



Canal de
Isabel II

CUADERNOS DE I+D+I

4

**Microcomponentes y factores
explicativos del consumo doméstico
de agua en la Comunidad de Madrid**





© Canal de Isabel II - 2008

Autores: Francisco Cubillo González, Teresa Moreno Rueda, Silvia Ortega Les
Dirección del Estudio: Francisco Cubillo González
Edición coordinada por: Subdirección de Comunicación y RR.PP.

ISBN: 978-84-933694-9-1

Agradecimientos:

El trabajo que aquí se presenta no hubiese sido posible sin la particular contribución de Antonio Martín, Francisco Arregui y Laura Gascón, por lo que es obligado manifestar un especial agradecimiento.



CUADERNOS DE I+D+I

4

Microcomponentes y factores explicativos
del consumo doméstico de agua
en la Comunidad de Madrid



EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD



Las afirmaciones recogidas en el presente documento reflejan la opinión de los autores y no necesariamente la de Canal de Isabel II.

Tanto Canal de Isabel II como los autores de este documento declinan todo tipo de responsabilidad sobrevenida por cualquier perjuicio que pueda derivarse a cualesquiera instituciones o personas que actúen confiadas en el contenido de este documento, o en las opiniones vertidas por sus autores.



PRESENTACIÓN

Los cuadernos de I+D+I de Canal de Isabel II forman parte de la estrategia de gestión del conocimiento de la empresa y del desarrollo del Plan de Investigación, Desarrollo e Innovación.

Son elemento de difusión de proyectos e iniciativas desarrollados y auspiciados desde Canal de Isabel II para la innovación en las áreas relacionadas con el servicio de agua en el entorno urbano.

Exponen las diferentes problemáticas abordadas en cada proyecto junto con los resultados obtenidos. La intención al difundirlos mediante estas publicaciones, es compartir las experiencias y conocimientos adquiridos con todo el sector de servicios de agua, con la comunidad científica y con cuantos desarrollan labores de investigación e innovación. La publicación de estos cuadernos pretende contribuir a la mejora y eficiencia de la gestión del agua y, en consecuencia, a la calidad del servicio prestado a los ciudadanos.

Además de su publicación en forma impresa, los cuadernos están disponibles en la página web de Canal de Isabel II, en el apartado Publicaciones.

FICHA TÉCNICA

Título del proyecto	Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid
Línea de investigación	Aseguramiento del equilibrio disponibilidades / demandas.
Unidades del Canal de Isabel II implicadas	Subdirección de I+D+I.
Participación externa	Sigma-2 Monedero, Instalaciones y Servicios, S.A. Instituto Tecnológico del Agua.
Objeto y justificación del proyecto	Mejorar el conocimiento sobre el consumo de agua en la Comunidad de Madrid y, en particular, sobre los factores principales de los que el mismo depende, mediante una caracterización de la demanda y la descomposición del consumo doméstico en sus componentes esenciales.
Contribución al estado del arte	El proyecto representa un avance en la caracterización de los usos finales de agua residencial. Es el estudio experimental elaborado y publicado en Europa que ha abordado el tema con mayor profundidad. Además, representa la primera valoración documentada de la influencia de los principales factores explicativos del consumo doméstico de agua.
Resumen del desarrollo del proyecto e hitos relevantes	Selección de muestra y realización de 4.625 encuestas. Selección de submuestra de monitorización. Monitorización continua del consumo de 292 viviendas. Ampliación del estudio con monitorización de 691 viviendas de elevada antigüedad y ocupación. Análisis final de resultados.
Resumen de resultados obtenidos	Las variables que más discriminan el consumo son: la presencia de jardín propio, la ocupación, el equipamiento de la vivienda y el nivel de renta. Caracterización de variaciones estacionales, caudales punta, modulaciones horarias del consumo, influencia del clima y de periodos vacacionales para cada una de las fases del estudio. Distribución de microcomponentes del consumo. Estudio pormenorizado de cada uno de estos usos finales o microcomponentes, incluyendo caudales empleados, modulaciones horarias y mensuales, frecuencia de uso, y tasa de penetración en el caso de electrodomésticos. Cálculo de consumos tanto por habitante como por vivienda y día para cada uno de ellos.
Líneas de investigación abiertas para continuación de los trabajos	Se ha iniciado un proyecto en el que se establece una muestra de control estable y el seguimiento a largo plazo de la misma, con el objeto de identificar los posibles cambios en las pautas y hábitos de consumo doméstico y los usos finales a los que se destina el mismo, estudiando también el rango crítico de la zona inferior de caudales. Está en marcha un proyecto para evaluar alternativas de eficiencia en el uso de agua en jardinería y de potenciales de ahorro en fontanería eficiente y electrodomésticos.

