

## Capítulo 8

# Índice de precio de alquiler

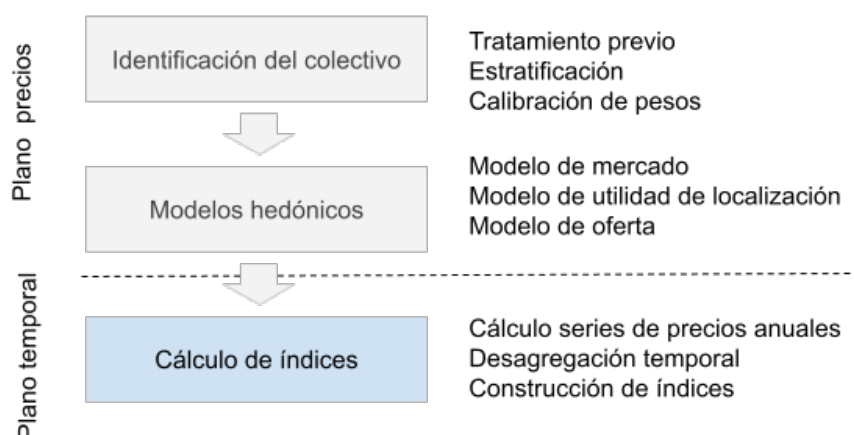
*“Revisa todos los detalles que afectan a tu trabajo.”*

— Arthur C. Nielsen

### 8.1 Introducción

Este capítulo finaliza la metodología con la construcción de los índices de precios los valores de mercado y de oferta. Se apoya en los resultados de los capítulos anteriores, resumidos en la Figura 8.1, y que parten de la estratificación y cálculo de los pesos poblacionales, en el Capítulo 3; para, posteriormente, elaborar los modelos hedónicos de mercado y de oferta, que se presentan en los Capítulos 4, 5 y 6. Dichos resultados permiten la construcción de las series temporales de precios anuales y mensuales del Capítulo 7; y que finalmente, en el presente capítulo, sirven para la elaboración de los índices de los precios definitivos.

**Figura 8.1.** Resumen del proceso general de la metodología



*Fuente:* elaboración propia.

El planteamiento propuesto en esta Tesis se basa en las recomendaciones del manual para la construcción de índices del precio de la vivienda residencial de Eurostat (2014). En dicho manual, se insiste en la armonización de los resultados entre mercados, la gestión de la diversidad de características en las viviendas, la estandarización de los métodos hedónicos, y que los resultados se generen con un alto nivel de frecuencia y de la forma más actualizada posible. Paralelamente, se intenta mantener los criterios metodológicos del Índice del Precio de la Vivienda del INE (2016a), que son más específicos a la realidad inmobiliaria española pero que incorporan las recomendaciones europeas mencionadas anteriormente.

La metodología de construcción de los índices sigue tres pasos: el primero, crea los índices básicos para los estratos en los que se divide la población; el segundo, calcula las ponderaciones para construir los agregados de los índices; y tercero, construye los índices de precios para alquiler y oferta, para un conjunto de agregados de tipo funcional y zonal.

El contenido del presente capítulo se estructura en dos partes: la primera, describe el enfoque metodológico seguido para la construcción del índice, ahondando el criterio de estratificación y el tipo de índice utilizado; y la segunda, presenta los resultados obtenidos, con un estudio de la calidad de las estimaciones, desde el punto de vista de estructura y capacidad para anticipar eventos futuros. Para los resultados obtenidos, se realiza una interpretación en detalle de los valores desglosados por criterios funcional y zonal, y contrastando la metodología con el índice de precios del alquiler experimental elaborado por el INE (2021b), así como su capacidad con predictor de movimientos futuros en el mercado de la vivienda.

## 8.2 Metodología

El proceso del cálculo del indicador recoge dos aspectos fundamentales del mercado de alquiler de la vivienda: los precios de las rentas y la composición del stock de viviendas alquiladas. Ambos aspectos se combinan en un índice de precios, que es de tipo Fisher<sup>1</sup> encadenado, de características muy similares a los usados en el cálculo del IPV o del IPC/IPCA del INE<sup>2</sup>.

La decisión de utilizar un índice de Fisher se fundamenta en la recomendación de Eurostat (2014) de aplicar preferentemente un índice de tipo superlativo, por varios motivos: primero, cuenta con un mayor número de propiedades económicas y axiomáticas de número índice (Balk, 1995; Diewert, 1976); y segundo, que es

---

<sup>1</sup>En la literatura es habitual aplicar cualquiera de estos tres tipos de índices: Laspeyres, Paasche o Fisher (Griliches, 1990).

<sup>2</sup>En realidad tanto el IPC como el IPC/IPCA se calculan como índices de Laspeyres encadenados.

menos propenso a sesgos (2020), como, por ejemplo, el de sustitución<sup>3</sup>.

El control de los cambios de composición de la calidad de los bienes a lo largo del tiempo, se realiza a través de los modelos hedónicos y el uso de índices encadenados. En nuestro caso, es una cuestión clave a controlar dada la heterogeneidad natural del mercado de la vivienda, y porque, además, la muestra original procede de los precios de oferta de un portal de Internet.

### 8.2.1 Criterio de estratificación

La estratificación usa dos criterios de desagregación: el funcional y el zonal, combinables si el estrato funcional está presente en la zona de estudio. En el caso de zonal, se utiliza la misma división aplicada en la calibración<sup>4</sup>, definida como:

- Desglose macro-geográfico entre zonas la ciudad de Madrid y zonas del resto de la Comunidad de Madrid.
- Para el caso de Madrid, se usa una agrupación basada en los barrios, con un total de 112 zonas (de un total de 128 barrios originales).
- En el resto de la Comunidad, se trabaja en regiones municipales o agregaciones de municipios. Estas agregaciones se basan en la unión de zonas con insuficiente soporte muestral, que sean cercanas y con características inmobiliarias similares.

**Tabla 8.1.** Variables usadas para la estratificación funcional

Variable	Descripción	Valores
SUT	Superficie útil	4 niveles
NHAB	Número de habitaciones	4 niveles
ANOCONSC	Año de construcción	4 niveles
TIPOEDIF	Tipo de edificio	4 niveles
TIPOCASA	Tipo de vivienda	3 niveles
ZONARES	Tipo de zona residencial	3 niveles: renta baja, media y alta
INTERINPSP	Intervalo de ingresos mensuales netos totales	3 niveles: ingresos bajos, medios y altos
FACTORGASTOT6	Gastos familiares	3 niveles, gasto bajo-medio, medio alto, alto
DENSI	Densidad de población del municipio	3 niveles
TAMAU	Tamaño del municipio en población	5 niveles

Fuente: elaboración propia

<sup>3</sup>El sesgo de sustitución se refiere a la distorsión inducida en un índice de precios por la aparición los productos sustitutivos, en la vivienda se puede referir a la sustitución de vivienda en propiedad por la alquiler, cambio del precio relativo entre dormitorios y baños o cambio de preferencias de una zona a otra. Esta cuestión se desarrolla con mayor profundidad en Triplet (1996) y Hill (2006)

<sup>4</sup>Para más detalle ver el epígrafe 3.2.2.2 del Capítulo 3.

El desglose funcional se realiza sobre 11 criterios de tipo zonal, de características físicas del inmueble y condiciones socioeconómicas del hogar, los criterios funcionales<sup>5</sup> se muestran en detalle en la Tabla 8.1.

Las ponderaciones recogidas por los elevadores muestrales permiten componer la población del colectivo sobre una muestra representativa, donde el elevador muestral indica el peso de dicha representación. La importancia de cada estrato muestral se calcula mediante la proporción del gasto total en dicho estrato en relación con el gasto en vivienda.

Los pesos se consideran una variable de flujo que varía año tras año, aún con la salvedad de que en el mercado del alquiler existan contratos plurianuales. Esta aproximación garantiza una notable estabilidad temporal a la medida, más si se compara con su equivalente del mercado de compraventa (transacciones registradas por los notarios en un periodo).

La estructura de las ponderaciones se obtiene con información referida a los dos últimos años disponibles, tal y como recomienda Eurostat (2014), de forma se logran dos objetivos:

- Asegurar la estabilidad de la estructura de las ponderaciones. Ya que este método, basado en medias móviles, suaviza posibles cambios de calidad y composición bruscos.
- Mejorar la representatividad del índice. Pues cuantos más años intervienen en el cálculo, más estratos y tipos de vivienda estarían representados, y, por lo tanto, mejor es el ajuste por cambios de calidad y composición. En caso contrario, un intervalo más amplio no sería deseable, ya que el indicador arrojaría una visión distorsionada de la situación actualizada del alquiler.

Debido al dinamismo de este mercado, se actualiza anualmente la estructura de los pesos, para que se reflejen, de forma fiel y real, la coyuntura inmobiliaria mediante un índice encadenado.

Para calcular las ponderaciones se toman dos valores para cada estrato  $e$ : el primero, es la superficie útil media en  $m^2$  para el estrato<sup>6</sup>, y el segundo, los precios medios por superficie útil. Ambas magnitudes se corresponden a las cantidades (Q) y los precios (P) utilizados en el proceso. Los pesos  $W_e^a$ , para el estrato  $e$  y el año  $a$ , se expresan como un índice de tipo Fisher, calculado como la media geométrica de dos índices encadenados, uno de Paasche y otro de Laspeyres. Su forma funcional es la siguiente:

---

<sup>5</sup>Para más información sobre el significado y mayor información cada una de las variables, véase el apartado 3.2.2.1 del Capítulo 3.

<sup>6</sup>Que se calculan como la media ponderada de la superficie útil de las viviendas, usando como pesos los factores de elevación.

$$W_e^a = \frac{\sqrt{Q_e^{(a-1,a-2)} \times \hat{P}_e^{a-1} \times \hat{P}_e^{(a-1,a-2)} \times Q_e^{a-1}}}{\sum_{\forall e} \sqrt{Q_e^{(a-1,a-2)} \times \hat{P}_e^{a-1} \times \hat{P}_e^{(a-1,a-2)} \times Q_e^{a-1}}} \quad [8.1]$$

donde  $Q_e^{(a-1,a-2)}$  es la cantidad media, en metros cuadrados de superficie útil, en el estrato  $e$  para los dos años anteriores a  $a$ . Mientras que,  $\hat{P}_e^{a-1}$  es el precio medio en €/m<sup>2</sup> útiles del estrato en el año anterior. De forma análoga,  $\hat{P}_e^{(a-1,a-2)}$  es la media del precio de los dos años anteriores para  $e$ , y  $Q_e^{a-1}$  los metros útiles medios del año anterior.

El índice es de tipo hedónico de imputación doble, utilizando las cantidades y los precios calculados por los modelos hedónicos, tanto en el año base como en siguientes periodos.

La ponderación de cualquier agregado  $A$ , ya sea del tipo funcional o geográfico, se obtiene como la suma de las ponderaciones de los estratos que comprende el agregado:

$$W_A^a = \sum_{e \in A} W_e^a \quad [8.2]$$

donde  $W_A^a$  es el peso del agregado  $A$  para el año  $a$ , y  $W_e^a$  el peso de cada estrato  $e$ .

### 8.2.2 Cálculo de índices

Como se indicó en el epígrafe previo, la fórmula general utilizada para el cálculo del índice es un índice de Fisher encadenado con actualización anual de las ponderaciones, que a su vez utiliza modelos hedónicos anuales para el control por calidad y características de los inmuebles. Esto permite aplicar futuras revisiones metodológicas, tanto en el desarrollo de los modelos, como en la estratificación (añadir nuevos estratos, por ejemplo). Además, el método encadenado permite ir acomodando las nuevas condiciones en el mercado, bien en los precios o en la composición muestral.

Existen tres periodos de referencia para el índice anual propuesto:

- Periodo de referencia del índice: es momento temporal base (año 2011) para todos los índices, se le asigna un valor de 100.
- Periodo de referencia de las ponderaciones: es al que se refieren los datos utilizados en el cálculo de las ponderaciones. Cada año se actualizan las ponderaciones del índice con la información disponible de la calibración y los precios estimados del alquiler, de los dos años anteriores. Para los años 2011

y 2012, al no contar con información de los dos años anteriores completos, se estiman los pesos usando los datos del año 2011.

- Periodo de referencia de los precios: es aquel con cuyos precios se comparan con los precios corrientes, en este caso sería el precio del año anterior:  $a - 1$ .

Los índices elementales, o agregados elementales, son los índices con el menor nivel de agregación y para los que no se aplican las ponderaciones. Representan al estrato básico que recoge un tipo de vivienda, por desagregación funcional o zonal.

El índice elemental  $I_e^a$ , se calcula como el cociente entre el precio estimado del modelo para las viviendas, perteneciente al periodo actual, y el precio estimado para el año anterior.

$$I_e^a = \frac{\hat{P}_e^a}{\hat{P}_e^{a-1}} \times 100 \quad [8.3]$$

donde,  $\hat{P}_e^a$  es el precio estimado para el estrato  $e$  y el año  $a$ , y  $\hat{P}_e^{a-1}$  el precio estimado para el estrato  $e$  y el año  $a - 1$ .

Los índices agregados, dada cualquier agregación  $A$ , se calculan como la suma ponderada de la contribución de sus distintos estratos, mediante:

$$I_A^a = \sum_{e \in A} W_e^a \times I_e^a \quad [8.4]$$

donde  $I_A^a$  es el agregado para el año  $a$ ,  $I_e^a$  el índice para el estrato  $e$  y  $W_e^a$  su correspondiente peso.

Los índices finales, con base 2011, se calculan multiplicando la serie de índices encadenados, según:

$${}_{2011}I_A^a = 100 \times \prod_{y=2011}^a \frac{I_A^y}{100} \quad [8.5]$$

O en su forma más compacta:

$${}_{2011}I_A^a = {}_{2011}I_A^{a-1} \times \frac{I_A^a}{100} \quad [8.6]$$

Por ejemplo, el índice correspondiente a 2014 para una agregación  $A$ , se calcularía en función de los índices encadenados como:

$${}_{2011}I_A^{2014} = \frac{I_A^{2011}}{100} \times \frac{I_A^{2012}}{100} \times \frac{I_A^{2013}}{100} \times \frac{I_A^{2014}}{100} \times 100 \quad [8.7]$$

## 8.3 Resultados

A continuación, se evalúan los índices anuales de precios finales de alquiler y de oferta, según los desgloses funcional y geográfico. El análisis comprende el estudio de varios aspectos de tipo cualitativo y cuantitativo, abundando en la consistencia de los resultados y su potencial de aplicación, que se concretan en los siguientes puntos y se desarrollan en los próximos subepígrafes:

- 1) Evaluación de la calidad de las series desde un punto de vista de estructural.
- 2) Comparativa consistencia de los índices alquiler y oferta.
- 3) Análisis de las series generadas, tanto de alquiler como de oferta, desde la perspectivas funcional y geográfica.
- 4) Comparativa con el IPVA publicado por el INE (2021b).
- 5) Capacidad predictiva de los índices.

Todos los datos y gráficas presentadas pueden consultarse en los enlaces recogidos en el Anexo I.

### 8.3.1 Evaluación de la calidad de las series

Se han analizado un total de 244 series de cada uno de los dos índices construidos: precio del alquiler y precio de oferta. Dichas series proceden de la estratificación en 11 categorías funcionales y una zonal, definidas en el epígrafe 8.2.1, que se distribuyen en 177 estratos zonales y 67 funcionales.

La calidad estructural de las series se evalúa en función del comportamiento de las diferencias interanuales del índice. Entre las métricas más comúnmente utilizadas para este fin se encuentran: el coeficiente de variación, la desviación estándar, la autocorrelación, y las pruebas de bondad de ajuste y de estabilidad temporal. Estas medidas permiten analizar la variabilidad, dispersión y precisión de las estimaciones del índice y, en consecuencia, evaluar su calidad (Eurostat, 2013).

**Tabla 8.2.** Autocorrelación de las diferencias anuales

Índice	Autocorrelación		
	$\rho(\Delta I_{t,t-1}, \Delta I_{t-1,t-2})$	$\rho(\Delta I_{t-1,t-2}, \Delta I_{t-2,t-3})$	$\rho(\Delta I_{t-2,t-3}, \Delta I_{t-3,t-4})$
Alquiler	0,85	0,78	0,66
Oferta	0,86	0,73	0,53

Fuente: elaboración propia

La Tabla 8.2 muestra la autocorrelación ( $\rho$ ) de las diferencias interanuales de los valores de los índices  $I$ , observándose la particular fuerza y consistencia temporal

de esta relación para la serie de alquiler.

En términos de variabilidad, presenta un comportamiento más estable en las series de alquiler, calculada como el Coeficiente de Variación de Pearson<sup>7</sup> (CoV), calculado mediante la expresión:

$$CoV^e = \frac{\sigma(\Delta I^e)}{|\mu(\Delta I^e)|} \quad [8.8]$$

donde  $CoV^e$  es el coeficiente de variación para el estrato  $e$ ,  $\mu(\Delta I^e)$  la media de las diferencias anuales, y  $\sigma(\Delta I^e)$  su desviación típica.

