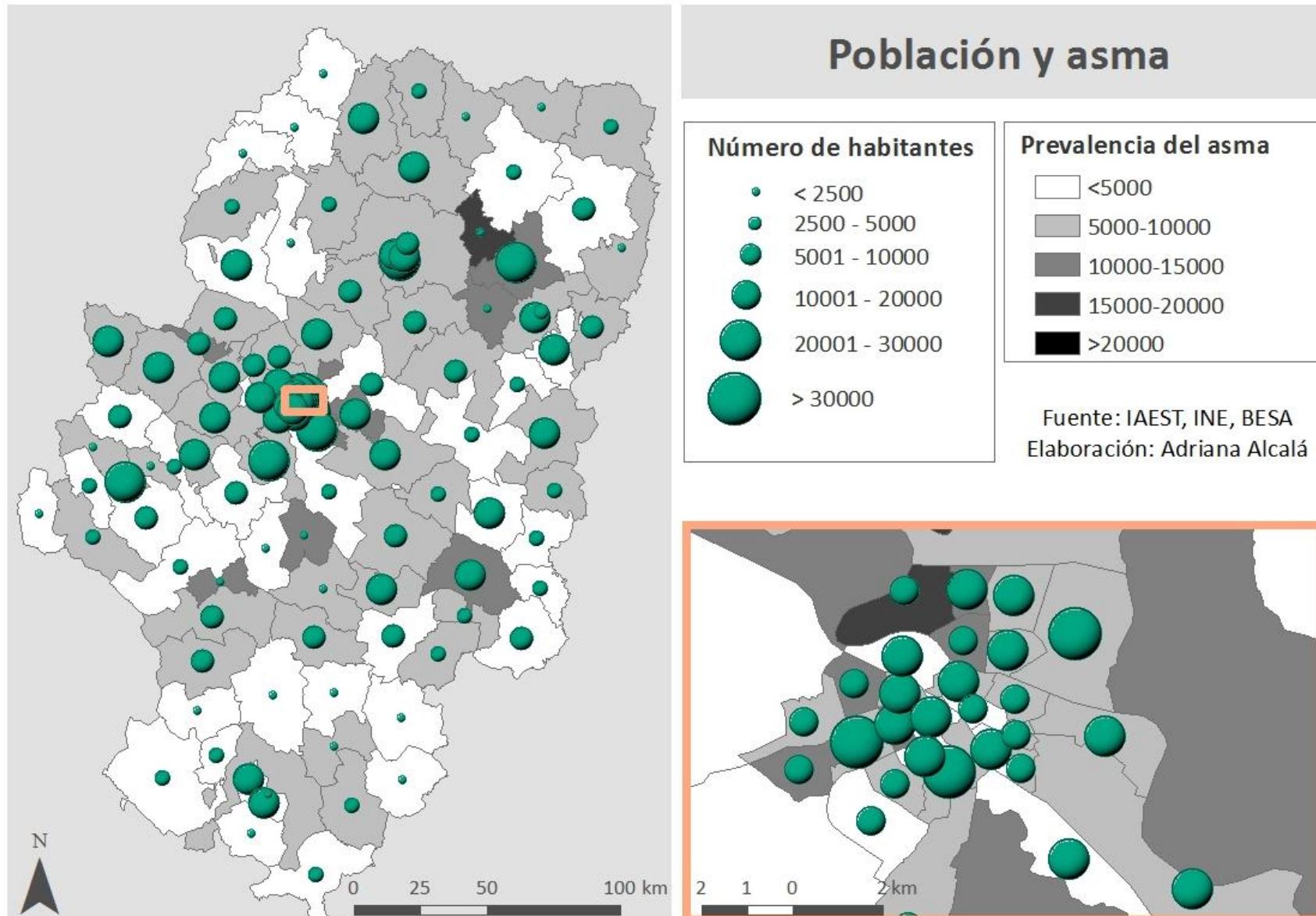
**Tabla 8.** Niveles de relación



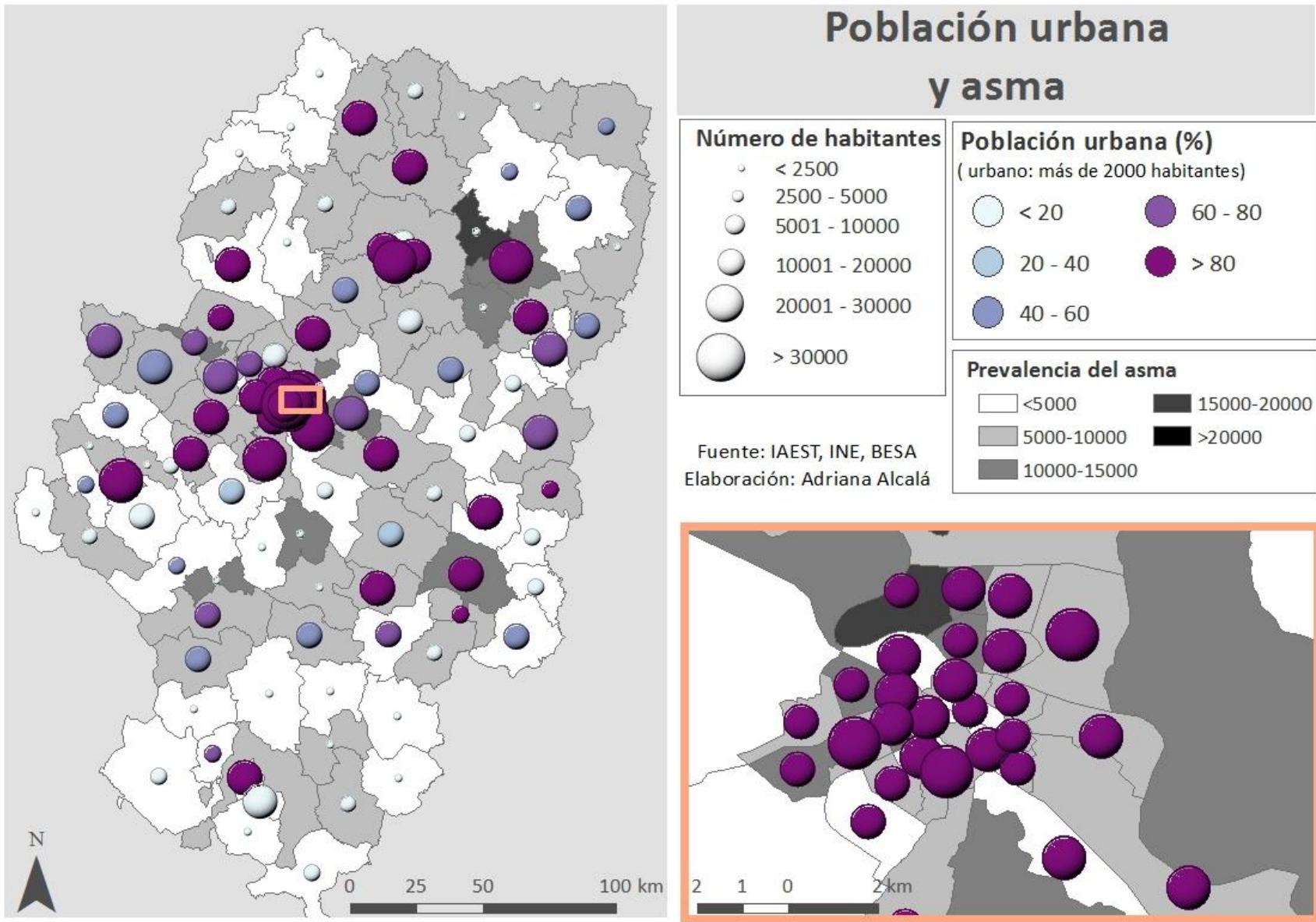
**Mapa 25.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y