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo que expone el presente documento sobre “Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid”, se ha diseñado para responder a cuestiones concretas sobre el uso que dan las familias madrileñas al agua que se les suministra, y los factores que determinan dicho uso. El estudio se ha elaborado sobre dos pilares distintos pero relacionados: por un lado, la valoración de variables explicativas del consumo doméstico, mediante una serie de encuestas realizadas en la Comunidad de Madrid y, por otro lado, la caracterización de microcomponentes y usos residenciales finales, mediante monitorización en continuo de consumos reales, en una muestra representativa de viviendas.

Objetivos

El objetivo último del trabajo es mejorar el conocimiento de cuantos factores determinan el consumo doméstico, como base para realizar una eficiente gestión del servicio urbano de agua y una ajustada planificación de futuro que incluya, de forma precisa, todas las posibles medidas de gestión de la demanda. Para conseguir este objetivo principal se integraron dos líneas diferentes de actuación.

En primer lugar, el estudio de los factores y pautas que rigen el comportamiento de la demanda y consumo de agua en la Comunidad de Madrid, identificando las variables que en mayor medida influyen en un aumento o disminución de este consumo y sus patrones de variación estacional.

En segundo lugar, la obtención de información precisa y fiable sobre los consumos de agua, en cada tipo de uso, dentro de las viviendas, conociendo su distribución horaria y los diferentes caudales y frecuencia de uso en cada caso. También se han segregado los patrones de consumo de agua en sus componentes esenciales, y determinado la relación con las características más significativas de los usuarios y sus instalaciones y hábitos.

Método

El trabajo se abordó en dos fases de toma de datos y una de análisis y valoración de la información recogida. Las fases de toma de datos tienen lugar entre 2001 y 2003, y a lo largo de 2006.

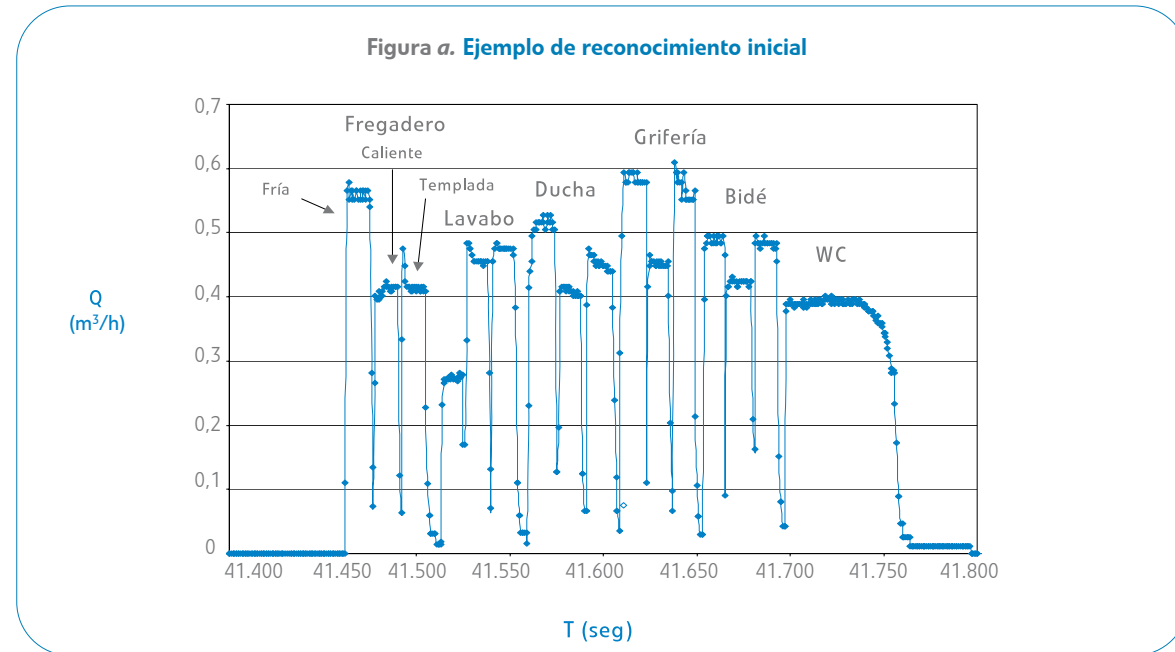
En primer lugar, se realizó una valoración de variables explicativas del consumo doméstico mediante 4.625 encuestas, sobre una muestra de viviendas aleatoria y estratificada, de forma que fuera suficientemente representativa del total de la Comunidad de Madrid. La relación de consumos de agua con las características de cada vivienda y sus integrantes permitió una valoración de las funciones y variables que rigen el consumo anual y estacional.

A continuación, se realizó una monitorización de un conjunto de 292 viviendas principales, seleccionadas a partir de la muestra encuestada por su representatividad y disposición manifiesta a participar en la monitorización. La muestra seleccionada inicialmente para monitorización resultó insuficiente para la caracterización del conjunto de las viviendas de la Comunidad de Madrid, razón por la que se decidió extender la monitorización a una muestra complementaria de 691 viviendas principales, donde se seleccionaron viviendas con características muy concretas: viviendas con una alta ocupación y antigüedad, viviendas con usos interiores y exteriores similares a los previstos en los futuros planeamientos urbanísticos, y zonas ajardinadas vinculadas a viviendas con consumos destinados exclusivamente a riego.