El valor de la medida anterior para las dos series temporales calculadas se recoge en la Tabla 8.3. En ella se observa que aunque el índice de alquiler ofrece variaciones interanuales relativamente extremas (-20,4 mínima y 50,0 máxima), el resto de la distribución mantiene un comportamiento moderado. Esto se evidencia a través del valor del percentil 99 de la serie, que asciende a 10,6.

**Tabla 8.3.** Comparativa descriptivos estructurales en índices de alquiler y oferta

Variable	Índices			Diferencias anuales índices						
	Media	Stdev.	CoV	Media	Stdev.	CoV	Min	p01	Max	p99
Oferta	101,7	12,2	12,0%	6,4	2,8	6,3%	-19,9	-8,8	28,2	18,4
Alquiler	93,9	6,8	7,2%	5,2	0,3	5,5%	-20,4	-10,5	50,0	10,6

Fuente: elaboración propia

Tal y como sucedía con los modelos de valoración hedónica, el origen de buena parte de las anomalías y alta volatilidad se origina en aquellos estratos que tienen una muestra más pequeña o irregular.

La hipótesis anterior se puede corroborar con los valores observados en la Tabla 8.4, que recoge una serie de estratos con un alto grado de  $CoV$  (valores superiores al 100%). En todos estos casos, las series más volátiles se concentran en los estratos menos numerosos o con inmuebles singulares: aquellos con mayor superficie (por ejemplo, Chalé o 5 o más habitaciones), viviendas unifamiliares (como, por ejemplo, Arganda del Rey o Rivas-Vaciamadrid) o áreas rurales<sup>8</sup> (por ejemplo, Colmenar de Oreja- Chinchón).

<sup>7</sup>El Coeficiente de Variación de Pearson, también conocido como índice de variabilidad relativa, es un instrumento estadístico que proporciona una medida normalizada de la dispersión de una distribución de datos. Se calcula dividiendo la desviación estándar por el valor absoluto de dicha media. Esto permite obtener una razón que indica el grado de heterogeneidad de los valores de la variable aleatoria en relación con su promedio, facilitando así la comparación de dicho grado de dispersión en distintas poblaciones.

<sup>8</sup>Las zonas rurales se caracterizan por un número bajo e inestable de inmuebles en la muestra.



**Tabla 8.4.** Estratos con mayor variabilidad en el índice de alquiler

Ámbito	Factor	Nivel	Rural	Media dif.	CoV dif.
Resto	CODIGO	Arroyomolinos	Sí	3,8	147,9%
Resto	NHABIT	5 o más habitaciones		13,5	139,1%
Madrid	TIPOCASA	Chalé o casa grande		16,7	139,0%
Madrid	TIPOEDIF	Vivienda unifamiliar adosada o pareada		16,7	139,0%
Resto	CODIGO	Área de Colmenar de Oreja - Chinchón	Sí	8,0	136,4%
Resto	CODIGO	Arganda del Rey	No	6,7	130,7%
Resto	CODIGO	Rivas-Vaciamadrid	No	5,6	126,9%
Madrid	ZONARES	Urbana de lujo		4,8	126,4%
Madrid	NHABIT	5 o más habitaciones		10,4	126,0%
Resto	ZONARES	Urbana de lujo		8,9	118,4%

Fuente: elaboración propia

Debido a que la tendencia general del mercado (series más agregadas) comienza con un descenso hasta 2014 seguido por un periodo de tendencia ascendente, se espera que las series desagregadas mantengan un comportamiento similar (al menos en términos de cambios en la tendencia). Para evaluar las discrepancias con el escenario general, se mide número de cambios de signo (Tabla 8.5), observándose como el número de cambios predominante es 1, mientras que una frecuencia de 4 cambios es minoritaria. Madrid ofrece un mayor porcentaje de series con un solo cambio y, también, el índice de alquiler es más estable según este criterio.

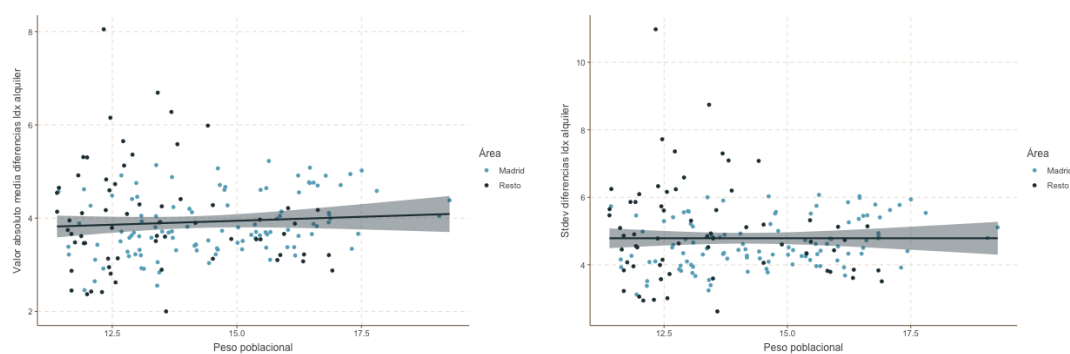
**Tabla 8.5.** Distribución del número de cambios de signo en porcentaje

Índice	Ámbito	Número de cambios					
		1	2	3	4	5	6
Oferta	Madrid	85,9%	9,9%	3,5%	0,7%		
	Resto	62,7%	17,6%	13,7%	3,9%	2,0%	
	Todas	76,2%	13,1%	7,8%	2,0%	0,8%	
Alquiler	Madrid	69,7%	16,2%	12,7%	1,4%		
	Resto	58,8%	10,8%	22,5%	2,9%	2,9%	2,0%
	Todas	65,2%	13,9%	16,8%	2,0%	1,2%	0,8%

Fuente: elaboración propia

Las medias de las desviaciones de las diferencias anuales muestran que no existe una relación entre el tamaño de la zona y las tasas de variación de los precios, ni tampoco hay diferencias en este sentido en función de si la vivienda está en Madrid o fuera (Figura 8.2).

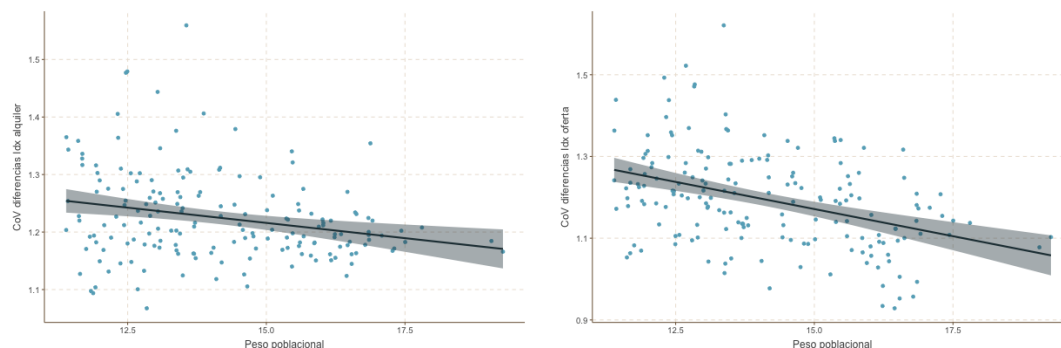
**Figura 8.2.** Medias de las diferencias en los índices



*Fuente:* elaboración propia.

Como se indicaba en el epígrafe 3.4.2, la variabilidad de los precios es mayor cuando más pequeñas son las zonas, por tanto, es esperable que suceda lo mismo en el índice final. Para ello, se analiza la relación entre el tamaño de cada estrato en función de su peso poblacional y el nivel de variabilidad del índice, calculado como coeficiente de variación de Pearson. Se comprueba gráficamente, en la Figura 8.3, como es así de forma intensa para la serie de oferta y que para el alquiler.

**Figura 8.3.** Coeficiente de variación sobre las diferencias de los índices de alquiler y oferta



*Fuente:* elaboración propia.

La distribución de los dos índices, agrupadas por quintiles por peso poblacional, para los estratos de zona geográfica (véase Tabla 8.6), confirman que el CoV decrece con el tamaño de la muestra (aunque de forma más irregular en el de oferta). Sin embargo, también se aprecia que el valor medio y la desviación absoluta crecen cuanto mayor es la muestra.

**Tabla 8.6.** Series de índices con mayor variabilidad por zona geográfica

Índice	Quintil	Índices		Diferencias anuales					
		Media	Stdev.	Media	P20	P40	P60	P80	CoV
Oferta	1	97,9	6,5	5,0	1,6	3,1	4,9	8,1	120,2%
	2	96,7	8,2	4,8	1,9	3,4	4,9	7,5	123,8%
	3	96,8	9,2	4,7	1,5	3,2	4,9	7,2	125,7%
	4	108,0	14,2	7,9	3,2	5,6	9,0	12,5	94,4%
	5	113,3	15,4	6,2	2,3	4,4	6,8	9,4	98,4%
Alquiler	1	94,7	6,3	3,4	1,4	2,6	3,3	4,8	123,6%
	2	92,4	5,7	3,3	1,2	2,4	3,4	4,8	117,7%
	3	91,1	5,7	3,7	1,8	3,0	3,9	5,5	113,6%
	4	94,0	7,1	4,3	2,3	3,2	4,5	6,3	108,8%
	5	96,7	7,9	5,2	3,1	4,4	5,8	7,3	86,9%

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, la consistencia temporal de las cantidades (Q) utilizadas para los índices del alquiler se analiza a través de las diferencias de la distribución multidimensional que representan para un cada periodo. Para comparar estas diferencias se utiliza la distancia Hellinger, introducida en el epígrafe 3.4.2, que en este caso se basa en las diferencias en probabilidad para cada estrato entre dos años distintos. Esta medida, por consiguiente, sintetiza si existen cambios relevantes en la estructura de cantidades entre dos conjuntos (con múltiples dimensiones).

La Tabla 8.7. muestra los resultados de comparar las distancias entre cada par de años posibles. Se observa como la distribución se mantiene similar a lo largo del tiempo, por lo que se concluye la estabilidad de esta dimensión de los índices. En términos absolutos, las diferencias Hellinger son de media  $4,8 \times 10^{-5}$ , la que indica que la distribución conjunta es prácticamente estable en todos los años, con ligeros cambios a lo largo del tiempo. El caso que muestra mayores diferencias es el 2011 con los periodos entre 2017 y 2019, siendo en cualquier caso unos valores mínimos en distancia.

**Tabla 8.7.** Distancia Hellinger cantidades del índice entre pares de años (A y B), escalados a tanto por 1000

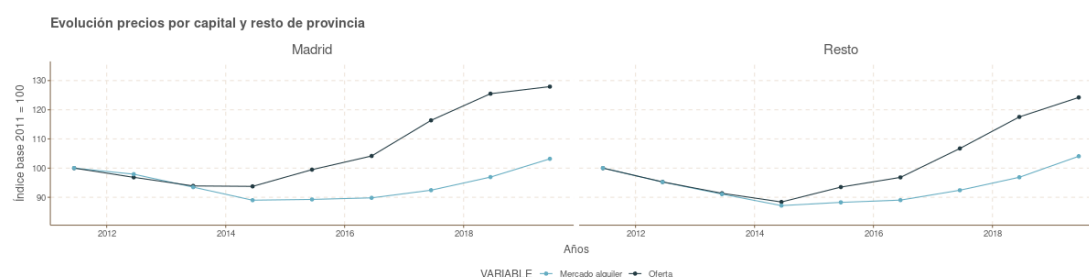
Año A	Año B							
Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2011	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,10	0,13	0,14
2012		0,01	0,02	0,01	0,02	0,05	0,07	0,08
2013			0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	0,07
2014				0,01	0,01	0,03	0,05	0,06
2015					0,01	0,04	0,07	0,07
2016						0,04	0,06	0,07
2017							0,03	0,04
2018								0,01

Fuente: elaboración propia

### 8.3.2 Consistencia entre índices de alquiler y oferta

Desde un punto de vista económico, el stock en oferta, en mercados activos, se incorpora progresivamente como inmuebles alquilados, de forma que los inmuebles rotan del mercado del alquiler al de oferta y viceversa. En este sentido, Kokot (2015), comprueba experimentalmente que las series de precios de oferta y mercado están cointegradas y muestran a la oferta como un indicador adelantado en 5 meses de los precios reales. En nuestro caso, en el Capítulo 6, se demuestra como la tendencia de la serie de mercado tiene mayor correlación con el valor del oferta del año anterior, que con el del año corriente.

**Figura 8.4.** Comparativa evolución del precio de oferta y de alquiler, desglose por capital y resto de provincia



Fuente: elaboración propia.

Para comprobar la consistencia de mercado del índice, se ha evaluado si el indicador de mercado materializa los cambios del índice de oferta. Las series de oferta y mercado, recogidas en la Figura 8.4, indican que la serie de oferta está adelantada en torno a un periodo con respecto a la de alquiler, lo que es concordante con lo visto en el epígrafe anterior, en la Tabla 8.2, al comparar las

diferencias.

Numéricamente, en Madrid el coeficiente de correlación de Pearson del índice de mercado y la serie de oferta del año corriente  $\rho(I_t^a, I_{t-1})$  es de 0,65, mientras que con el índice de oferta del año anterior  $\rho(I_t^o, I_{t-1})$  es del 0,90. Para el resto de la Comunidad las proporciones cambian ligeramente, con un valor para las series del mismo año es de 0,90, mientras que, para el índice de oferta del año anterior es del 0,87.

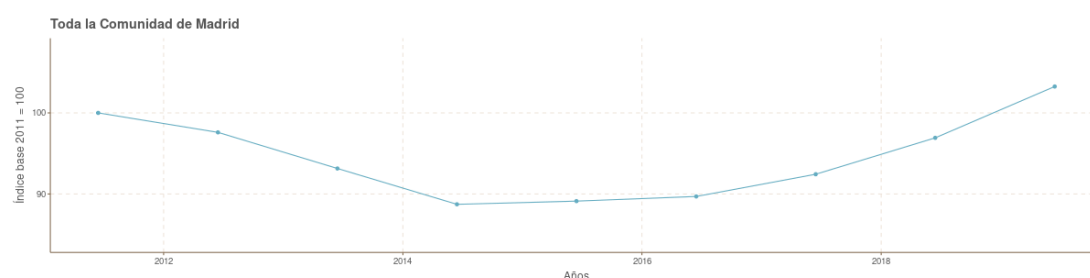
### 8.3.3 Análisis funcional y geográfico

A continuación, se examinan las series del índice de precios de acuerdo con los desgloses funcional y geográfico. Este enfoque multifacético tiene como objetivo ofrecer una visión integral y detallada de la evolución de los precios en los diferentes submercados de viviendas en la Comunidad de Madrid. Paralelamente, y con el fin de complementar la perspectiva anterior, se lleva a cabo el análisis tanto para los datos de alquiler como para los de oferta.

#### 8.3.3.1 Análisis de las series de alquiler (desglose funcional)

El índice general de precios, Figura 8.5, muestra un comportamiento decreciente del alquiler desde el año base hasta el año 2016<sup>9</sup>, cuando se produce el cambio de tendencia al crecimiento sostenido hasta 2019.

**Figura 8.5.** Índice de precio del alquiler residencial general



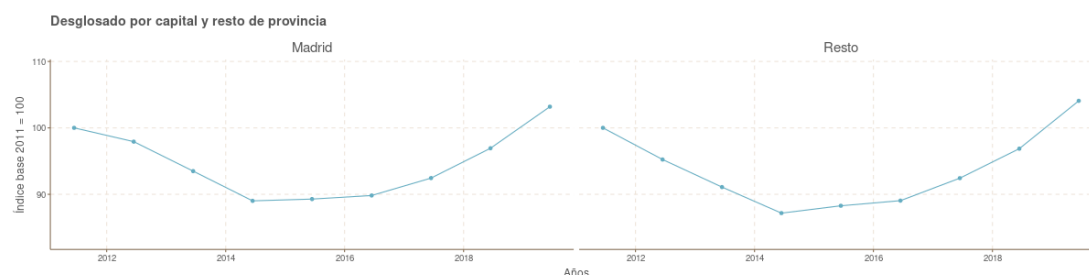
*Fuente:* elaboración propia.

El desglose por capital y resto de provincia muestra comportamientos diferentes, como se observa en la Figura 8.6. La capital cae desde el año base hasta el año 2016, con un ligero repunte hasta el año 2017, acelerándose a partir de entonces. El resto de la provincia muestra un comportamiento similar, con una caída sostenida hasta el año 2014, una estabilización de precios hasta el año 2017

<sup>9</sup>Para representar las series, los valores anuales se muestran a mitad de periodo, el 15 de junio de su correspondiente año.

y con un ligero crecimiento posterior, que comienza a ser significativo a partir del año 2018.

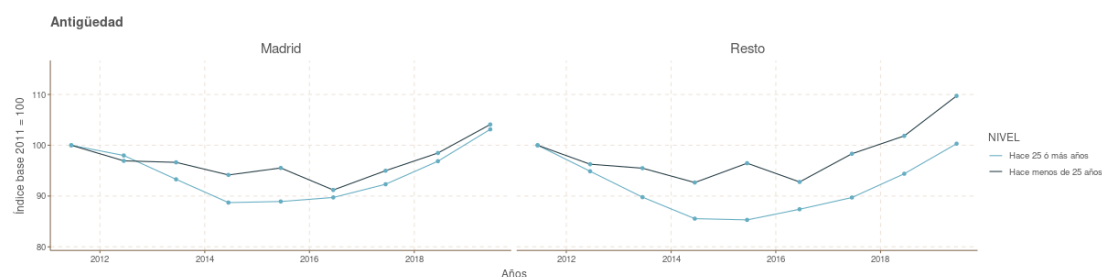
**Figura 8.6.** Índice de precio del alquiler desglosado por Madrid y resto de provincia



*Fuente:* elaboración propia.