el bajo peso al nacer



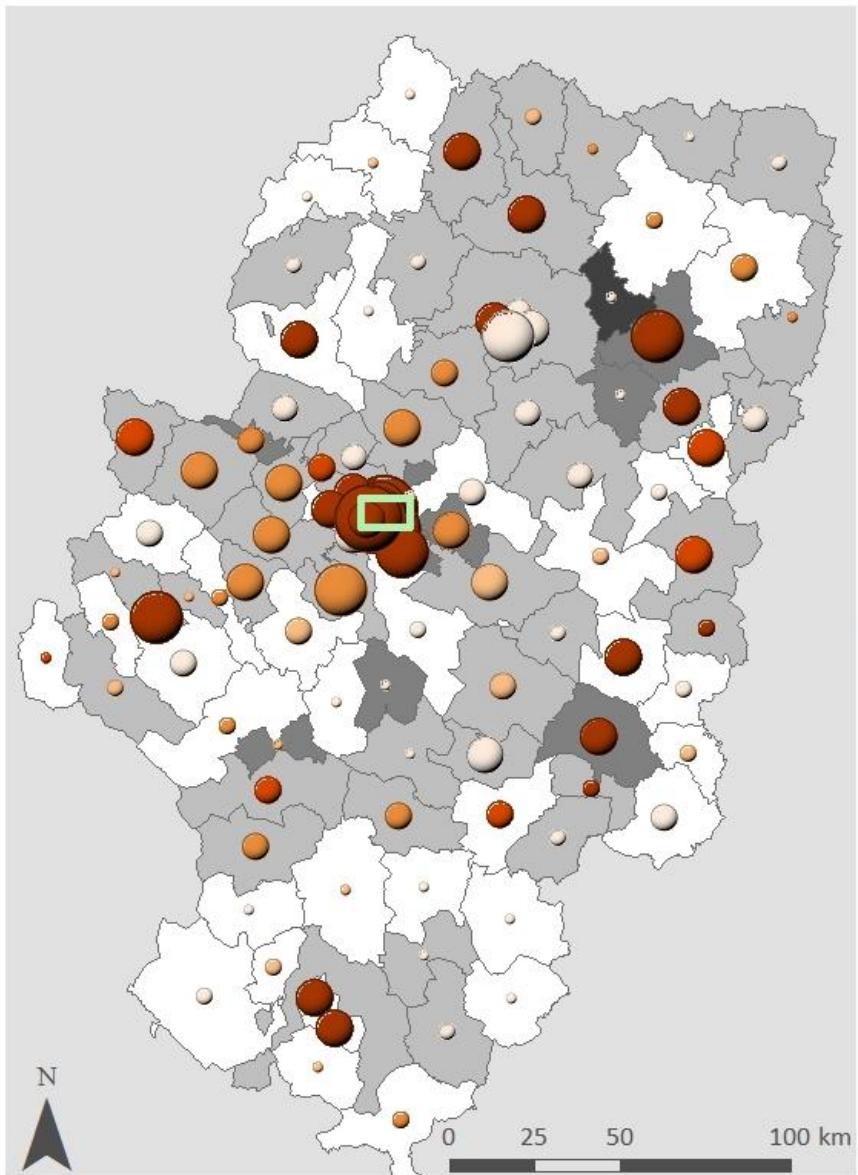
**Mapa 26.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y el tabaquismo



**Mapa 27.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y la población



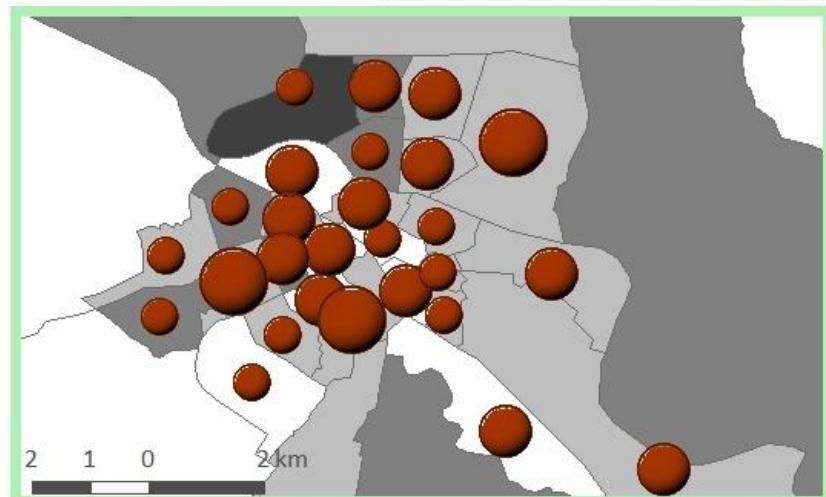
**Mapa 28.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y la población urbana



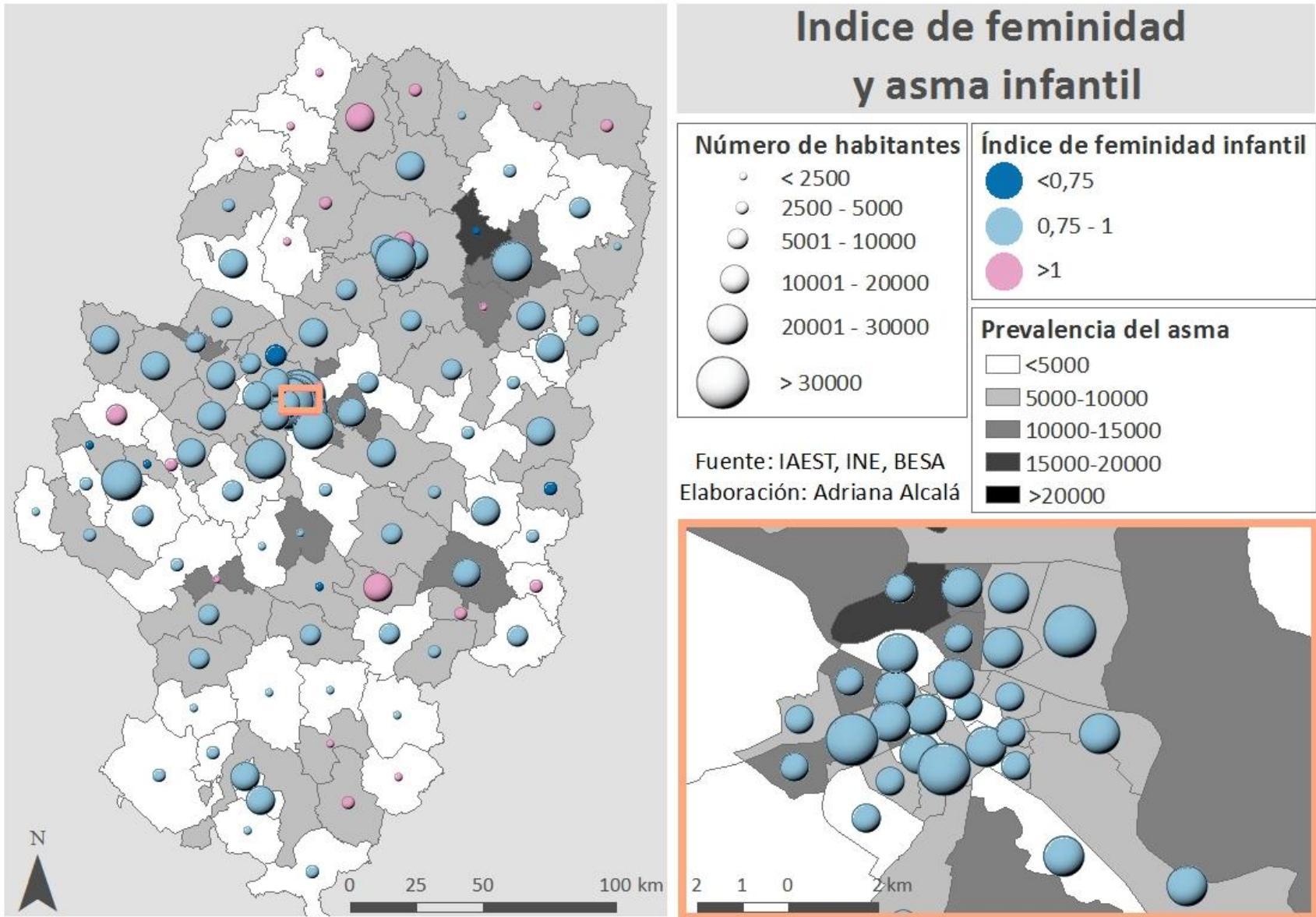
## Población próxima a carreteras y asma infantil