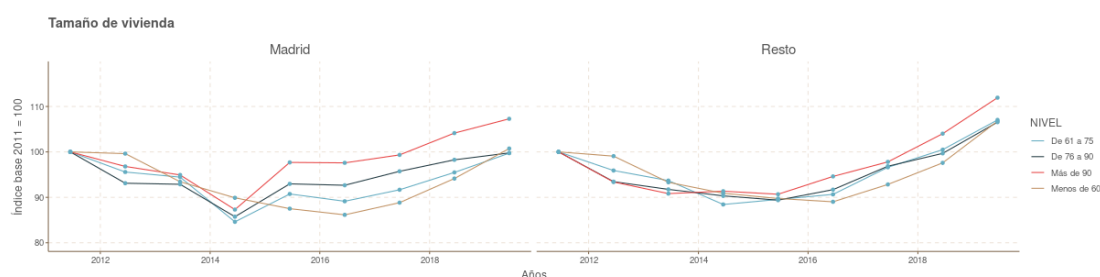
Se ha construido el índice desglosado en función de las distintas características de la vivienda. Si atendemos al desglose alguna de las características constructivas, como por ejemplo, el año de construcción, las viviendas más nuevas muestran un comportamiento más resistente a la crisis que las viviendas antiguas, como vemos en la Figura 8.7. Sin embargo, estas últimas, en la fase de recuperación, muestran crecimientos similares. Es importante destacar que para las viviendas nuevas, se aprecia un ligero cambio de tendencia en 2015 que no atiende a condiciones de mercado, y podría atribuirse a efectos de composición.

**Figura 8.7.** Índice de precio del alquiler desglosado por año de construcción



*Fuente:* elaboración propia.

En cuanto al criterio de segmentación por superficie útil, se observa un mejor comportamiento en las viviendas de mayor tamaño. En contraste, las viviendas más pequeñas experimentaron caídas más pronunciadas durante el periodo 2011-2016, como se ilustra en la Figura 8.8.

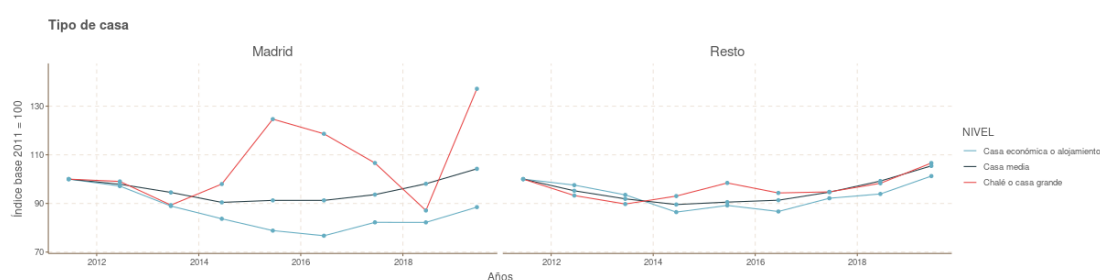
**Figura 8.8.** Índice de precio del alquiler desglosado por superficie útil

*Fuente:* elaboración propia.

El desglose en función del tipo de vivienda muestra que las viviendas de tipo unifamiliar tuvieron un comportamiento más estable en el tiempo, con un mayor incremento de precios en el resto de provincia (Figura 8.9).

En general, las viviendas más económicas son las que ofrecen el peor comportamiento, tanto en la capital como en el resto de zonas, mientras que el tipo medio cuenta con menores caídas en precios y crecimientos más intensos.

Por otra parte, se observa un comportamiento muy irregular del índice de precios de las viviendas unifamiliares de la capital, que se puede atribuir a dos factores: el primero, que este tipo de inmuebles es poco común en la capital y, cuando existe, es un producto bastante exclusivo, con un número importante de variables omitidas, sobre el que es más complicado generalizar la valoración; el segundo, debido a una muestra muy pequeña que ofrece medidas más irregulares.

**Figura 8.9.** Índice de precio del alquiler desglosado por tipo de vivienda

*Fuente:* elaboración propia.

Se resume el desglose de los índices, desagregados funcionalmente por criterios constructivos, en la Tabla 8.8.

**Tabla 8.8.** Índices de precios desglose funcional por estructura

Factor	Nivel	Zona	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Antigüedad	Hace 25 ó más años	Madrid	100	98.0	93.3	88.7	88.9	89.7	92.3	96.9	103.1
		Resto	100	94.9	89.8	85.6	85.3	87.4	89.7	94.4	100.3
	Hace menos de 25 años	Madrid	100	96.9	96.6	94.2	95.5	91.2	95.0	98.5	104.1
		Resto	100	96.3	95.5	92.7	96.5	92.8	98.3	101.8	109.7
Número de habitaciones	1 o 2 habitaciones	Madrid	100	98.0	92.8	87.9	88.0	86.8	89.6	94.4	99.6
		Resto	100	95.4	91.8	87.8	88.8	87.8	92.4	95.9	102.2
	3 habitaciones	Madrid	100	95.4	92.8	86.7	90.8	91.2	92.8	97.4	103.0
		Resto	100	95.1	91.2	88.1	87.2	90.4	93.5	99.1	106.7
	4 habitaciones	Madrid	100	99.0	95.6	88.5	94.1	95.8	94.5	100.8	108.1
		Resto	100	95.3	92.1	91.2	88.5	91.6	94.9	100.1	107.4
	5 o más habitaciones	Madrid	100	101.5	89.7	84.0	98.1	101.0	86.5	94.9	119.1
		Resto	100	90.0	69.6	71.5	91.3	76.5	77.8	74.7	111.3
	De 61 a 75	Madrid	100	95.6	94.4	84.6	90.7	89.1	91.7	95.5	99.7
		Resto	100	95.9	93.7	88.4	89.5	90.7	96.6	100.5	107.0
Tamaño de vivienda	De 76 a 90	Madrid	100	93.1	92.9	85.7	93.0	92.7	95.7	98.3	99.8
		Resto	100	93.4	91.7	90.3	89.4	91.7	96.9	99.7	106.5
	Menos de 60	Madrid	100	99.6	93.4	89.9	87.5	86.2	88.8	94.1	100.7
		Resto	100	99.1	93.3	90.9	89.7	89.0	92.8	97.6	106.8
	Más de 90	Madrid	100	96.8	94.9	87.3	97.7	97.6	99.3	104.1	107.3
		Resto	100	93.4	90.8	91.4	90.7	94.6	97.8	104.0	111.9
	Casa económica o alojamiento	Madrid	100	97.1	88.9	83.7	78.8	76.7	82.2	82.2	88.5
		Resto	100	97.5	93.5	86.4	89.2	86.7	92.1	93.9	101.2
Tipo de casa	Casa media	Madrid	100	97.9	94.5	90.4	91.3	91.3	93.6	98.1	104.2
		Resto	100	95.2	91.9	89.6	90.5	91.3	94.6	99.2	105.4
	Chalé o casa grande	Madrid	100	99.0	89.3	98.0	124.7	118.6	106.6	87.1	137.1
		Resto	100	93.2	89.8	93.0	98.4	94.3	94.8	98.3	106.6
	Con 10 ó más viviendas	Madrid	100	97.5	93.8	89.6	90.3	90.3	92.7	97.2	103.2
		Resto	100	94.9	91.3	89.0	90.1	90.3	94.1	99.3	104.2
Tipo de edificio	Con menos de 10 viviendas	Madrid	100	101.1	97.2	92.2	89.1	88.5	91.0	93.5	101.6
		Resto	100	97.4	94.2	88.2	89.9	90.3	93.2	94.9	104.9
	Vivienda unifamiliar adosada o pareada	Madrid	100	99.0	89.3	98.0	124.7	118.6	106.6	87.1	137.1
		Resto	100	94.4	83.4	89.4	91.7	85.6	84.6	87.7	100.1
	Vivienda unifamiliar independiente	Resto	100	91.5	90.5	89.9	97.0	95.1	95.0	97.2	104.2

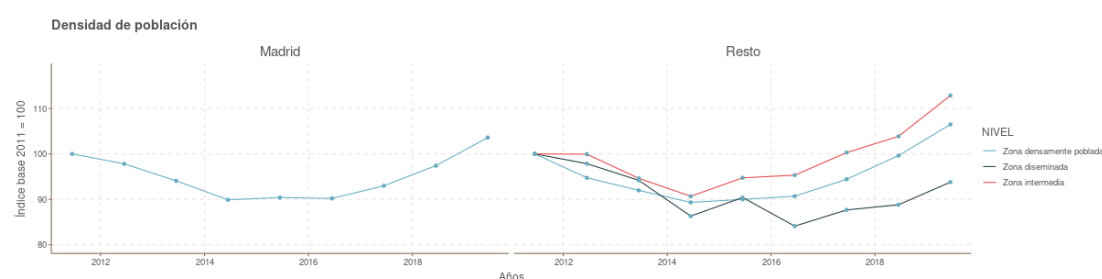
Fuente: elaboración propia

Cuando el análisis se realiza por características de zona (Figura 8.10), se



observa que aquellas que están diseminadas (rurales) ofrecen los descensos más acusados y tasas de crecimiento menores, comparados con las zonas intermedias y las densamente pobladas. Estas diferencias son atribuibles a que las zonas urbanas tienen un mayor nivel de demanda que las rurales y, por tanto, la presión de la demanda se traduce en pendientes de crecimiento mayores en el índice de precios. Es interesante observar como las zonas intermedias son las que mejor se comportan en el resto de provincia, probablemente porque incluyen las metropolitanas residenciales de ingresos más altos, que como se verá posteriormente, crecen de forma importante.

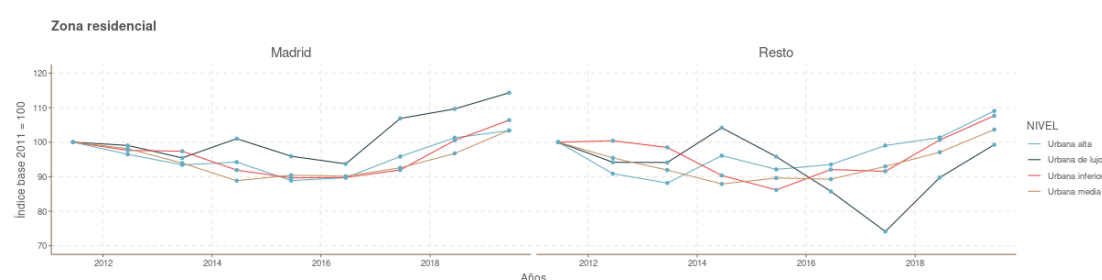
**Figura 8.10.** Índice de precio del alquiler desglosado por densidad de población



*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 8.11 ilustra cómo las zonas de mayor nivel adquisitivo (lujo) presentan un comportamiento casi acíclico, con escasas caídas y un rápido crecimiento (particularmente para la ciudad de Madrid). Por otro lado, los demás estratos exhiben un comportamiento similar entre sí.

**Figura 8.11.** Índice de precio del alquiler desglosado por tipo de zonas residencial



*Fuente:* elaboración propia.

El desglose de los índices por características demográficas se presenta en la Tabla 8.9. Se confirma que las áreas densamente pobladas, los municipios más grandes y las zonas urbanas de lujo en Madrid experimentaron un crecimiento más pronunciado en los precios de las viviendas en comparación con otras áreas y categorías. Estos resultados parecen confirmar la hipótesis inicial de que las áreas con mayor población tienen un mejor comportamiento que los municipios

pequeños, al menos en términos de recuperación de precios de la vivienda.

**Tabla 8.9.** Índices de precios desglose funcional por tipo de zona

<b>Factor</b>	<b>Nivel</b>	<b>Zona</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Densidad de población	Densamente poblada	Madrid	100	97.8	94.1	89.9	90.4	90.2	93.0	97.4	103.6
		Resto	100	94.7	92.0	89.3	90.0	90.7	94.4	99.6	106.5
	Diseminada	Resto	100	97.9	94.2	86.3	90.4	84.1	87.7	88.8	93.8
	Intermedia	Resto	100	99.9	94.6	90.7	94.7	95.3	100.3	103.9	112.9
Tamaño de municipio	10.000 o más y menos de 20.000 habitantes	Resto	100	98.0	89.5	84.3	84.1	82.0	84.1	87.8	92.4
	20.000 o más y menos de 50.000 habitantes	Resto	100	94.3	90.0	86.0	87.9	87.8	88.8	92.1	99.5
	50.000 o más y menos 100.000 habitantes	Resto	100	92.6	89.1	87.0	91.9	92.6	98.3	103.4	110.9
	Menos de 10.000 habitantes	Resto	100	97.2	93.8	85.4	87.7	82.1	85.0	86.4	91.6
	Municipio de 100.000 habitantes o más	Madrid	100	97.8	94.1	89.9	90.4	90.2	93.0	97.4	103.6
		Resto	100	96.6	94.0	90.9	87.6	87.9	90.1	94.8	100.6
Zona residencial	Urbana alta	Madrid	100	96.5	93.4	94.2	88.9	89.7	95.9	101.3	103.4
		Resto	100	90.9	88.2	96.1	92.1	93.5	99.0	101.4	109.0
	Urbana de lujo	Madrid	100	99.1	95.4	101.0	95.9	93.7	106.9	109.6	114.3
		Resto	100	94.2	94.1	104.2	95.8	85.7	74.1	89.8	99.3
	Urbana inferior	Madrid	100	97.6	97.4	91.9	89.7	89.8	92.0	100.5	106.4
		Resto	100	100.4	98.5	90.3	86.2	92.1	91.6	100.6	107.6
	Urbana media	Madrid	100	98.1	93.9	88.8	90.4	90.1	92.6	96.7	103.4
		Resto	100	95.4	91.9	87.9	89.6	89.3	93.0	97.1	103.6

Fuente: elaboración propia

Los datos indican que las áreas densamente pobladas muestran menores caídas y mayores crecimientos en los precios. Por ejemplo, estas áreas en Madrid experimentaron una recuperación en los precios de las viviendas, con un incremento del índice desde 89,9 en 2014 hasta 103,6 en 2019. De manera similar, el índice en el resto de la Comunidad de áreas similares también aumentó sustancialmente durante el mismo periodo, pasando de 89,3 en 2014 a 106,5 en 2019.

En cuanto al tamaño de los municipios, se observan diferentes tendencias a lo largo del periodo analizado en función del área de análisis. Aquellos con una población de entre 10.000 y 20.000 habitantes en el resto de la Comunidad registraron un aumento en el índice del 84,3 en 2013 a 92,4 en 2019. Por otro lado, los municipios de más de 100.000 habitantes en Madrid experimentaron un incremento sustancial en el índice, pasando de 89,9 en 2014 a 103,6 en 2019.

En el resto de municipios de este tamaño, el índice también aumentó, pero de manera más moderada, pasando de 90,9 en 2013 a 100,6 en 2019.

La evolución del índice de precios de vivienda también varió en función de la zona residencial. En las zonas urbanas de alta densidad en Madrid, el índice aumentó de 94,2 en 2014 a 103,6 en 2019, mientras que en el resto el crecimiento fue aún mayor, pasando de 96,1 en 2014 a 109 en 2019. En contraste, las áreas urbanas de menor densidad en Madrid registraron una evolución más moderada, con un aumento de 91,9 en 2014 a 106,4 en 2019, que en el resto el índice alcanzó niveles de 107,6 y 90,3 respectivamente.

Por otra parte, el comportamiento del índice en las zonas urbanas de lujo en Madrid mostró un crecimiento más acusado que el observado en otras áreas residenciales, pasando del 101 en 2014 al 114,3 en 2019. Por otro lado, para este estrato y periodo, el resto de la Comunidad registró una disminución del índice de 104,1 al 99,3. La recuperación de los precios en zonas urbanas de lujo en la capital está relacionada con una persistente demanda de viviendas de alta gama.