Número de habitantes	Porcentaje de población (<2km de distancia de una carretera)
< 2500	< 20
2500 - 5000	20 - 40
5001 - 10000	40 - 60
10001 - 20000	60 - 80
20001 - 30000	> 80
> 30000	

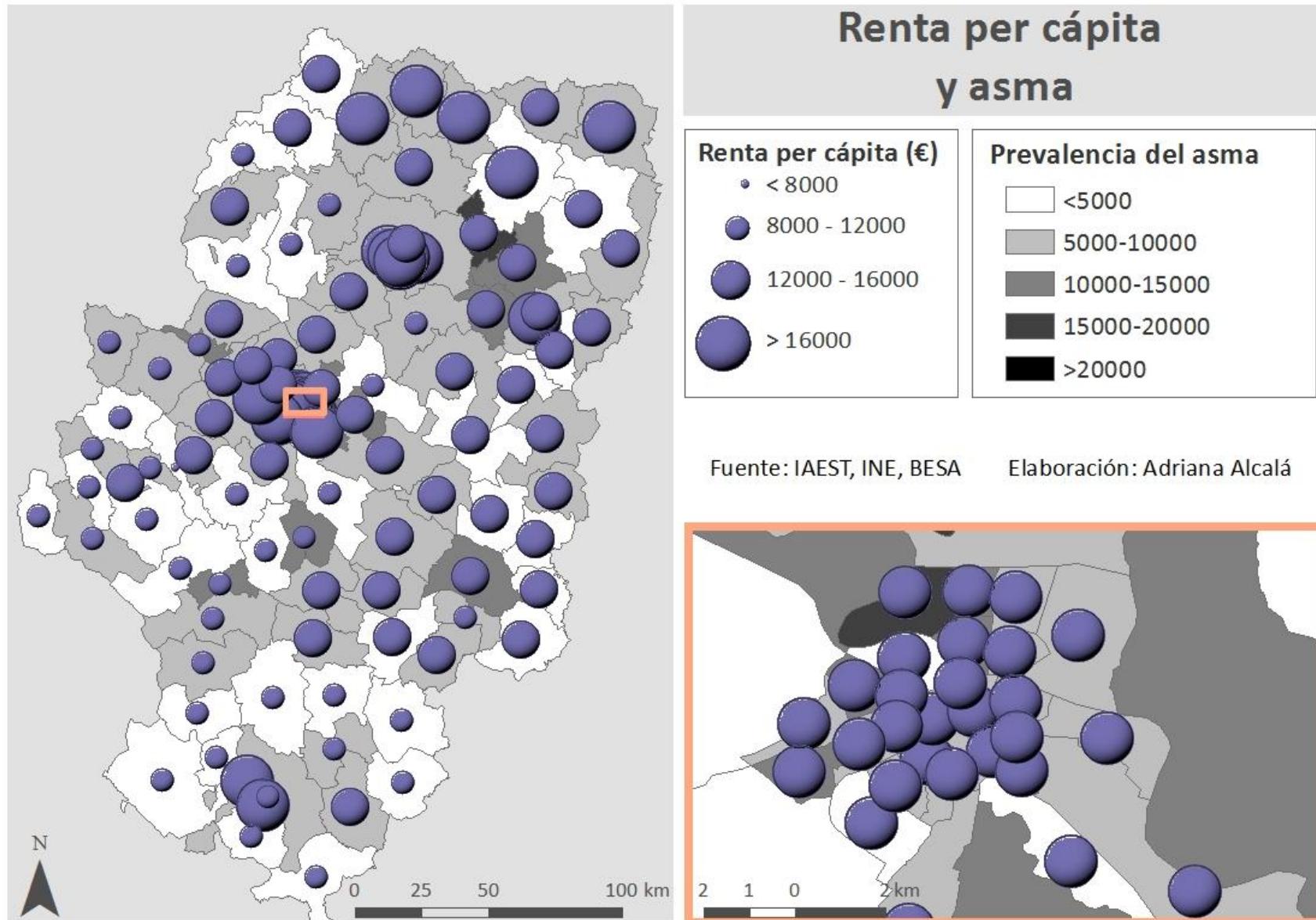
Fuente: SITAR, INE, BESA  
Elaboración: Adriana Alcalá

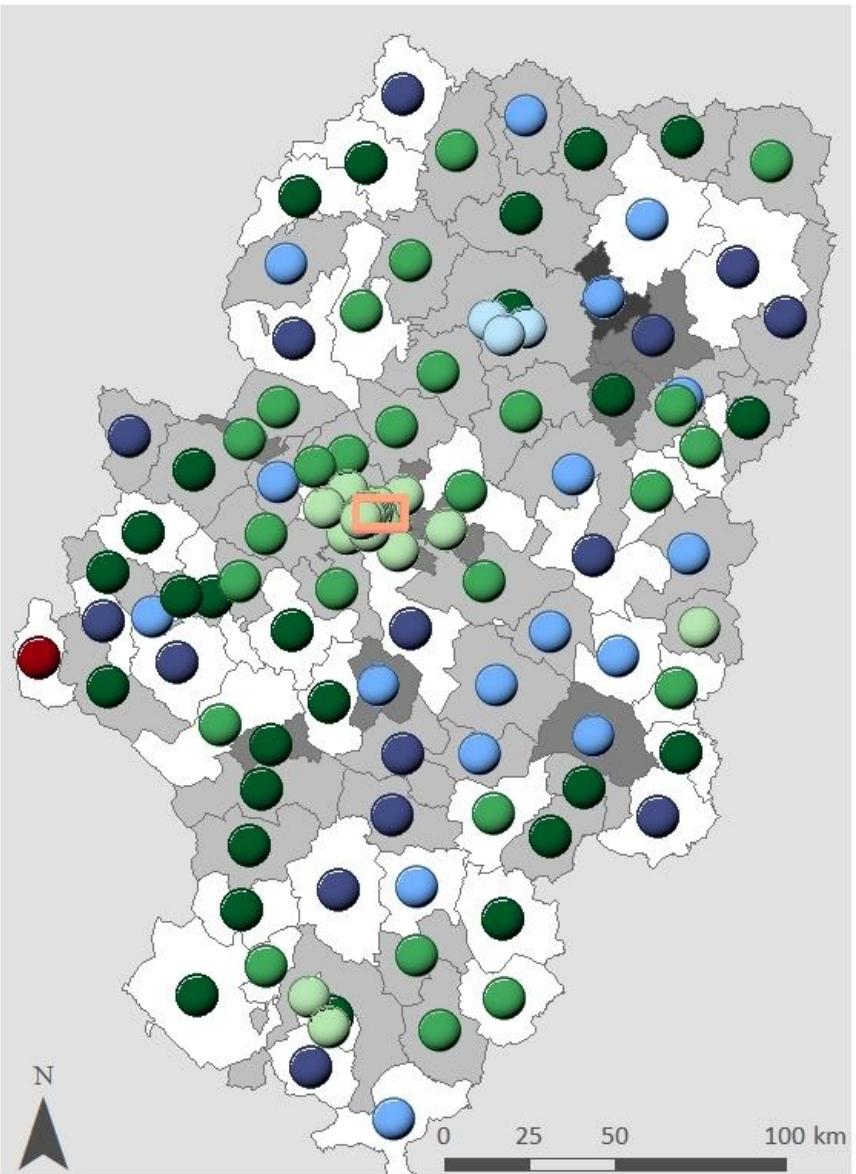


**Mapa 29.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y el bajo peso al nacer

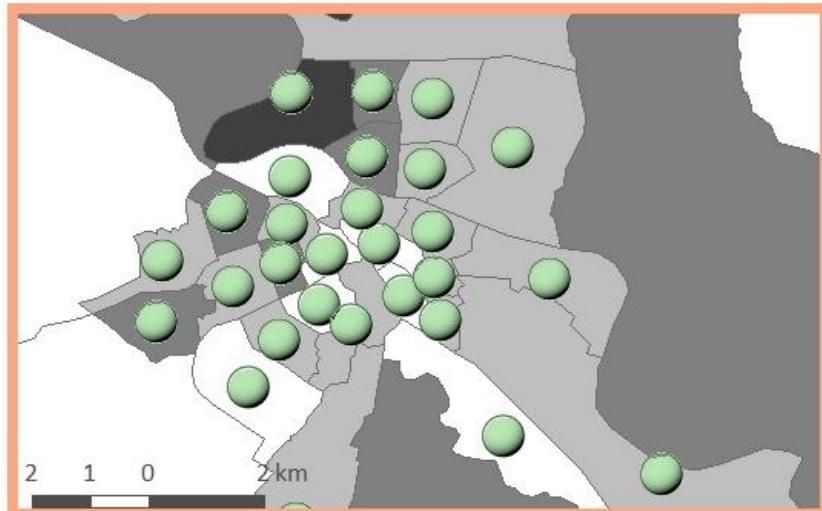