**Tabla 8.10.** Índices de precios desglose funcional por instalaciones de la vivienda

Factor	Nivel	Zona	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aire acondicionado	No	Madrid	100	97.7	93.9	89.1	89.8	90.0	91.8	95.9	102.2
		Resto	100	95.8	92.0	88.7	89.5	89.7	93.5	97.1	103.7
	Sí	Madrid	100	97.9	94.3	91.0	91.2	90.6	94.4	99.1	105.1
		Resto	100	94.7	92.2	88.1	90.4	89.5	93.0	98.3	104.8
Parking	No	Madrid	100	98.0	93.7	89.0	89.2	89.1	91.7	96.2	102.3
		Resto	100	95.7	91.6	87.9	88.3	88.8	91.9	95.6	101.5
	Sí	Madrid	100	96.5	94.7	92.4	94.7	92.3	95.6	98.6	105.0
		Resto	100	95.6	93.5	90.7	93.6	92.1	97.2	102.5	110.4
Piscina	No	Madrid	100	97.9	93.9	89.3	89.6	89.8	92.5	96.9	103.2
		Resto	100	95.9	91.9	87.7	89.2	89.1	92.2	95.7	102.3
	Sí	Madrid	100	96.7	94.8	92.9	94.6	91.1	95.3	98.6	103.5
		Resto	100	94.7	93.0	91.4	92.4	91.8	97.2	102.9	109.8
Trastero	No	Madrid	100	97.8	93.7	89.3	89.7	89.7	92.4	96.8	103.0
		Resto	100	95.4	91.8	88.7	89.4	89.6	93.1	97.0	103.1
	Sí	Madrid	100	97.5	95.3	92.3	94.0	90.9	94.7	98.1	104.3
		Resto	100	95.8	93.4	89.0	92.0	90.7	94.9	100.2	108.4

Fuente: elaboración propia

El desglose de los índices en función de las instalaciones de la vivienda puede

aportar una perspectiva más ajustada a las tendencias y flujos del mercado inmobiliario en función de las preferencias del consumidor. La Tabla muestra 8.10 los valores del índice en función de si la vivienda dispone de 4 elementos: parking, la piscina, trastero y aire acondicionado. Se aprecia que existen variaciones significativas en función de la característica de estudio y el ámbito geográfico, que, en particular, se acentúan para resto de la Comunidad de Madrid. De los cuatro tipos de equipamiento el garaje y la piscina son las características que presentan una mayor divergencia de valores.

La presencia de aire acondicionado en la vivienda no muestra diferencias significativas en la evolución de los precios, dependiendo de si la vivienda cuenta o no con dicho equipamiento. Por ejemplo, las diferencias son menores a dos puntos, tanto en Madrid como en el resto de la Comunidad, en los años 2013 y 2019.

En cuanto a las viviendas con piscina en Madrid, esta característica resulta irrelevante en la evolución del precio. Se observa que el índice de precios en 2019 es de 103,5 para viviendas con piscina y de 103,2 para aquellas sin ella. Sin embargo, en el resto de la Comunidad sí existe una diferencia considerable: el índice de precios en 2019 en viviendas con piscina es de 109,7, en contraste con 102,3 en las viviendas sin piscina.

En relación al trastero, el índice de precios en 2019 para viviendas con trastero en Madrid era de 104,3, mientras que para aquellas sin trastero era de 103. En el resto de la Comunidad, se observa un incremento mayor en comparación con Madrid: el valor del índice en 2019 era de 108,4 para las viviendas con trastero y de 103,1 para las viviendas sin él.

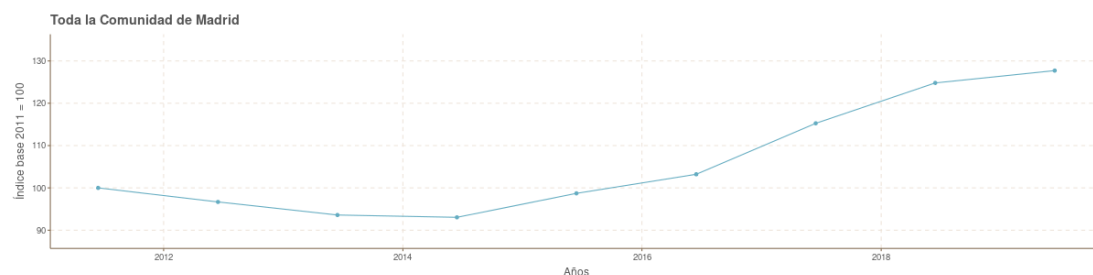
Finalmente, en lo que respecta al factor de estacionamiento, se observa un comportamiento similar al del trastero. Para las viviendas con estacionamiento en Madrid, el valor del índice en 2019 era de 104,9, mientras que para las viviendas sin él era de 102,3. En el resto de la Comunidad, el comportamiento es más extremo: el valor del índice en 2019 en viviendas con estacionamiento era de 110,4, mientras que en las viviendas sin estacionamiento era de 101,7.

### **8.3.3.2 Análisis de las series de oferta (desglose funcional)**

En este epígrafe, se realiza un análisis análogo al del índice de precios de alquiler, pero esta vez desde el ángulo de la oferta. La principal diferencia que se aprecia en la Figura 8.12 es la caída de precios desde el año base hasta el año 2015, en lugar del 2016 como en el caso de los precios de mercado. Esto es esperable, ya que el precio de mercado es en cierta medida un indicador retrasado del precio

de la oferta.

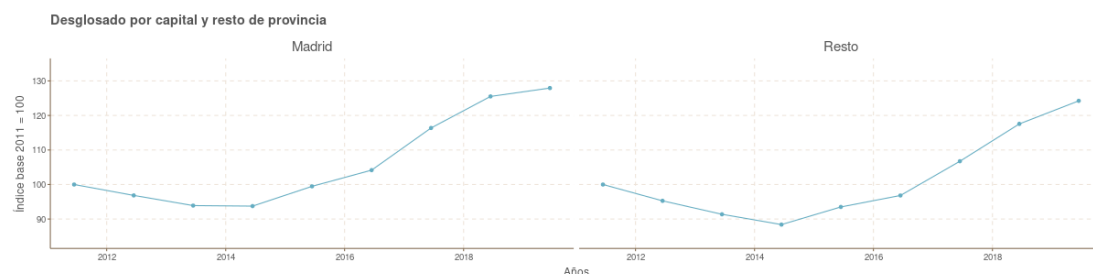
**Figura 8.12.** Índice de precio de oferta general



*Fuente:* elaboración propia.

Las diferencias por macrozonas, muestran como la capital comienza la recuperación de precios antes, y alcanza un periodo de saturación de precios alrededor de 2019 (Figura 8.13). También se aprecia como el resto de provincia tiene un retraso temporal con tasas de crecimiento más pronunciadas en el periodo final de la serie, a partir de 2016. Lo cual estaría relacionado con un mayor nivel de liquidez del mercado inmobiliario de la capital, comparado con el resto de áreas.

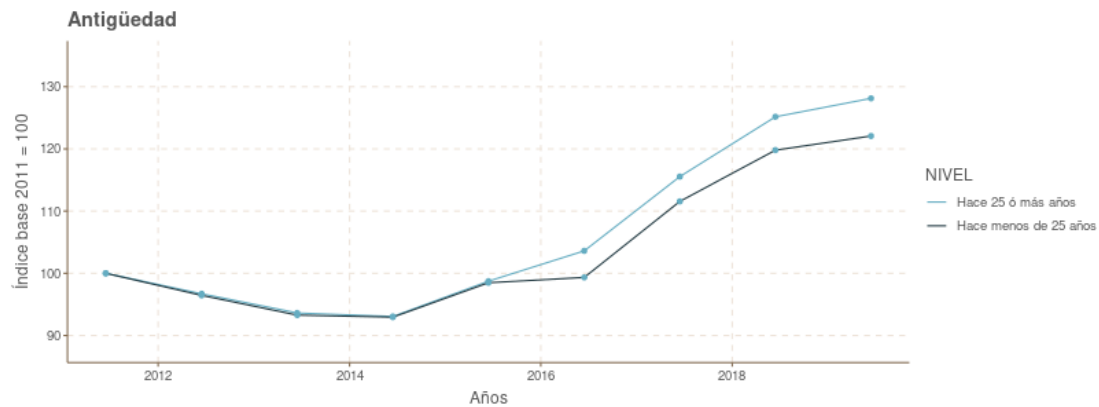
**Figura 8.13.** Índice de precio de oferta desglosado por Madrid o resto de provincia general



*Fuente:* elaboración propia.

Si atendemos a la descomposición funcional en detalle, el comportamiento es análogo al de mercado, los precios inmuebles más modernos tienen un mejor desempeño que en los más antiguos, tanto en la capital como en el resto de zonas, como se ve en la Figura 8.14. En general, se comprueba como las series desglosadas de oferta no muestran las discontinuidades puntuales de algunos índices de alquiler.

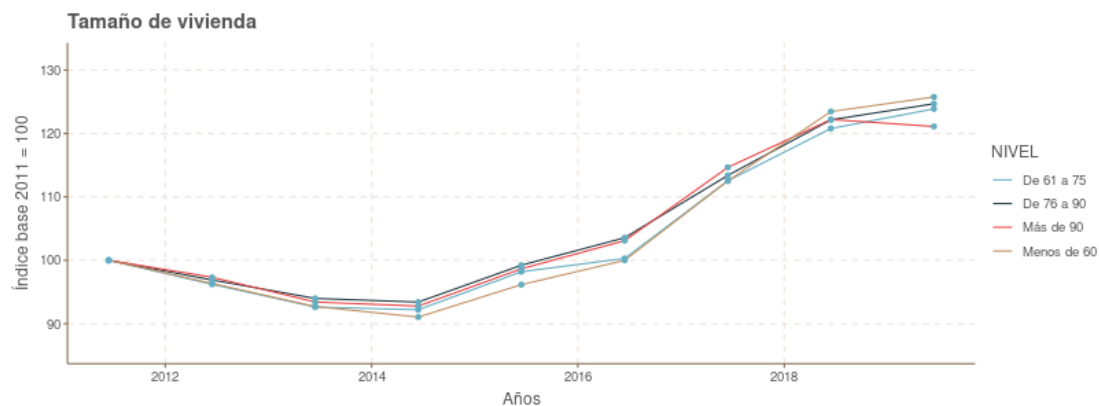
**Figura 8.14.** Índice de precio de oferta desglosado por año de construcción



*Fuente:* elaboración propia.

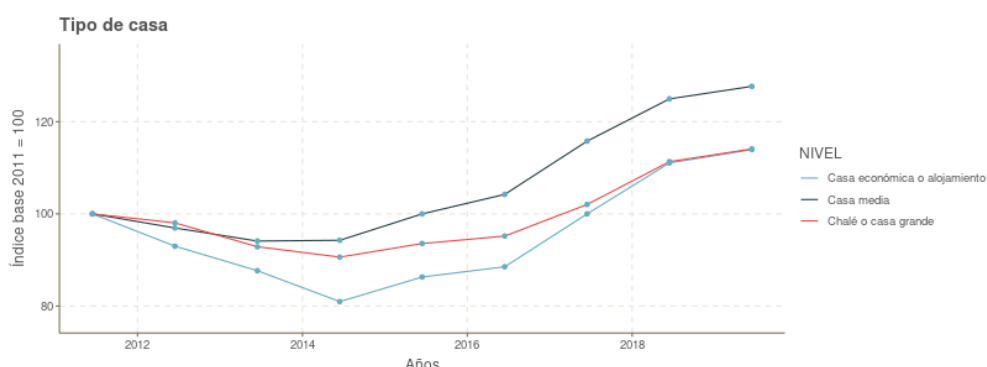
Los diversos rangos de superficie de vivienda no muestran diferencias apreciables, al contrario del caso de mercado, siendo todas las series muy similares en comportamiento, como se aprecia en la Figura 8.15. Se puede destacar como en este caso, las viviendas de superficie intermedia son las que más crecen en lugar de aquellas con mayor superficie, como se veía en el caso del precio de mercado.

**Figura 8.15.** Índice de precio de oferta desglosado por superficie útil



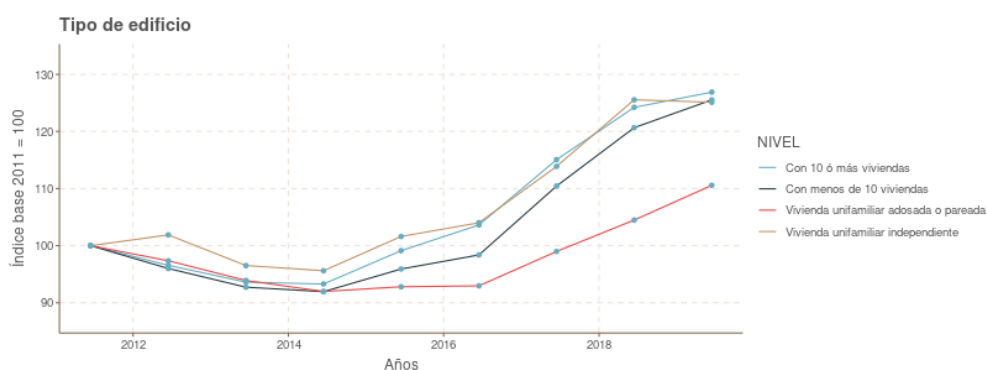
*Fuente:* elaboración propia.

En cuanto a la tipología, las viviendas de tipo medio ofrecen el mejor comportamiento, al contrario del precio de mercado donde eran las unifamiliares, como se aprecia en Figura 8.16. Aunque en ambos casos, las viviendas más económicas son las que tienen una caída más pronunciada en torno al 2015. Para este último tipo de inmuebles, la serie de precios de las viviendas unifamiliares es mucho más estable, al mitigarse la inestabilidad de los índices ante muestras pequeñas y heterogéneas (Goh *et al.*, 2012).

**Figura 8.16.** Índice de precio de oferta desglosado por tipo de vivienda

*Fuente:* elaboración propia.

Se observa que el desglose por tipo de edificio es consistente con los resultados por tipo de casa: mejor comportamiento de las viviendas intermedias y peor de las unifamiliares, como se ve en la Figura 8.17.

**Figura 8.17.** Índice de precio de oferta desglosado por tipo de edificio

*Fuente:* elaboración propia.

La evolución de los índices de precios de la vivienda basados en las características constructivas se analiza a través de la Tabla 8.11. Los datos revelan el fuerte aumento en todos los índices de precios desde 2013 hasta 2019, tanto en Madrid como en el resto de la Comunidad de Madrid, con diferencias en función del estrato y el área. Por ejemplo, se aprecia un incremento del precio en vivienda nueva fuera de Madrid o una mayor apreciación, en general, en las viviendas con menor superficie.

**Tabla 8.11.** Índices de precios desglose funcional por estructura

Factor	Nivel	Zona	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Antigüedad	Hace 25 ó más años	Madrid	100	96.9	93.9	93.7	99.5	104.5	116.6	125.8	128.4
		Resto	100	94.5	90.7	87.4	91.5	95.4	104.0	114.7	121.9
	Hace menos de 25 años	Madrid	100	96.0	93.2	93.8	98.2	98.9	110.8	117.2	119.0
		Resto	100	97.3	93.3	91.7	98.9	99.9	112.3	122.8	127.4
Número de habitaciones	1 o 2 habitaciones	Madrid	100	96.7	93.0	91.9	97.5	101.5	113.1	123.0	123.8
		Resto	100	94.9	91.5	90.1	94.2	96.9	108.1	118.5	123.7
	3 habitaciones	Madrid	100	95.6	91.1	90.3	96.7	97.1	109.2	118.5	120.6
		Resto	100	95.3	90.2	85.9	89.9	95.0	105.1	116.6	124.8
	4 habitaciones	Madrid	100	97.7	92.8	91.1	98.3	98.7	113.8	121.7	122.6
		Resto	100	99.8	93.5	89.7	94.8	98.0	109.7	122.0	128.1
	5 o más habitaciones	Madrid	100	96.6	91.8	91.9	93.3	102.9	109.2	116.0	114.5
		Resto	100	95.9	87.9	83.7	92.4	95.6	100.1	104.0	113.2
	De 61 a 75	Madrid	100	96.4	93.3	93.5	100.2	101.1	112.8	119.9	122.5
		Resto	100	95.7	91.5	90.0	94.8	98.8	112.1	123.1	128.6
Tamaño de vivienda	De 76 a 90	Madrid	100	97.3	95.3	95.9	103.4	108.4	118.4	124.4	123.9
		Resto	100	96.1	92.0	90.5	94.9	98.3	107.2	118.8	127.0
	Menos de 60	Madrid	100	96.4	92.8	91.1	96.3	100.2	112.7	123.6	125.8
		Resto	100	94.7	91.3	90.5	92.0	96.6	107.5	118.5	126.9
	Más de 90	Madrid	100	96.7	93.3	94.0	100.6	105.1	115.7	121.6	118.4
		Resto	100	98.9	93.6	90.8	96.1	99.7	113.2	123.1	127.0
	Casa económica o alojamiento	Madrid	100	93.5	86.9	79.5	84.0	86.3	100.3	110.8	115.9
		Resto	100	91.2	89.4	83.5	88.5	90.7	99.7	111.3	112.4
Tipo de casa	Casa media	Madrid	100	97.0	94.4	94.7	100.5	105.1	116.7	125.5	127.9
		Resto	100	96.0	91.8	90.9	96.0	98.1	108.4	118.7	124.9
	Chalé o casa grande	Madrid	100	93.3	92.0	89.0	83.6	91.2	90.7	101.4	109.7
		Resto	100	99.9	93.1	91.0	94.8	95.8	104.1	112.0	114.3
	Con 10 ó más viviendas	Madrid	100	96.6	93.9	93.8	99.7	104.3	115.9	124.6	127.0
		Resto	100	95.6	91.0	89.0	95.0	98.1	107.7	119.2	124.6
Tipo de edificio	Con menos de 10 viviendas	Madrid	100	97.5	92.1	92.5	94.3	94.8	107.2	119.2	121.6
		Resto	100	95.1	93.1	91.7	96.6	99.6	111.5	121.1	127.5
	Vivienda unifamiliar adosada o pareada	Madrid	100	93.3	92.0	89.0	83.6	91.2	90.7	101.4	109.7
		Resto	100	99.1	94.4	92.7	94.1	93.3	100.8	104.7	110.6
	Vivienda unifamiliar independiente	Resto	100	101.9	96.5	95.6	101.6	104.0	113.9	125.5	125.1

Fuente: elaboración propia



En base a la antigüedad de las casas, se puede observar una tendencia decreciente hasta 2013, tanto en Madrid como en el resto de la Comunidad. Sin embargo, en 2019, los índices mostraron un aumento en ambas áreas, con incrementos más fuertes en la capital que el resto de provincia, llegando a 128,4 en Madrid para las casas con 25 años o más, y 127,4 en el resto de la Comunidad para casas con menos de 25 años. Este comportamiento estaría relacionado con una demanda de inmuebles nuevos no satisfecha, por la escasa actividad de construcción de este tipo de viviendas en los años 2008-2020.

En relación con el número de habitaciones, se observa cierta variabilidad en los índices entre 2013 y 2019. En 2013, las casas con 1 o 2 habitaciones presentaron índices similares entre Madrid (93,0) y el resto de la Comunidad (91,5). Aunque en 2019 ambos índices aumentaron, la diferencia entre ellos se mantuvo casi constante, siendo 123,8 en Madrid y 123,7 en el resto de la Comunidad. Sin embargo, en la categoría de viviendas con 5 o más habitaciones, el índice en Madrid disminuyó de 91,8 en 2013 a 114,5 en 2019, lo que contrasta con el aumento en el índice en el resto de la Comunidad (87,9 en 2013 a 113,2 en 2019). El mayor crecimiento en el segmento de pisos pequeños está motivado los cambios demográficos sucedidos en dicho periodo, y que se resumen en el aumento de hogares compuestos por una o dos personas y la caída de hogares de 4 o más miembros.

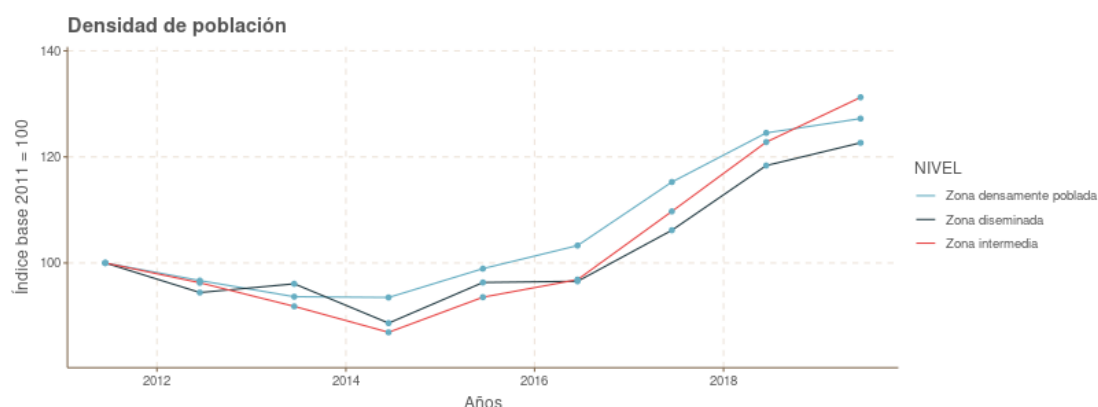
Para el criterio de tamaño de las viviendas, encontramos una tendencia creciente en los índices. Las viviendas de 76 a 90 metros cuadrados, presentaron un aumento en los índices en ambas áreas, siendo de 95,3 (Madrid) y 92,0 (Resto) en 2013, y 123,9 (Madrid) y 127 (Resto) en 2019. Para las viviendas de menos de 60 metros cuadrados, se observó un incremento en los índices de 92,8 en 2013 a 125,8 en 2019 en Madrid y de 91,3 en 2013 a 126,9 en 2019 en el resto de la Comunidad. De nuevo, los cambios demográficos motivan una mayor demanda en las viviendas con menor superficie.

Finalmente, en cuanto al tipo de vivienda, se encuentra una tendencia alcista en los índices de precios de 2013 a 2019. La casa media en Madrid mostró un aumento en su índice de 94,4 en 2013 a 127,0 en 2019, mientras que en el resto de la Comunidad, el índice se incrementó de 91,8 a 124,9 en el mismo período. Asimismo, la vivienda unifamiliar adosada o pareada en Madrid presentó un incremento en su índice de 92,0 en 2013 a 109,7 en 2019, mientras que en el resto de la Comunidad, el índice aumentó de 94,4 en 2013 a 110,6 en 2019.

Las diferencias de los índices de precios, según la densidad de población de la zona, son mínimas, aunque similares a lo visto para los precios de mercado, con un mejor desempeño de las zonas de tipo intermedio comparadas con las zonas

diseminadas, como muestra la Figura 8.18.

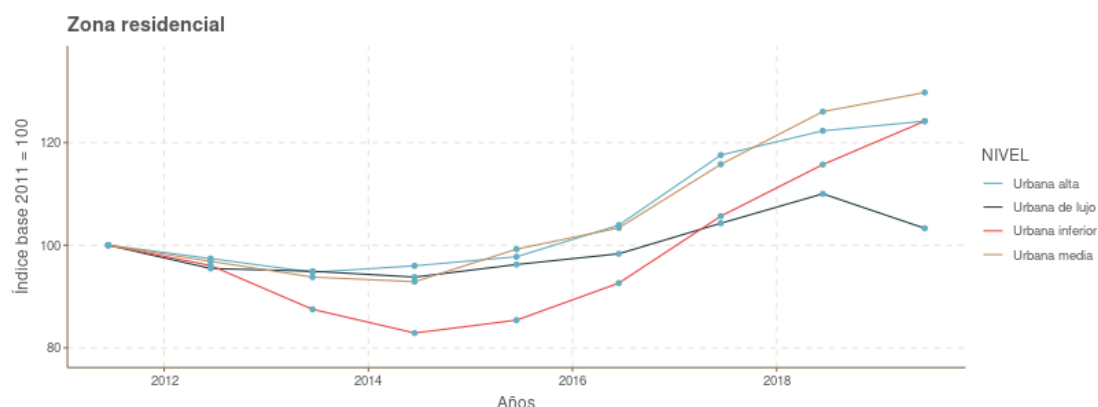
**Figura 8.18.** Índice de precio de oferta desglosado por densidad de población



*Fuente:* elaboración propia.

En el desglose por ingresos, los precios de oferta tienen un comportamiento sensiblemente diferente a los de mercado. Se aprecia un comportamiento más extremo en las zonas de menor ingresos (urbana inferior), con unos descensos más pronunciados y una recuperación más brusca. Las zonas de lujo muestran cierta saturación y decrecimiento en Madrid a partir de 2018, como indica la Figura 8.19.

**Figura 8.19.** Índice de precio de oferta desglosado por tipo de zona residencial



*Fuente:* elaboración propia.

A continuación, se presenta una comparación de los índices de precios en 2013 y 2019, categorizados por densidad de población, tamaño de municipio y zona residencial, en la Tabla 8.12. En general, las series muestran una tendencia creciente desde 2014, cuyos aumentos más significativos suceden en áreas con densidades de población intermedias, municipios con 10.000 a 20.000 habitantes y zonas urbanas inferiores. Por otra parte, las zonas urbanas de lujo en Madrid

muestran un descenso moderado en el índice de precios durante el período analizado.

**Tabla 8.12.** Índices de precios desglose funcional por tipo de zona

Factor	Nivel	Zona	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Densidad de población	Densamente poblada	Madrid	100	96.7	93.9	93.8	99.3	103.8	115.9	124.9	127.2
		Resto	100	96.1	92.1	91.2	96.4	99.8	110.4	121.0	127.0
	Diseminada	Resto	100	94.4	96.1	88.7	96.3	96.5	106.2	118.4	122.7
	Intermedia	Resto	100	96.3	91.8	86.9	93.5	96.9	109.7	122.8	131.2
Tamaño de municipio	10.000 o más y menos de 20.000 habitantes	Resto	100	96.9	90.1	83.4	90.4	91.6	97.4	108.7	115.8
	20.000 o más y menos de 50.000 habitantes	Resto	100	96.0	90.9	88.2	92.5	95.3	101.9	115.8	121.7
	50.000 o más y menos 100.000 habitantes	Resto	100	95.2	91.4	91.0	97.5	99.2	113.4	123.1	126.5
	Menos de 10.000 habitantes	Resto	100	93.0	93.9	86.6	89.6	90.6	98.9	109.8	113.9
	Municipio de 100.000 habitantes o más	Madrid	100	96.7	93.9	93.8	99.3	103.8	115.9	124.9	127.2
		Resto	100	95.2	89.9	86.2	89.8	94.1	101.3	112.0	121.8
	Urbana alta	Madrid	100	97.4	94.5	95.7	97.6	104.0	117.8	122.7	124.2
		Resto	100	97.9	96.9	98.9	99.5	103.4	115.8	119.8	123.8
Zona residencial	Urbana de lujo	Madrid	100	95.6	92.3	91.3	86.5	93.6	100.7	105.0	101.1
		Resto	100	95.4	95.7	94.5	98.5	99.8	105.7	111.1	116.2
	Urbana inferior	Madrid	100	96.5	87.7	83.0	85.2	90.9	108.3	115.8	121.0
		Resto	100	94.7	86.9	82.7	85.8	95.3	100.9	115.5	139.9
	Urbana media	Madrid	100	97.0	94.1	93.5	100.1	104.4	117.0	126.9	130.2
		Resto	100	95.3	91.7	88.7	93.7	96.4	106.0	117.2	122.7

Fuente: elaboración propia

En términos de densidad de población, las zonas densamente pobladas muestran un considerable aumento en el índice de precios, para el caso de la capital, pasa del 93,9 en 2013 al 127,2 en 2019. Por otra parte, la densidad de población en zonas intermedias experimentan un aumento considerable del índice, pasando de 91,8 en 2013 a 131,2 en 2019, convirtiéndose en una de las áreas que más crecimiento experimentan en ese período.

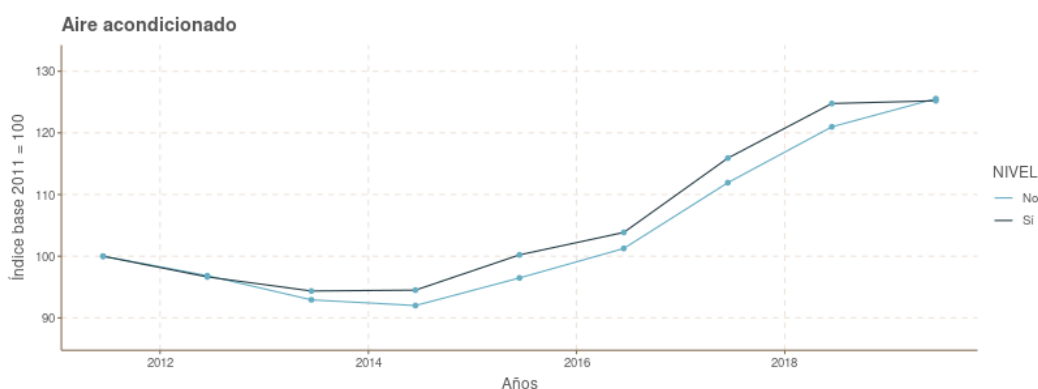
En cuanto al tamaño del municipio, la tendencia general es un aumento del índice de precios de oferta en todos los rangos analizados. Destacan los municipios con 10.000 o más y menos de 20.000 habitantes que experimentan un aumento del índice de 90,1 en 2013 a 115,8 en 2019, y los municipios de 100.000 habitantes o más del resto de Comunidad de Madrid, donde el índice crece de 89,9 en 2013 a 121,8 en 2019. En comparación, los municipios con menos de 10.000 habitantes

mantienen un crecimiento más modesto, con un índice que pasa de 93,9 en 2013 a 113,9 en 2019.

Finalmente, al considerar las zonas residenciales, se observa un considerable incremento en las urbanas inferiores en el resto de Comunidad, con el índice de precios de oferta aumentando del 86,9 en 2013 al 139,9 en 2019. En contraste, las áreas urbanas de lujo en Madrid experimentaron un descenso en el índice, pasando de 92,3 en 2013 a 101,1 en 2019. Las zonas residenciales urbanas medias en Madrid, por otro lado, mantienen un crecimiento equilibrado, con un índice que pasa de 94,1 en 2013 a 130,2 en 2019.

La evolución de precios en función los equipamientos en oferta y mercado tienen un funcionamiento similar, como se aprecia en la Figura 8.20.

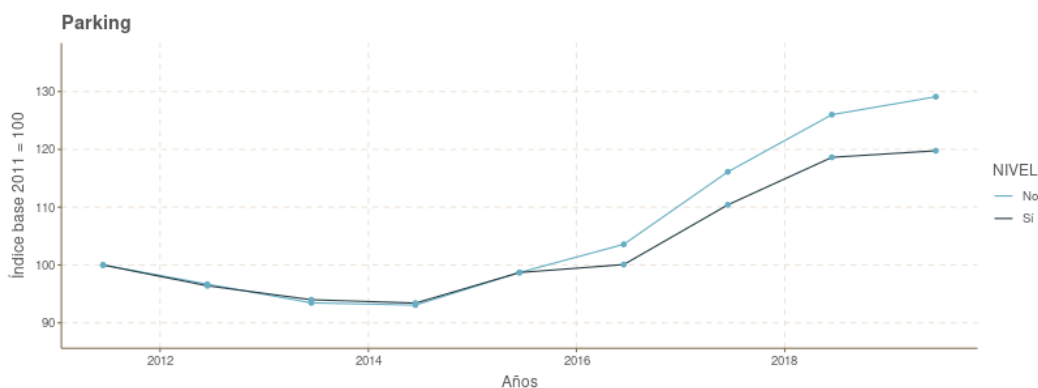
**Figura 8.20.** Índice de oferta por disponibilidad de aire acondicionado



*Fuente:* elaboración propia.

Sin embargo, existe una mayor diferencia en los crecimientos de las viviendas con garaje con respecto a las que no lo tienen en el caso de la capital, como se ve en la Figura 8.21.

**Figura 8.21.** Índice de oferta por disponibilidad de garaje



*Fuente:* elaboración propia.

El análisis del índice de oferta en función del equipamiento de la vivienda, mostrado en la Tabla 8.13, indica que ofrece más diferencias ha sido el aparcamiento, seguida de la presencia de piscina y trastero. Al igual que en el índice del alquiler, el aire acondicionado es un factor que revele diferencias en los precios. Lo cual se relaciona con que los compradores otorgan una mayor importancia a otros factores en cuanto a la valoración de las viviendas, o que el aire acondicionado ha pasado a ser un elemento casi habitual en muchas de ellas.