**Mapa 30.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y el índice de feminidad infantil

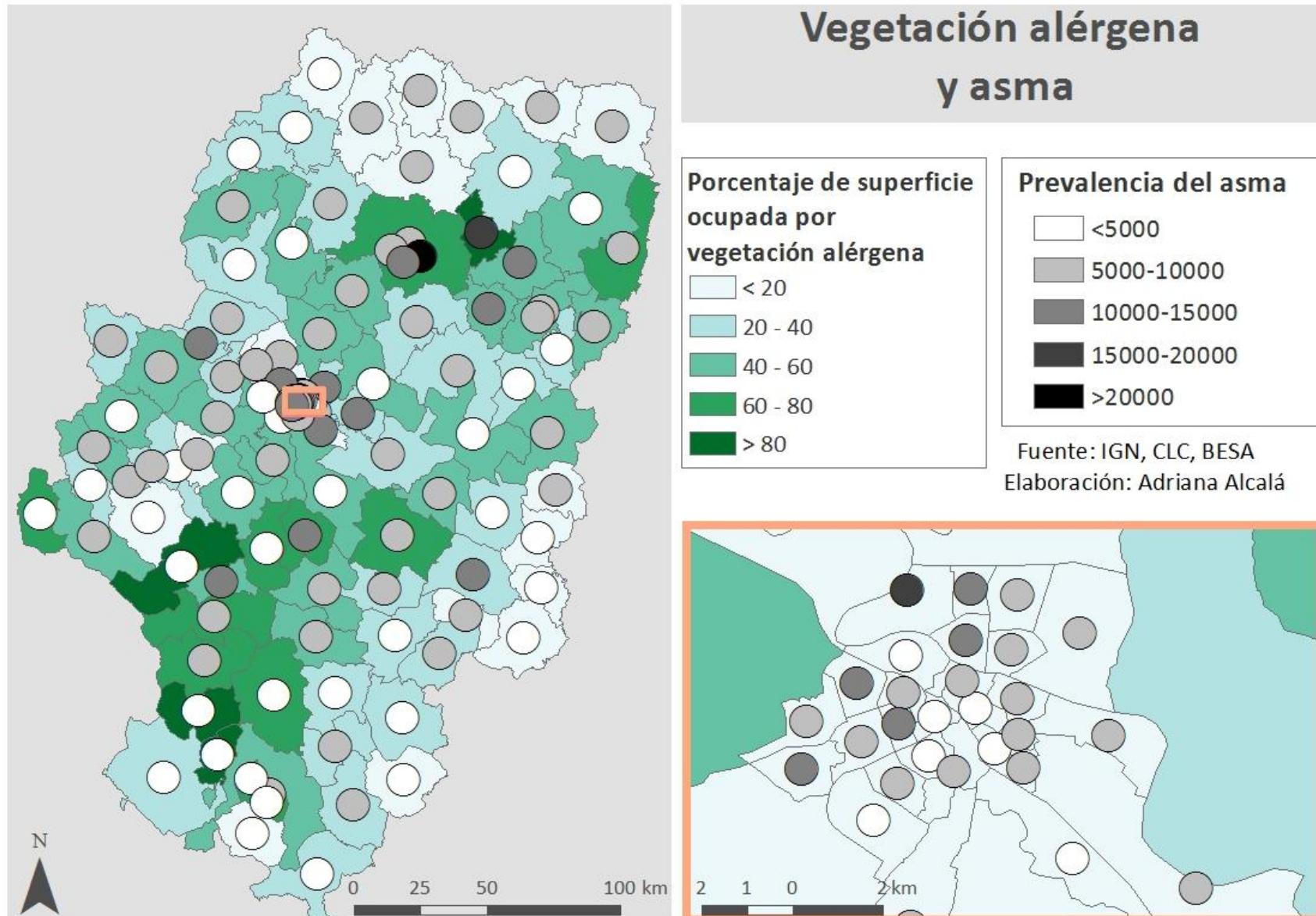




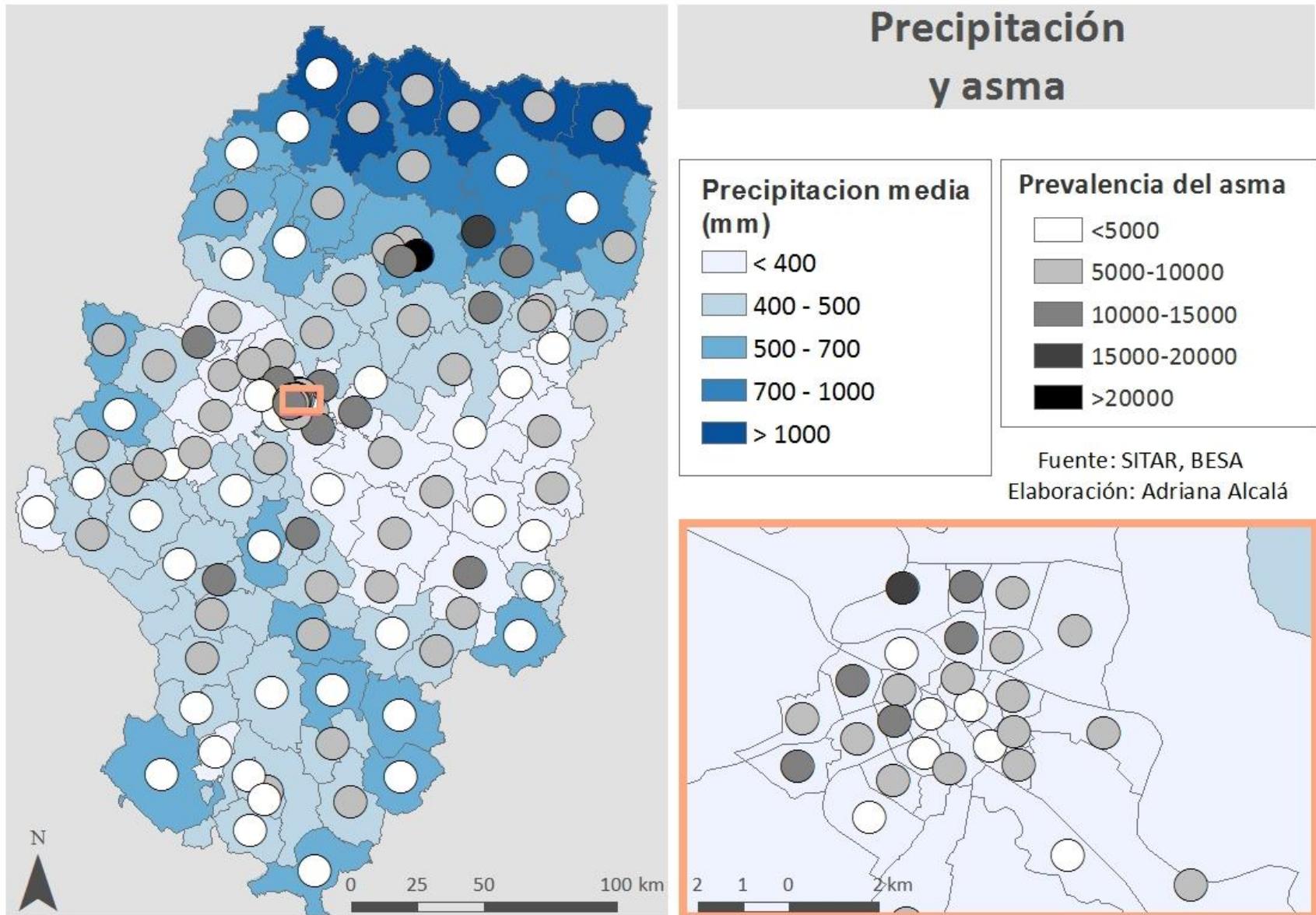
## Caracterización de los edificios por ZBS