**Tabla 8.13.** Índices de precios desglose funcional por instalaciones de la vivienda

Factor	Nivel	Zona	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aire acondicionado	No	Madrid	100	97.0	93.2	92.6	97.0	102.2	112.7	121.6	126.0
		Resto	100	95.9	91.4	88.7	93.2	96.2	106.6	116.5	121.4
	Sí	Madrid	100	96.8	94.6	94.9	100.6	104.4	116.7	125.0	125.2
		Resto	100	95.0	92.3	90.4	96.5	98.3	108.7	120.6	125.9
	No	Madrid	100	96.9	93.8	93.9	99.5	104.5	117.2	126.8	129.4
		Resto	100	95.0	90.3	86.9	91.8	95.3	104.8	114.7	122.0
Parking	Sí	Madrid	100	96.3	93.8	93.6	98.6	99.8	108.6	113.8	114.4
		Resto	100	96.7	94.3	93.2	98.9	100.4	112.1	123.9	127.7
	No	Madrid	100	96.7	93.7	93.5	99.1	104.2	116.7	126.0	128.8
		Resto	100	94.6	90.2	86.6	91.9	94.8	104.6	114.9	122.7
Piscina	Sí	Madrid	100	97.2	95.1	95.8	100.0	101.6	110.3	116.2	115.2
		Resto	100	98.0	95.6	94.8	99.1	101.2	111.7	122.5	125.2
	No	Madrid	100	96.6	93.7	93.7	99.1	104.1	116.3	125.6	128.3
		Resto	100	95.1	90.6	88.2	93.4	96.3	107.1	117.4	123.5
Trastero	Sí	Madrid	100	97.1	94.5	94.3	100.1	101.1	111.4	117.0	117.7
		Resto	100	97.4	95.2	92.7	97.7	100.2	109.7	122.1	126.9

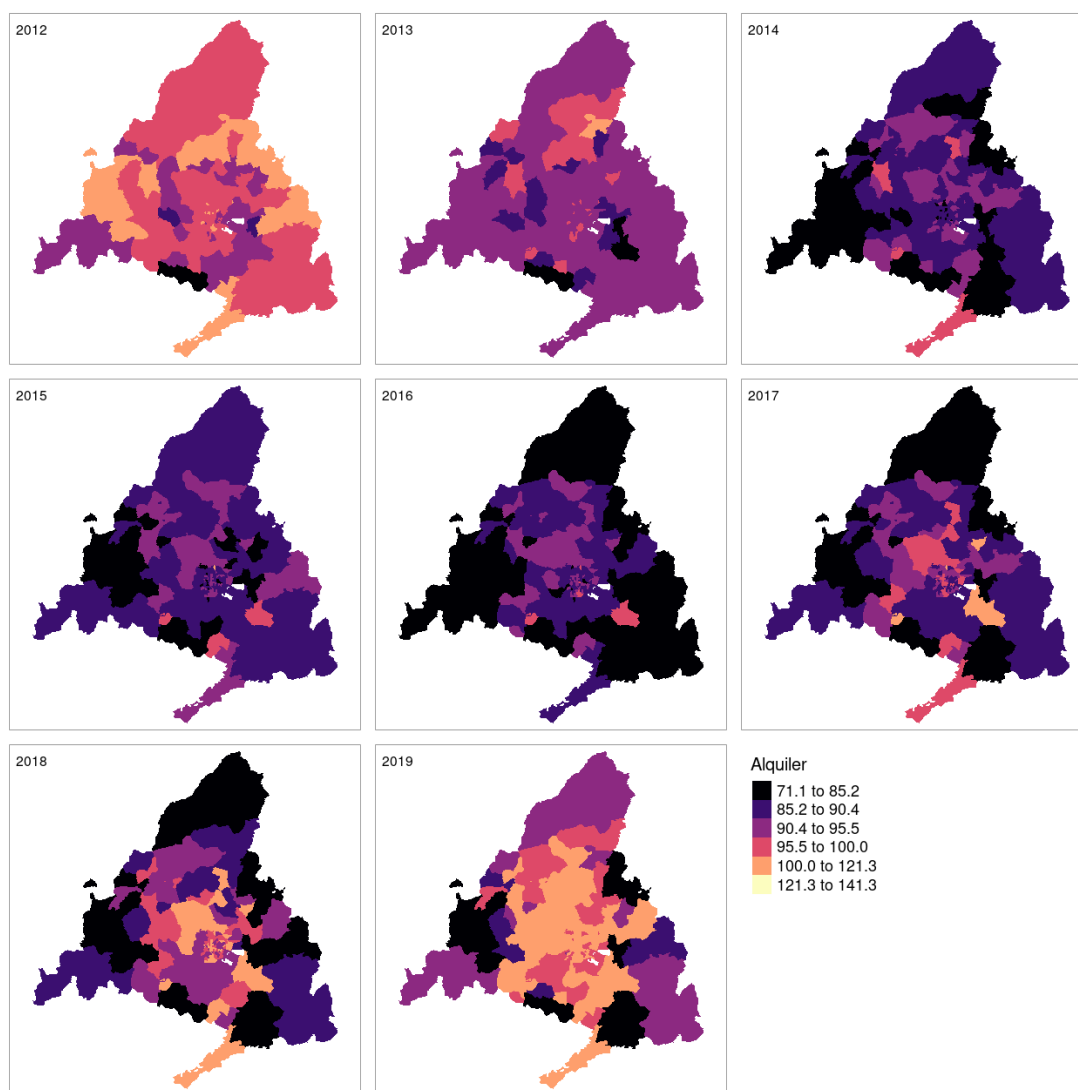
Fuente: elaboración propia

En relación al aparcamiento, los índices para viviendas sin garaje mostraban valores de 93,8 y 90,3 en Madrid y el resto de la región respectivamente, y de 93,8 y 94,3 cuando disponían de él. En cuanto a la piscina, se desprendía una diferencia más marcada entre viviendas con piscina (95,1 en Madrid y 95,6 en el resto) y sin ella (93,7 y 90,2). La situación para el trastero resulta equivalente, siendo de 93,7 y 90,6 en viviendas sin trastero y de 94,5 y 95,2 en viviendas con trastero, en la ciudad de Madrid y el resto de la provincia, respectivamente.

### 8.3.3.3 Análisis geográfico de las series

La evolución de los precios se muestra desigual a lo largo de la geografía de la Comunidad de Madrid, observándose de forma general como la zona central y más poblada es la primera en mostrar caídas de precios (Figura 8.22), y también es la primera zonas que muestra síntomas de recuperación. Por contra, las zonas periféricas y de tipo rural muestran una recuperación más lenta, presentando valores en 2019 inferiores a los del año base (2011).

**Figura 8.22.** Evolución del precio de mercado, todas las zonas

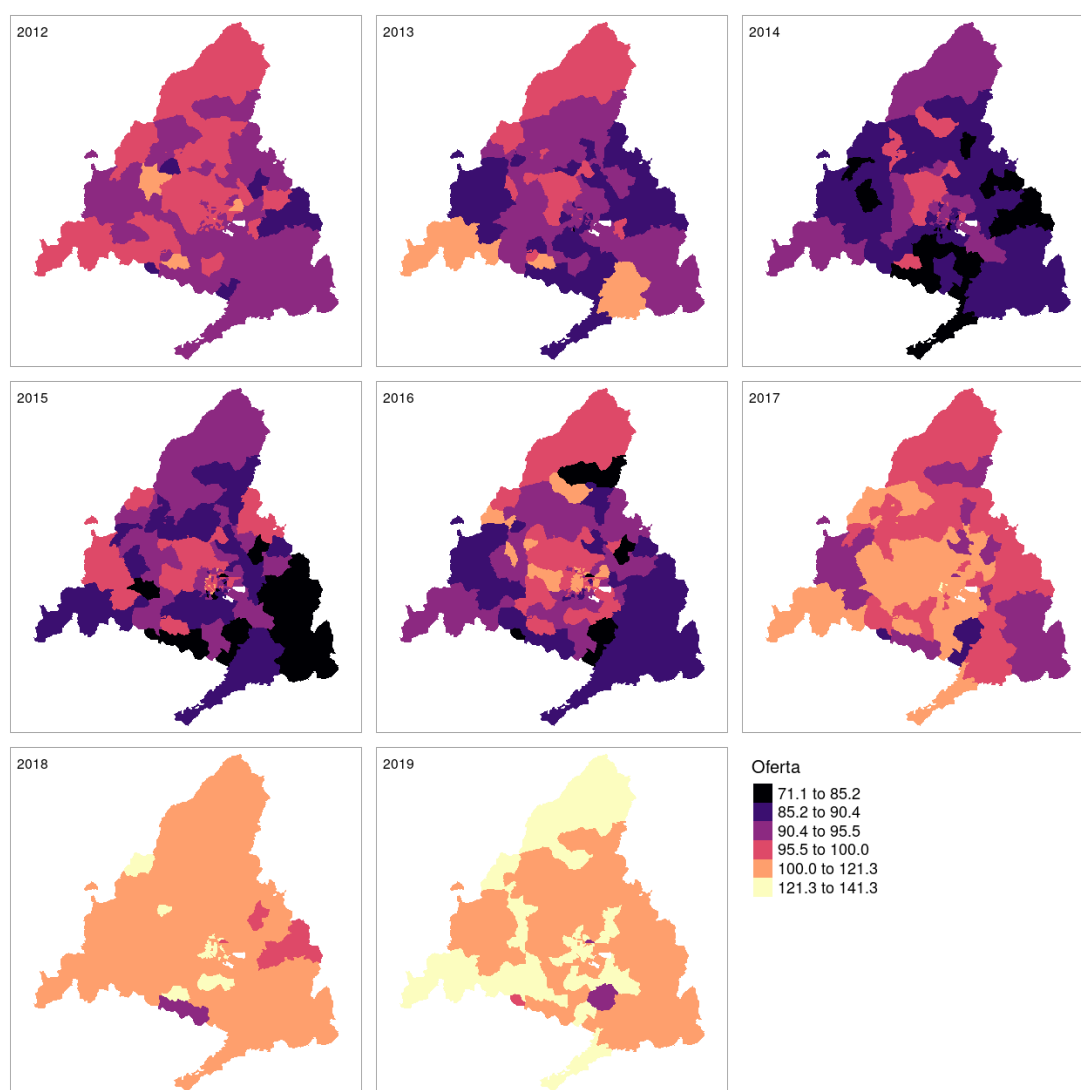


*Fuente:* elaboración propia.

De forma análoga, los precios de oferta muestran comportamiento similares a los de alquiler en el tiempo, como se ve en la Figura 8.23. Existen discrepancias, tales como que las zonas norte y oeste (sierra) experimentan caídas en oferta de menor intensidad que las observadas en los precios del alquiler. También se

observa dichas zonas, como junto con los barrios de Madrid, son las primeras en recuperarse. Esto es debido a que al ser en gran medida zonas de segundas residencias no estarían sujetas a las mismas dinámicas que las zonas urbanas (menor interés de los propietarios en alquilarlos a menor precio). Por otra parte, se muestra también que la oferta actúa como un indicador adelantado del precio del mercado (aunque con escalas de valores ligeramente diferentes).

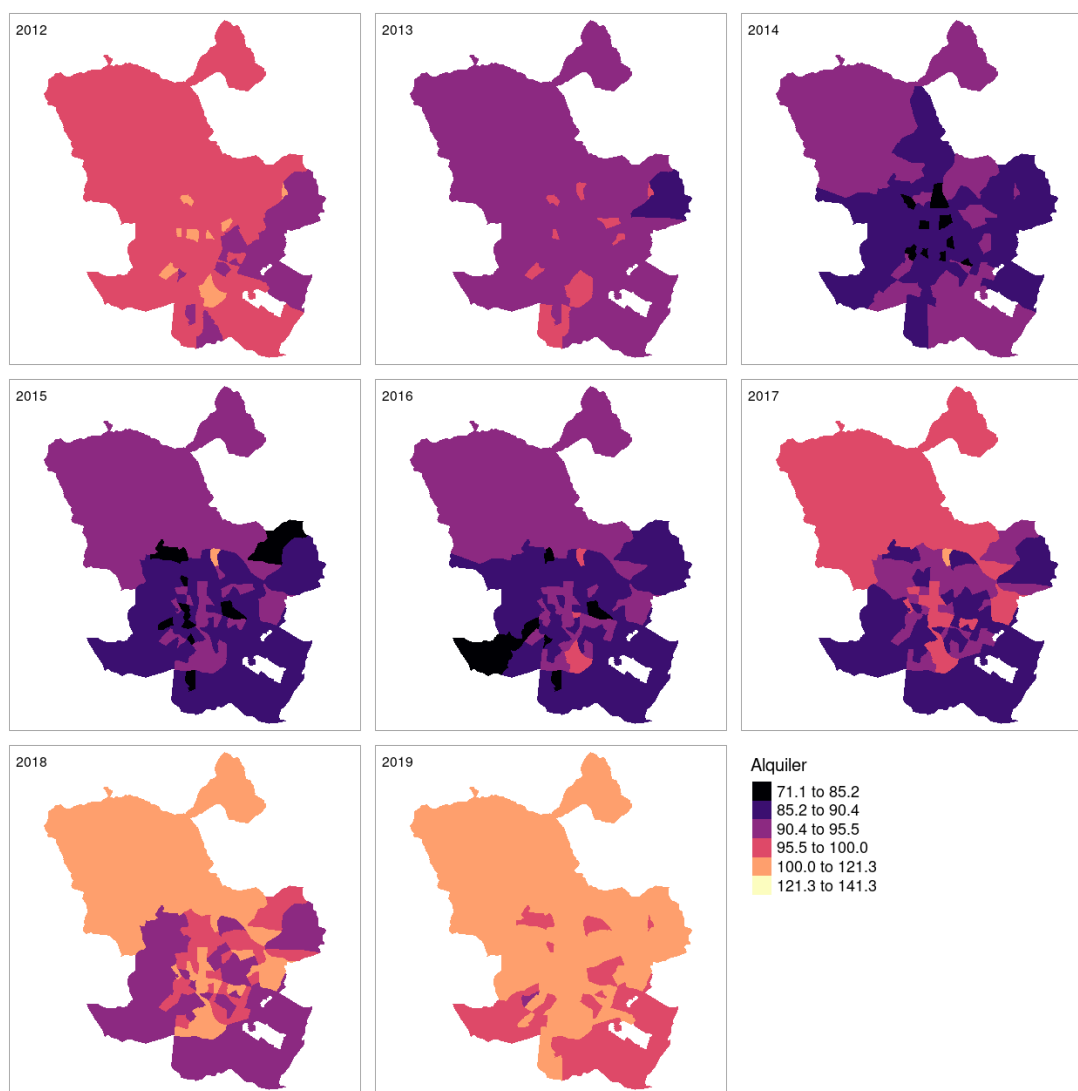
**Figura 8.23.** Evolución del precio de oferta, todas las zonas



*Fuente:* elaboración propia.

La capital es la primera zona en recuperarse y de las últimas en depreciarse, al ser zonas de muy alta demanda (independientemente del ciclo económico). Por contra, son aquellas zonas con menor poder adquisitivo las que tardan más tiempo en recuperarse.

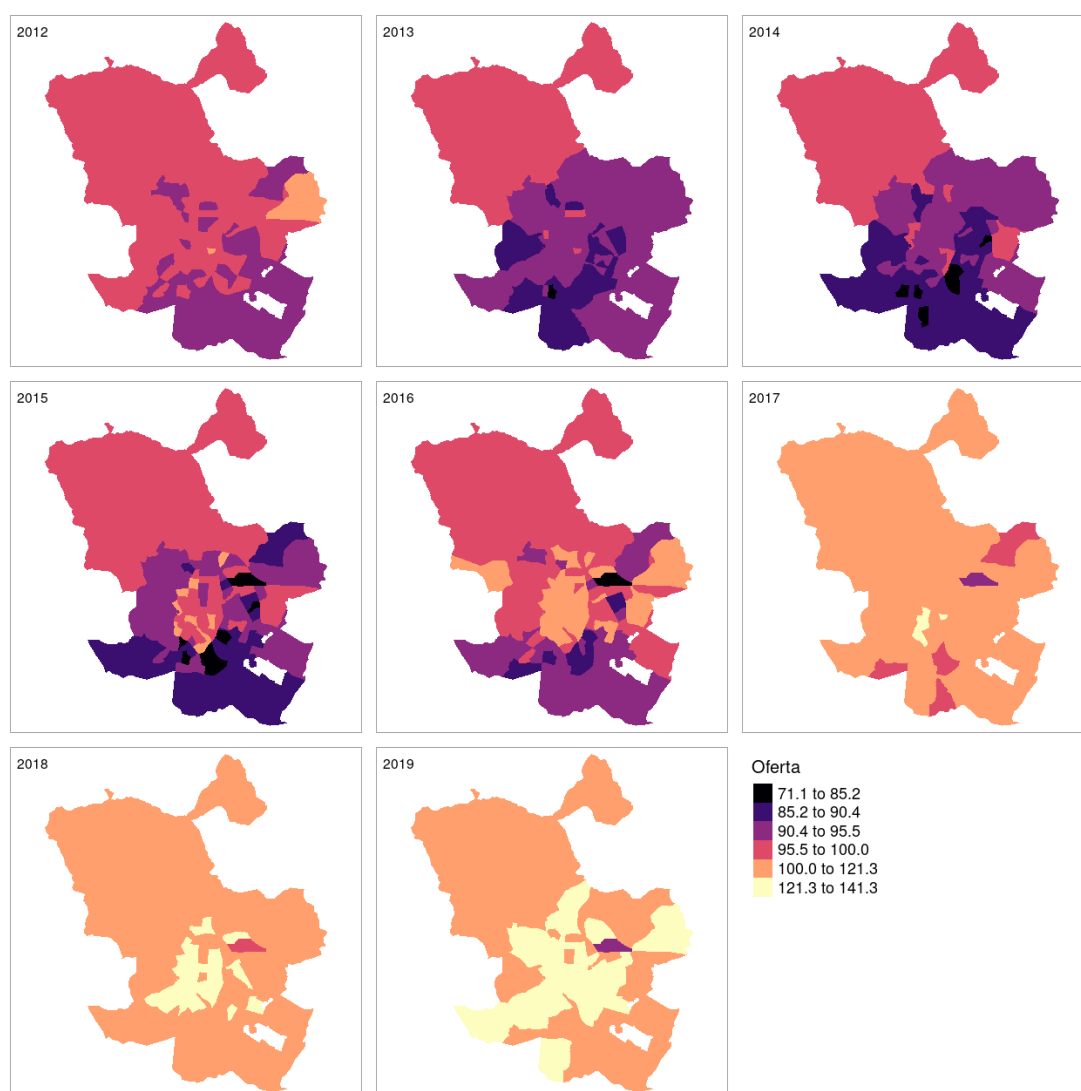
**Figura 8.24.** Evolución del precio de mercado, Madrid



*Fuente:* elaboración propia.

Como se apreciaba en toda la Comunidad, el precio de oferta en la ciudad (Figura 8.22), actúa como indicador adelantado del precio del alquiler (Figura 8.23), principalmente en el proceso de recuperación de precios, siendo la zona sur y este las zonas con una recuperación más lenta. Al igual que en el resto de la provincia, las zonas de mayor demanda (centro de la ciudad y eje del Paseo de la Castellana) son las que lideran la senda de recuperación de los precios.



**Figura 8.25.** Evolución del precio de oferta, Madrid

*Fuente:* elaboración propia.