**Mapa 32.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y la caracterización de los edificios



**Mapa 33.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil la vegetación alérgena



**Mapa 34.** Relación entre la tasa de prevalencia del asma infantil y la precipitación

Por último, observamos en las dos iteraciones, gracias al estadístico de Durbin-Watson (Tabla 1 y Tabla 2), si existe correlación seriada de los residuales. En todos los casos este estadístico presenta valores próximos a 2. Lo que indica ausencia de correlación seriada en los residuales. Por lo que podemos afirmar que la escasa relación queda bien representada por el modelo planteado

## 5. Conclusión

---

En este trabajo se ha estudiado la distribución de la prevalencia del asma y sus determinantes y su posible relación en el territorio aragonés. Se ha realizado un análisis descriptivo y una representación cartográfica de todas las variables referidas Zonas Básicas de Salud como unidades espaciales. Esto nos muestra la distribución estadística y permite la visualización de la distribución espacial del asma y sus determinantes.

Por otro lado se han estimado modelos de regresión lineal en dos iteraciones diferentes para los determinantes de la salud elegidos y la prevalencia del asma. En primer lugar se realizó el análisis tomando el REM de asma infantil como variable dependiente representante de la prevalencia del asma debido a la disponibilidad pública de los datos en el Atlas de Morbilidad de Aragón. Debido a los bajos resultados obtenidos se solicitó el acceso a la tasa de prevalencia del asma infantil, información bajo secreto estadístico de carácter médico publicada en el Boletín del Estado de Salud de Aragón, lo que ofrece la posibilidad de trabajo con datos más transparentes en una segunda iteración. Sin embargo, no se ha conseguido el acceso a la tasa de prevalencia del resto de variables médicas estudiadas, lo que condiciona el resultado de los modelos. En ambos casos los datos hacen referencia a un único momento temporal, lo que nos ofrece una foto fija y no de periodo, por lo que existe la posibilidad de mejora de los resultados si se tuviera en cuenta el desarrollo de estas variables en el tiempo.

Los resultados obtenidos en los dos análisis muestran una relación baja entre los determinantes de la salud y la prevalencia del asma infantil, aunque varían según la variable representativa del asma. Al tener en cuenta los valores de REM de asma infantil, se aceptan la relación entre estos y el bajo peso al nacer, el tabaquismo, la renta per cápita, la edad media de los edificios, la población, la población urbana y la cercanía a carreteras. En el segundo análisis, sin embargo, de entre las relaciones aceptadas anteriormente no se acepta la relación entre el asma infantil ni con respecto al bajo peso al nacer ni tampoco con la cercanía a carreteras, pero sí con respecto a la vegetación alérgena. En ambos análisis la relación más fuerte se da en el caso de la edad media de los edificios obteniendo una relación negativa de nivel moderado.

Los resultados de relación bajos nos indican que no existe una relación lineal clara entre el asma y sus determinantes de manera aislada si aplicamos el análisis de regresión de Pearson. Pero no podemos negar que existe relación en el asma y los determinantes de la salud si se aplicara otro modelo más complejo o se realizará un análisis conjunto o combinado de los determinantes.

La escala de análisis elegida modifica la calidad de la información. En este trabajo se ha optado por una agregación de datos artificial, Zonas Básicas de Salud, que no se halla relacionada con los hechos geográficos y cuya extensión reduce la variabilidad de la información. Suponemos que dentro de una Zona Básica de Salud existe una variabilidad de información que no se tiene en cuenta al asignar a cada una de ellas un valor referido a todo su territorio. Por lo que, tal vez, si se realizara un cambio de unidades de desagregación se obtendrían resultados diferentes y más detallados, si se tratara de una escala de más detalle. Tampoco se ha realizado una diferenciación a priori entre los espacios rurales y urbanos, lo que condiciona los resultados obtenidos. Un claro ejemplo es el valor obtenido en cuanto a la edad de los edificios, variable que se encuentra muy condicionada por el carácter urbano o rural de las edificaciones de mayor edad.

La cartografía realizada además de representar la distribución espacial de las variables trabajadas, nos sirve para realizar un análisis visual de la supuesta relación entre el asma infantil y sus determinantes ambientales. En ésta podemos llegar a observar relaciones que no se hallen reflejadas en los modelos de regresión y análisis estadísticos. En este caso se ha realizado una implantación puntual de las variables discretas -prevalencia del asma, REM de las variables médicas, población, población urbana y cercana a carreteras, renta per cápita, feminidad y estado de los edificios- y superficial de las variables continuas- vegetación y precipitación-. Las variables de prevalencia del asma, población y renta se han graduado por tamaño. En los demás casos, se han combinado la graduación por tamaño de la población y la graduación por valor de la variable principal representada en el mapa. Esto nos es útil para que visualmente se pueda observar el peso poblacional de ésta según la Zona Básica de Salud. Por último, se incluyó en la cartografía anterior la prevalencia del asma con implantación superficial por valor, en relación con las variables discretas, y puntual por valor, en relación con las variables continuas, con el fin de realizar un análisis visual de la relación entre los determinantes y la prevalencia del asma. Completando así el análisis estadístico con el análisis visual.

Este trabajo es un primer paso para un análisis completo de la relación entre los factores ambientales y la prevalencia del asma infantil. Al estudio de las regresiones lineales realizadas deberían seguirle trabajos más completos que incluyan otros modelos de relación, como el análisis de la varianza (ANOVA) o relaciones de otro tipo, otras escalas de trabajo y unos datos más complejos, contemplando la posibilidad de la estandarización médica y geográfica de los datos. Además, tratándose de la combinación de datos de origen geográfico y de origen médico, debería plantearse una línea de trabajo multidisciplinar que permitiera un análisis y comentario más exhaustivo desde ambas perspectivas.

# Bibliografía

---

- Ballester Díez, F.. (2011). Determinantes medioambientales de la salud. *Conferencia “La salud de los españoles y sus determinantes”, Universidad Nacional de Valencia.*..
- Boletín del Estado de Salud de Aragón
- Drobnić, F., & Clau, L. B. (2009). Guidelines on asthma in extreme environmental conditions. *Archivos de Bronconeumología* ,45(1), 48-56.
- Fricke, W., & Schwelkart, J. (1995). Krankheit und Raum. *Dem Pionier der Geomedizin Helmut Jusatz zum Gedenken*, 6648-9.
- Fricke, W., & Schwelkart, J. (1995). Krankheit und Raum. *Dem Pionier der Geomedizin Helmut Jusatz zum Gedenken*, 6648-9.
- Galván, T., Carlos, J., y Pérez, R. (2000). Genes y factores ambientales en el desarrollo de asma y atopía. *Medicina Clínica*, 114(18), 698-703.
- Instituto Aragonés de Estadística, IAEST.. 2013;  
Disponible en:  
[www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Organismos/ch.InstitutoAragonesEstadistica.detalleDepartamento](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Organismos/ch.InstitutoAragonesEstadistica.detalleDepartamento) Último acceso 06/2014
- Instituto Nacional de Estadística, INE. Sistema IneBase. 2013;  
Disponible en: [www.ine.es](http://www.ine.es) Último acceso 06/2014.
- Kotlyakov, V. M., & Komarova, A. I. (2007). Geography: Concepts and Terms: Dictionary in Five Languages.
- Meade, M. S. (2000). *Medical geography*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Pickenhayn, J. A. (1999). Fundamentos teóricos de la geografía de la salud. *Departamento de Geografía, San Miguel de Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán*, 5, 5.
- Rojas, L. I. (1998). Geografía y salud: temas y perspectivas en América Latina Geography and health: themes and perspectives in Latin America. Cad. Saúde Pública, 14(4), 701-711.

- Strachan, D. P., & Cook, D. G. (1998). Parental smoking and childhood asthma: longitudinal and case-control studies. *Thorax*, 53(3), 204-212.
- Sociedad Española de Inmunología Clínica, Alergología y Asma Pediátrica, SEICAP. Alergia y Alérgenos.  
Disponible en: <http://www.seicap.es/polenes.asp> Último acceso 06/2014
- Verhasselt, Y. (1993). Geography of health: some trends and perspectives. *Social Science & Medicine*, 119-123.
- Vieira, S. E., Stein, R. T., Ferraro, A. A., Pastro, L. D., Pedro, S. S. C., Lemos, M., ... & Saldiva, P. H. (2012). Los contaminantes atmosféricos urbanos son factores de riesgo significativos para el asma y la neumonía en niños: influencia del lugar de medición de los contaminantes. *Archivos de Bronconeumología*, 48(11), 389-395.