Para desarrollar un análisis geográfico en mayor profundidad, se eligen una serie de municipios que representen distintas categorías de zona. Se segmenta por tipo de área y nivel de ingresos<sup>10</sup>, que para el caso de Madrid capital son tres barrios<sup>11</sup>:

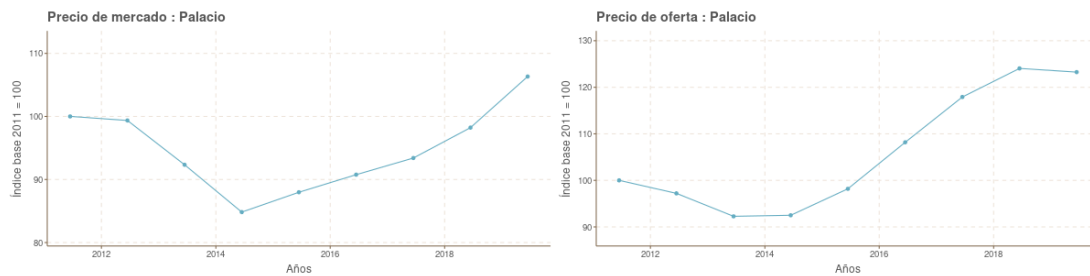
- Zona centro y turística: barrio Palacio.
- Zona residencial de alto poder adquisitivo, barrio de Vallehermoso.
- Zona residencial de medio-bajo poder adquisitivo, barrio de Orcasur-San Fermín.

<sup>10</sup>Se toman como referencia los indicadores de renta a barrios del municipio de Madrid, véase (Ayuntamiento de Madrid, 2022).

<sup>11</sup>Se han tomado los barrios de Palacio, Vallehermoso y Orcasur-San Fermín por ser zonas que representan diferentes submercados y cuentan con una alta representación, en número de inmuebles en la muestra.

Para el caso del barrio de Palacio (Figura 8.26), se observa que el índice generado es sensible a la composición muestral, y en el caso de 2014 muestra un cambio de tendencia abrupto. Sin embargo, también se aprecia que la recuperación comienza entre el año 2014 y 2015, iniciada un año antes desde la oferta. Además, la caída de precios es moderadamente gradual hasta 2014, cuando se invierte la tendencia hasta un nuevo punto de inflexión en el año 2018.

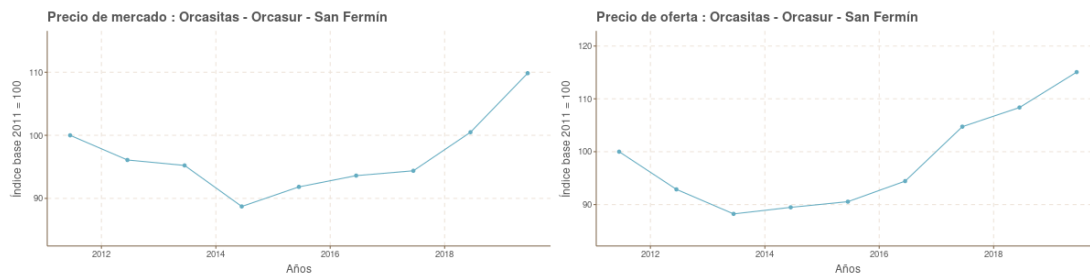
**Figura 8.26.** Índice en zona de turística (Madrid): Palacio



*Fuente:* elaboración propia.

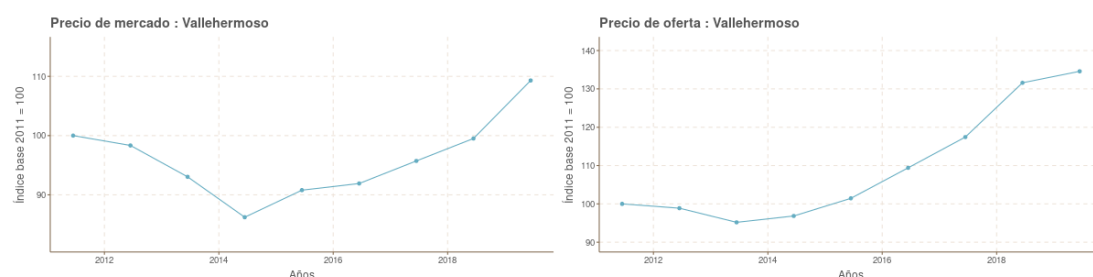
En el caso del barrio de Orcasitas (Figura 8.27), los precios tienen una respuesta más lenta que el caso del centro, principalmente, por tener un nivel de demanda bajo, que se traduce en un crecimiento de precios en oferta más lento.

**Figura 8.27.** Índice en zona de ingresos medios-bajos (Madrid): Orcasur-San Fermín



*Fuente:* elaboración propia.

En el caso del barrio de Vallehermoso, no muestra ninguna caída abrupta de precios y la recuperación es similar a la que se ven en Palacio, véase la Figura 8.28. Se aprecia, también, el fenómeno de estancamiento de precios a partir de 2018.

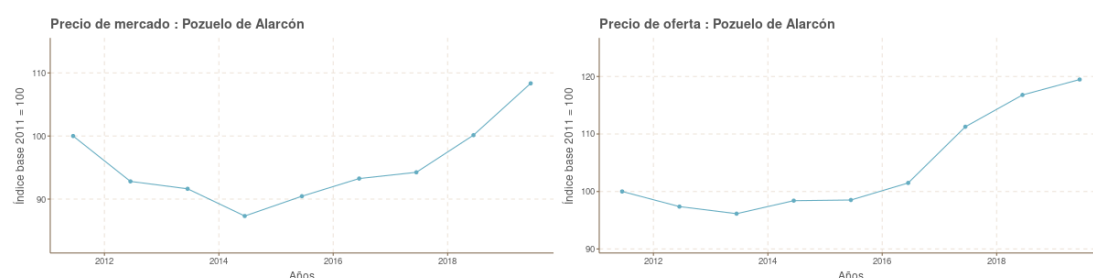
**Figura 8.28.** Índice en zona de ingresos altos (Madrid): Vallehermoso

*Fuente:* elaboración propia.

En el área metropolitana y zonas periféricas de la Comunidad de Madrid, se toman las siguientes tres zonas<sup>12</sup>:

- Municipio en zona metropolitana de altos ingresos: Pozuelo de Alarcón.
- Municipio en zona metropolitana de medios-bajos ingresos: Fuenlabrada.
- Municipio en zona rural: Área Sierra Norte.

En general, todas los municipios de la Comunidad ofrecen comportamientos en alquiler más moderados que en la ciudad. En el caso de Pozuelo, tras una caída de precios inicial, muestra un comportamiento plano hasta el año 2016, que se invierte en 2018 (Figura 8.29).

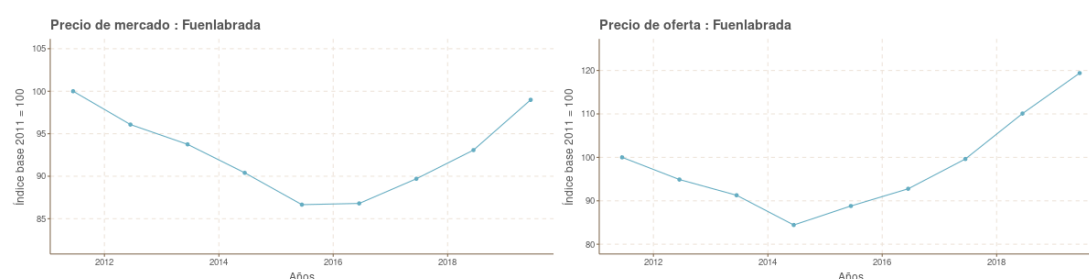
**Figura 8.29.** Índice en municipio de ingresos altos: Pozuelo de Alarcón

*Fuente:* elaboración propia.

Fuenlabrada, en cambio, como se puede ver en la Figura 8.30, sigue una caída progresiva hasta el año 2015, con una recuperación a partir del año 2016. En esta localidad, la transferencia de los precios de oferta al alquiler es más lenta que en Pozuelo, porque sus precios comienzan a crecer más tarde que en dicha localidad.

<sup>12</sup>Se han tomado los municipios de Pozuelo de Alarcón, Fuenlabrada y Área Sierra Norte representativas de los tres segmentos de mercado de estudio, y cuentan un número suficiente de muestra.

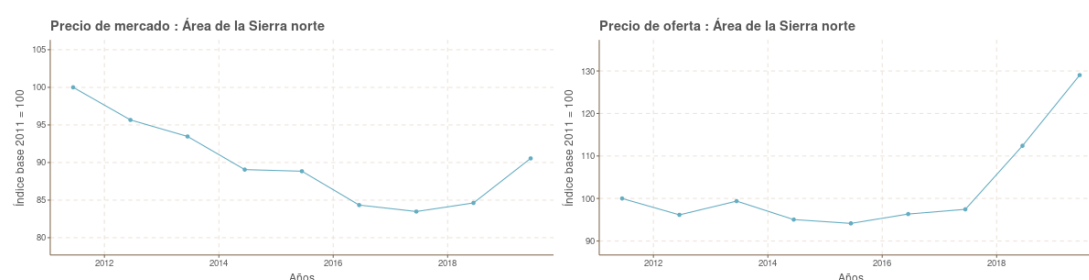
**Figura 8.30.** Índices generales por municipio, ingresos medios-bajos: Fuelabrada



*Fuente:* elaboración propia.

Por otra parte, la Zona Norte (Figura 8.31) no muestra un comportamiento tan extremo como las zonas metropolitanas. Se observa un retraso en la entrada de las fases crecientes de los precios de oferta y de alquiler que en los dos casos anteriores, motivado por el menor dinamismo inmobiliario de la zona.

**Figura 8.31.** Índices en municipio de tipo rural: Área Sierra Norte

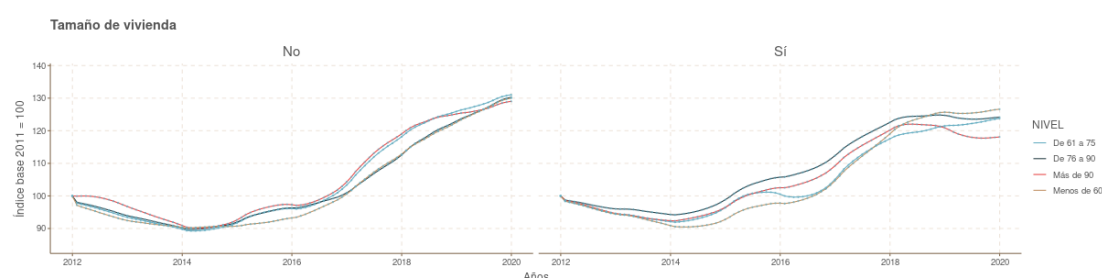


*Fuente:* elaboración propia.

### 8.3.3.4 Análisis de las series mensuales

A continuación se muestran varias de las series con frecuencia mensual. Los desgloses por rangos de superficie muestran las mismas características de tendencia que las series originales, como vemos en la Figura 8.32, para el caso de la evolución del precio de oferta.

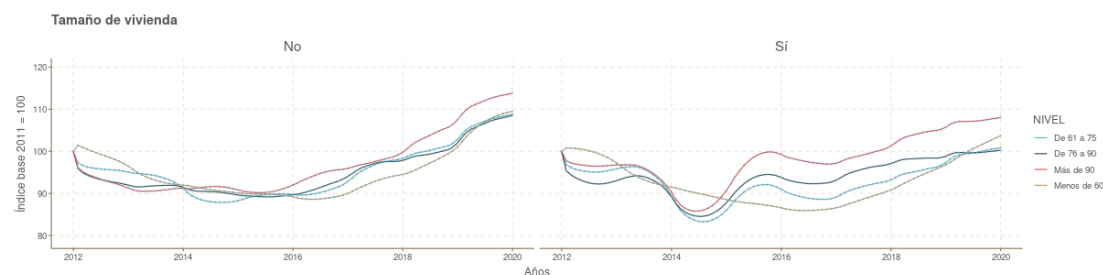
**Figura 8.32.** Índice de precio mensual de oferta desglosado por superficie útiles



*Fuente:* elaboración propia.

Los métodos de desagregación seleccionados tienen dificultad a la hora de generar series cuando el cambio interanual es importante, situación que se acentúa en el caso de las series de alquiler. Si las diferencias entre los años contiguos son menores, la aparición de discontinuidades en las curvas es menor, como se observa en la Figura 8.33.

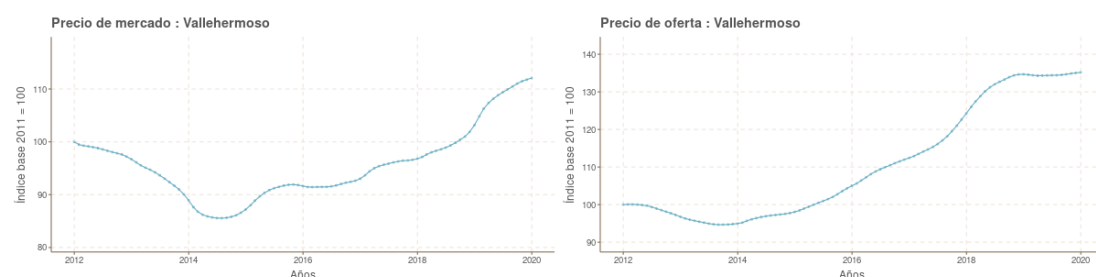
**Figura 8.33.** Índice de precio mensual de alquiler desglosado por superficie útiles



*Fuente:* elaboración propia.

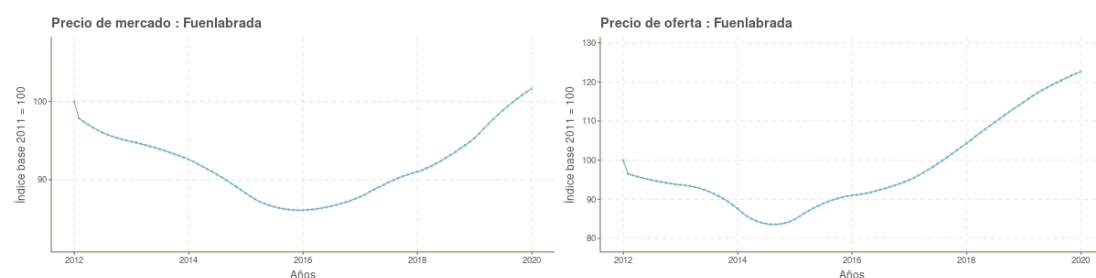
A continuación se muestran los desgloses geográficos analizados con frecuencia mensual, en las Figuras 8.34, 8.35 y 8.36. Se observa que el método de desagregación utilizado influye en la suavidad de las series generadas.

**Figura 8.34.** Índice mensual de alquiler, zona ingresos altos en Madrid: Vallehermoso



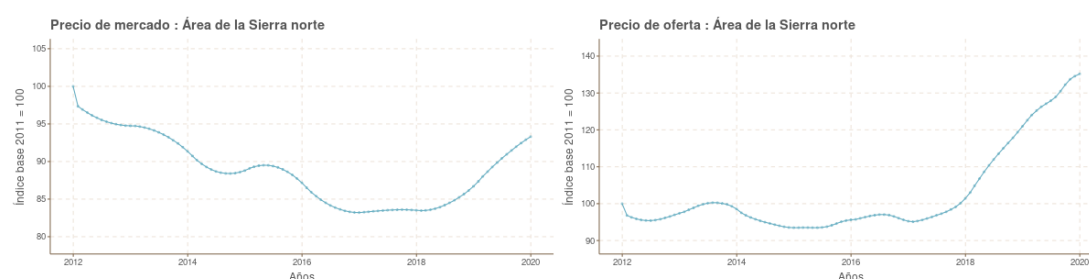
*Fuente:* elaboración propia.

**Figura 8.35.** Índice de alquiler mensual por municipio, ingresos medios-bajos: Fuenlabrada



*Fuente:* elaboración propia.

**Figura 8.36.** Índice de alquiler mensual en municipio rural: Área Sierra Norte



*Fuente:* elaboración propia.

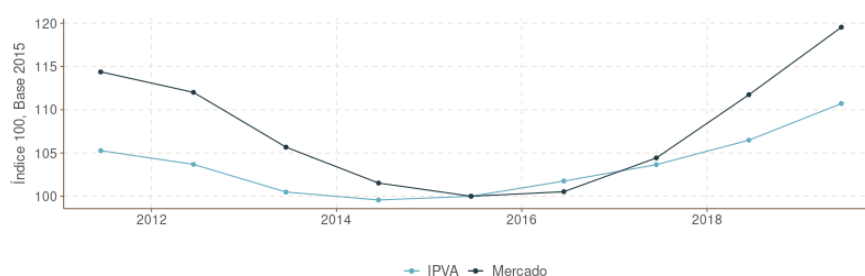
### 8.3.4 Comparativa con el IPVA

A continuación, se compara el IPVA del INE y los índices construidos a través de nuestra metodología. Es necesario advertir que aunque las magnitudes sobre las que se construyen son muy parecidas, existen diferencias entre ambos métodos:

- El IPV utiliza el precio registrado por el MITMA, que incluye solo rentas declaradas en el modelo 100, mientras que nuestro índice también incluye otro tipo de rentas, como las rentas sociales. Además el IPV exige que la muestra exista en el año en curso y en el anterior.
- El IPV utiliza un índice de Laspeyres encadenado y el nuestro es un índice de Fisher.
- Las cantidades usadas en el IPVA es un factor proporcional al gasto en euros del estrato, y el índice de mercado usa los metros cuadrados útiles del estrato. Además el IPV fija las cantidades para dos periodos.
- Aunque esta cuestión no debería ser fuente de grandes diferencias, los precios utilizados por el IPVA son en euros/metro cuadrado construido y nuestro índice en euros/metro cuadrado útil.

El IPVA muestra, en la Figura 8.37, cierto adelanto con respecto al índice de mercado, además de una mayor divergencia en el primer y último año de la serie.

**Figura 8.37.** Comparativa índice de mercado e IPVA



*Fuente:* elaboración propia.

En la Tabla 8.14 se observa en los años más alejados de la base, los valores son mayores.

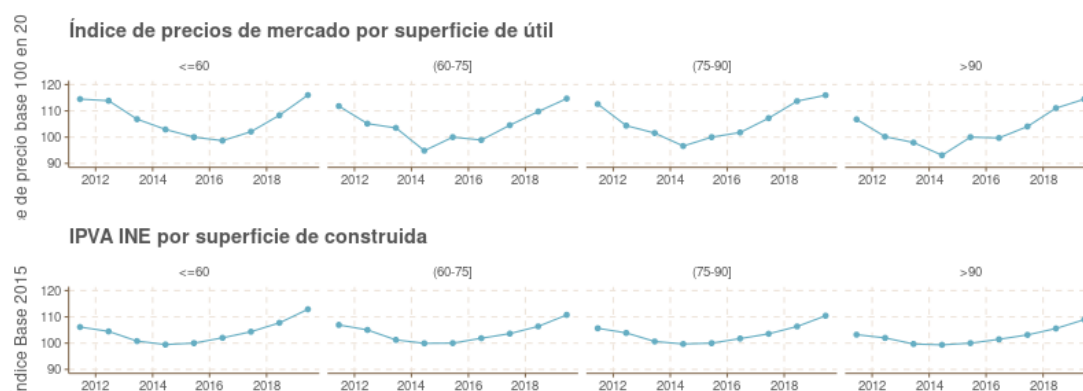
**Tabla 8.14.** Comparativa entre IPVA e Índice de Mercado

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
IPVA	105,3	103,7	100,5	99,6	100,0	101,8	103,7	106,5	110,7
Índice de Mercado	114,4	112,0	105,7	101,5	100,0	100,5	104,4	111,7	119,5
Diferencia	-9,1	-8,3	-5,2	-2,0	0,0	1,2	-0,8	-5,2	-8,8

Fuente: elaboración propia

En la Figura 8.38 se compara el índice desglosado por unidad de superficie para 4 rangos de precios<sup>13</sup>, observándose como en términos de tendencia los dos índices muestran un comportamiento similar, aunque con un rango de variación más amplio en el caso de nuestro índice, sobre todo en el año 2015. En el caso de los inmuebles menores a 60 m<sup>2</sup>, el IPVA muestra una tendencia creciente a partir del año 2015, mientras que en el índice de alquiler esto sucede a partir del 2017, producto de las diferencias en la composición muestral de las series.

**Figura 8.38.** Comparativa índice de mercado por superficie útil e IPVA por superficie construida

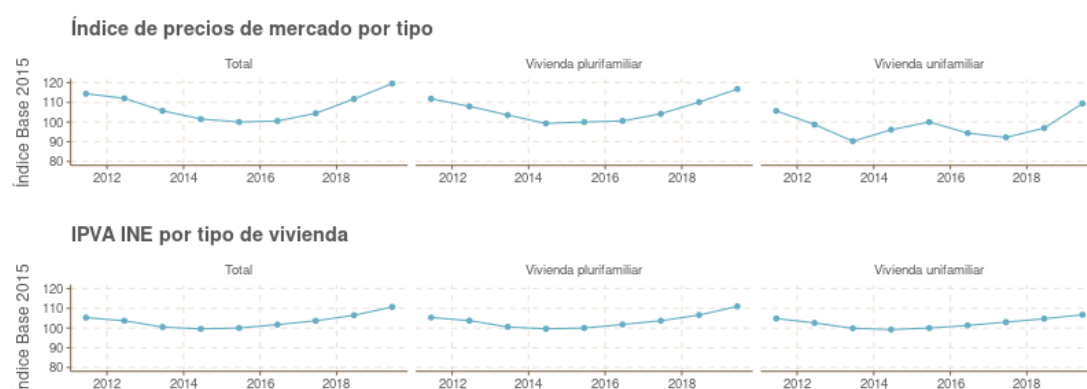


Fuente: elaboración propia.

Para el desglose por tipo de vivienda (Figura 8.39), se aprecia como existe un adelanto de los incrementos en los precios en el IPVA, con respecto a nuestro índice. Se puede atribuir al efecto de la vivienda unifamiliar, el cual muestra un comportamiento casi plano (y con alguna irregularidad en 2013) entre 2013 y 2016; en cambio el IPVA muestra un ligero crecimiento a partir del año 2014, de nuevo, motivado por las diferencias de la composición de la muestra en cada caso.

<sup>13</sup>Para el caso del IPV se ha creado la categoría ">90" como una media ponderada de los 3 rangos originales "(90-120)", "(121-150)" y ">150".

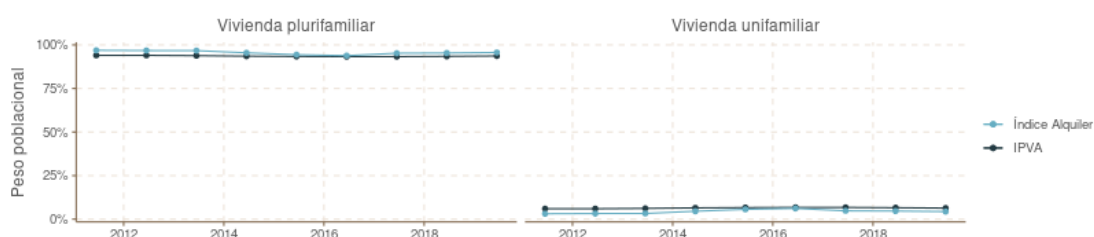
**Figura 8.39.** Comparativa índice de mercado por superficie útil e IPVA por tipo



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 8.40, se observa que los pesos utilizados en ambas muestras son prácticamente coincidentes, como ambas proceden de la EPF, confirmaría la coherencia del proceso de calibración de poblaciones.

**Figura 8.40.** Evolución pesos del índice



Fuente: elaboración propia.

### 8.3.5 Capacidad predictiva del índice

Para evaluar la capacidad predictiva de los índices se plantea un modelo simple de proyección (*forecasting*) del precio del alquiler, basado en un modelo autorregresivo de orden 1 (véase Hyndman y Athanasopoulos (2018)). Puesto que se cuenta con dos series de precios, se decide compararlo con una aproximación multivariante. La muestra se compone de las series de variaciones para los años 2012 a 2019, y debido al reducido número de datos de las series, se utilizará una estrategia de remuestreo para estimar la precisión del modelo<sup>14</sup>. Esta aproximación asume el supuesto, ampliamente contrastado, de que existe inercia en los procesos de ajuste de los precios inmobiliarios, y que se refleja en la de los

<sup>14</sup>La estrategia de remuestreo, similar a la validación cruzada con K mezclas, se basa en realizar la validación 7 veces, cada una de ellas utiliza un año diferente como variable objetivo. Por tanto el primer muestreo usa el 2012 para validación y el resto de años (6) para modelar, en el segundo dejaría fuera el 2013, y así sucesivamente.



retornos<sup>15</sup> (Hwang y Quigley, 2010).

Debido el potencial predictivo de la serie de oferta se desarrollará un modelo autorregresivo con variables exógenas de tipo ARX(1,0)<sup>16</sup>, siendo la variable endógena las diferencias del índice de alquiler, y la exógena las diferencias de la oferta. Formalmente, el modelo se especifica según la siguiente expresión:

$$Y_t^a = \alpha + \beta \cdot Y_{t-1}^a + \lambda \cdot X_{t-1}^o + \gamma \cdot X_t^o + \varepsilon_t \quad [8.9]$$

donde  $Y_t^a$  representa el vector de diferencias aritméticas del índice de alquiler  $\Delta I_{e=s,t}^a$  para el estrato  $s$  entre los periodos  $t$  y  $t-1$ , y calculadas como:  $I_{e=s,t}^a - I_{e=s,t-1}^a$ .  $X_t^o$  es el vector equivalente para las series de oferta, y  $\varepsilon_t$  el término de error aleatorio. Los vectores  $X^o$  e  $Y^a$  tienen dimensión  $[1, 6 \times 244]$ , para el caso en el que la muestra se corresponde a los años 2013 a 2018 y la validación a 2019, definiéndose analíticamente como:

$$\begin{bmatrix} \Delta I_{e=1,2013}^a \\ \dots \\ \Delta I_{e=1,2018}^a \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2013}^a \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2018}^a \end{bmatrix} = \alpha + \beta \begin{bmatrix} \Delta I_{e=1,2012}^a \\ \dots \\ \Delta I_{e=1,2017}^a \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2012}^a \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2017}^a \end{bmatrix} + \lambda \begin{bmatrix} \Delta I_{e=1,2012}^o \\ \dots \\ \Delta I_{e=1,2017}^o \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2012}^o \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2017}^o \end{bmatrix} + \gamma \begin{bmatrix} \Delta I_{e=1,2013}^o \\ \dots \\ \Delta I_{e=1,2018}^o \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2013}^o \\ \dots \\ \Delta I_{e=244,2018}^o \end{bmatrix} + \varepsilon_t \quad [8.10]$$

De forma equivalente, se construye un modelo autorregresivo AR(1) para evaluar el beneficio de utilizar la información de oferta:

$$Y_t^a = \alpha + \beta Y_{t-1}^a + \varepsilon_t \quad [8.11]$$

Es importante aclarar que los modelos autorregresivos requieren la estacionariedad<sup>17</sup> de las series. En este caso particular, al trabajar con series muy cortas, la capacidad predictiva de las pruebas habituales de detección de estacionariedad en series temporales está significativamente limitada. Según Schwert (1989)

<sup>15</sup> Los retornos inmobiliarios se refieren a los rendimientos financieros de una propiedad, como por ejemplo, el rendimiento bruto del alquiler, calculado como los ingresos anuales del alquiler divididos por el precio total del inmueble.

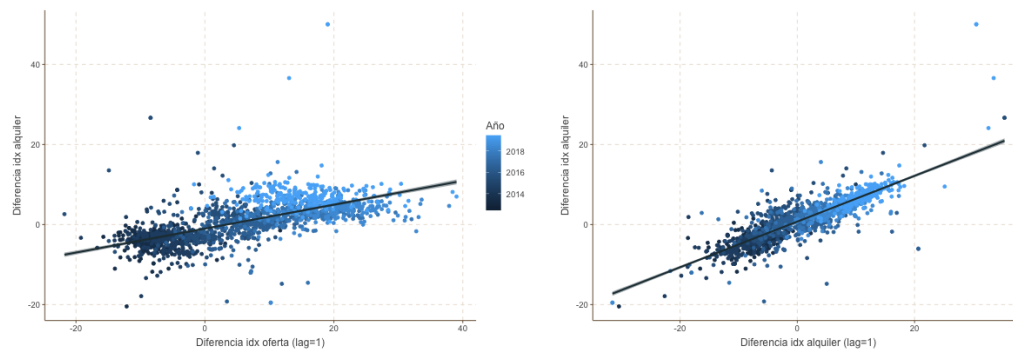
<sup>16</sup> Un modelo ARX es un tipo de modelo autorregresivo lineal con variables exógenas, de uso común en la proyección de series temporales. Se basa en capturar la relación de la variable dependiente en un periodo con datos de periodos anteriores, junto con el aporte de otras variables exógenas independientes, para más información véase Box et al. (2016) o Chen y Tsay (1993).

<sup>17</sup> Una serie temporal es estacionaria cuando la media y la desviación típica son constantes en el tiempo, esta condición es necesaria para el desarrollo de ciertos modelos de proyección de series.

y DeJong *et al.* (1992), la potencia de las pruebas de raíz unitaria, como la de Dickey-Fuller, es baja en muestras pequeñas. Particularmente, Schwert menciona que la potencia de esta prueba tiende a ofrecer una escasa confianza cuando el tamaño de la muestra es menor a 50 observaciones.

A pesar de la incapacidad para testar la estacionariedad, se evalúan la correlación  $\rho$  entre las variables, obteniendo respectivamente:  $\rho(\Delta I_t^a, \Delta I_{t-1}^a) = 0,88$ ,  $\rho(\Delta I_t^a, \Delta I_{t-1}^o) = 0,73$  y  $\rho(\Delta I_t^a, \Delta I_t^o) = 0,64$ . De forma gráfica se puede confirmar la fortaleza de la correlación (Figura 8.41).

**Figura 8.41.** Relación diferencias de alquiler y oferta



*Fuente:* elaboración propia.

La Tabla 8.15 muestra una comparativa entre los dos modelos en términos de ajuste en  $R^2$  y en errores medios absolutos y porcentuales, en general y desglosados por ámbitos geográficos. Los dos modelos tienen un alto  $R^2$ , ligeramente menor al 80%, que es sensiblemente mayor en el modelo ARX(1,0). En términos de error no hay grandes diferencias tampoco, aunque se observa que aunque el comportamiento general es mejor en el ARX(1,0), cuando se desglosa por zona se obtiene un mejor rendimiento en el modelo autorregresivo AR(1), lo que se puede atribuir a efectos de composición.

**Tabla 8.15.** Comparativa de modelos de forecasting de índices

Ámbito geográfico	AR(1)			ARX(1,0)		
	R2	MAE	MAPE	R2	MAE	MAPE
Madrid		1,589	38,20%		1,638	39,38%
Resto	78,09%	1,952	57,14%	78,89%	1,974	57,78%
Todas		1,078	31,55%		0,971	28,43%

*Fuente:* elaboración propia

Este modelo corrobora la adecuación de las series temporales para ser aplicadas

en un estudio que proyecte las variaciones futuras en el mercado inmobiliario. No obstante, el análisis podría extenderse hacia una perspectiva econométrica más exhaustiva, incorporando elementos asociados al comportamiento a largo plazo, como las transformaciones demográficas, las variaciones en los ingresos, los factores macroeconómicos y las tasas de interés<sup>18</sup>, ajustándose a las particularidades de cada municipio. Este enfoque ha sido llevado a cabo por Taltavull<sup>19</sup> en un estudio que abarcó 275 municipios españoles con una población superior a 25.000 habitantes .

En el presente capítulo, se ha desarrollado un análisis exhaustivo de los índices de precios construidos, que ha permitido confirmar su calidad desde una perspectiva estructural y de mercado. Dicha verificación ha tomado en consideración su coherencia con índices de naturaleza similar, como el IPV desarrollado por el INE. Además, el modelo propuesto ofrece una herramienta de análisis dual sobre el mercado inmobiliario, al permitir evaluar simultáneamente los comportamientos temporales de oferta y alquiler, fundamental no solamente para el estudio de la evolución de dichos comportamientos, sino también, para la identificación de los factores subyacentes.

El estudio del aspecto geográfico revela diferencias notables en el comportamiento de los precios según la zona. Considerando los resultados obtenidos, se observa que las áreas densamente pobladas y urbanas de mayor nivel adquisitivo, y las viviendas con características constructivas y de instalaciones más apreciadas por los consumidores experimentaron un crecimiento más pronunciado en los precios de la vivienda, especialmente en el caso de la capital. Estos hallazgos parecen confirmar que las áreas más pobladas y urbanas de lujo de la Comunidad de Madrid han experimentado un comportamiento superior comparado con las áreas rurales y menos exclusivas, al menos en términos de recuperación de los precios de la vivienda. Lo cual confirma la hipótesis de que las áreas de alta demanda, muestran una recuperación rápida de los precios, mientras que en zonas con menor dinamismo inmobiliario, la recuperación es más lenta.

Por último, también se desprende de los resultados obtenidos el potencial de las series de números índice producidas para proyectar los comportamientos futuros, en el corto plazo, del mercado inmobiliario.

---

<sup>18</sup>Case y Shiller (2003); Ambrose *et al.* (2013); Hwang y Quigley (2010)

<sup>19</sup>-La Paz *et al.* (2021)



# Anexo I. Conjunto de resultados

A continuación se indican una serie de recursos en Internet donde se pueden consultar los resultados del presente trabajo:

- Conjuntos de datos y gráficas de los índices de accesibilidad (capítulo 4):  
<https://github.com/davidreyblanco/accessibility>
- Gráficas de zonas antes y después del modelo hedónico final (capítulo 6):  
<https://github.com/davidreyblanco/idx/tree/master/hedonic-final/unbias>
- Gráficas detalladas de zonas antes y después del modelo hedónico final (capítulo 6): <https://github.com/davidreyblanco/idx/tree/master/hedonic-final/unbias-fixed>
- Aplicación interactiva para mostrar los índices de alquiler (capítulo 8):  
<https://priceindexweb-mad-interactive.streamlit.app>