La técnica de monitorización se basó en la instalación de contadores precisos, capaces de transmitir pulsos cada segundo de los consumos realizados. La información de estos pulsos, debidamente tratada y contrastada con una caracterización previa de sus magnitudes y patrones temporales, realizada para cada aparato en cada vivienda, permitió identificar el uso y destino final del agua en cada instante y vivienda.

Con toda la información recogida y depurada se realizaron los análisis y valoraciones de caracterización de las pautas de consumo y los microcomponentes de éstos. También de los usos finales que condujeron a las conclusiones del presente trabajo que se exponen con detalle en el documento completo.

En la Figura a se muestra un ejemplo de caracterización de patrones de distintos usos en una vivienda.



Conclusiones

En primer lugar hay que destacar que cada muestra es representativa de una serie de grupos de variables y característica del consumo doméstico. Ninguna de ellas se corresponde con la totalidad de las viviendas suministradas en el territorio, entre otras razones por ser representativas, exclusivamente, de las de uso principal, presentando valores diferentes entre si, en cuanto a grados de ocupación medios y hábitos de ausencia total de las viviendas. La muestra, un ejemplo de la variación mensual de los días con consumo nulo en algunos de los tipos de viviendas. Esta consideración tiene gran influencia en los valores de consumo global, lo que ha llevado a particularizar, en algunos casos, los resultados para el conjunto de los días monitorizados, y exclusivamente para los días con presencia en la vivienda y el consiguiente consumo. La influencia de los movimientos vacacionales en el consumo es menor en las viviendas unifamiliares, que presentan menor número de días con consumo nulo durante el verano, probablemente debido a una automatización del riego o a una mayor ocupación de las viviendas.

En el análisis de los valores registrados fue relevante la coincidencia de la monitorización de la segunda fase con una sequía severa en la Comunidad de Madrid que obligó a imponer medidas persuasivas de un uso responsable del agua y restrictivas en algunos de los usos, lo que sin duda influyó en los valores consumidos en la muestra.

Se ha realizado una caracterización de la distribución temporal de los consumos exclusivamente domésticos según tipos, con resultados como los mostrados de las Figuras c a la e, y de la distribución de caudales punta instantáneos, como se muestra en la Figura f.

Figura b. Porcentaje de días de consumo nulo para cada tipo de vivienda monitorizada en 2006

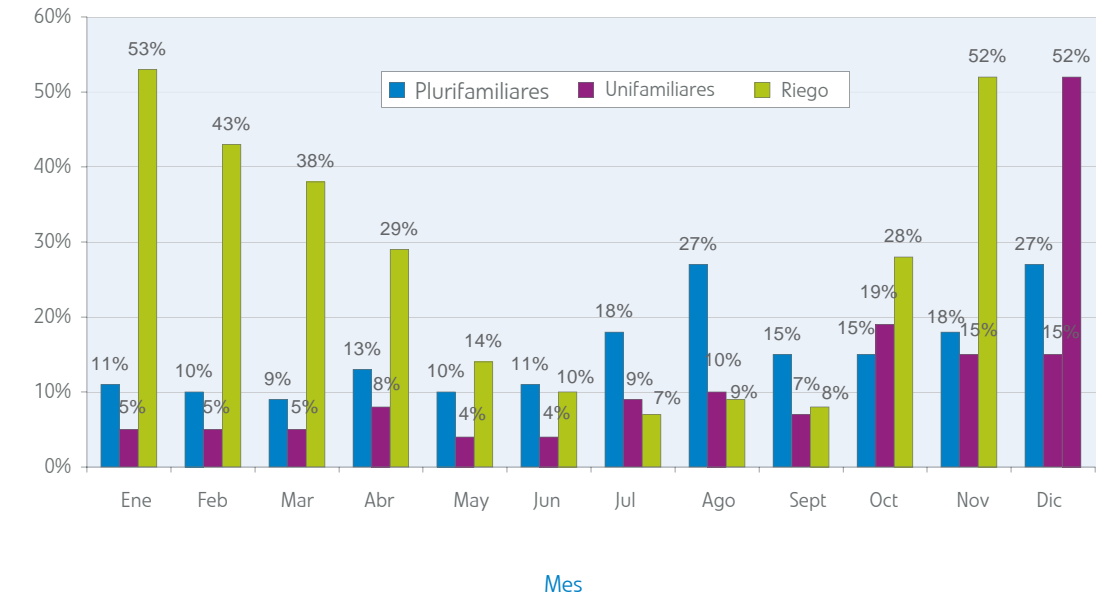


Figura c. Consumo promedio en función del mes teniendo en cuenta sólo los días de consumo en la segunda fase

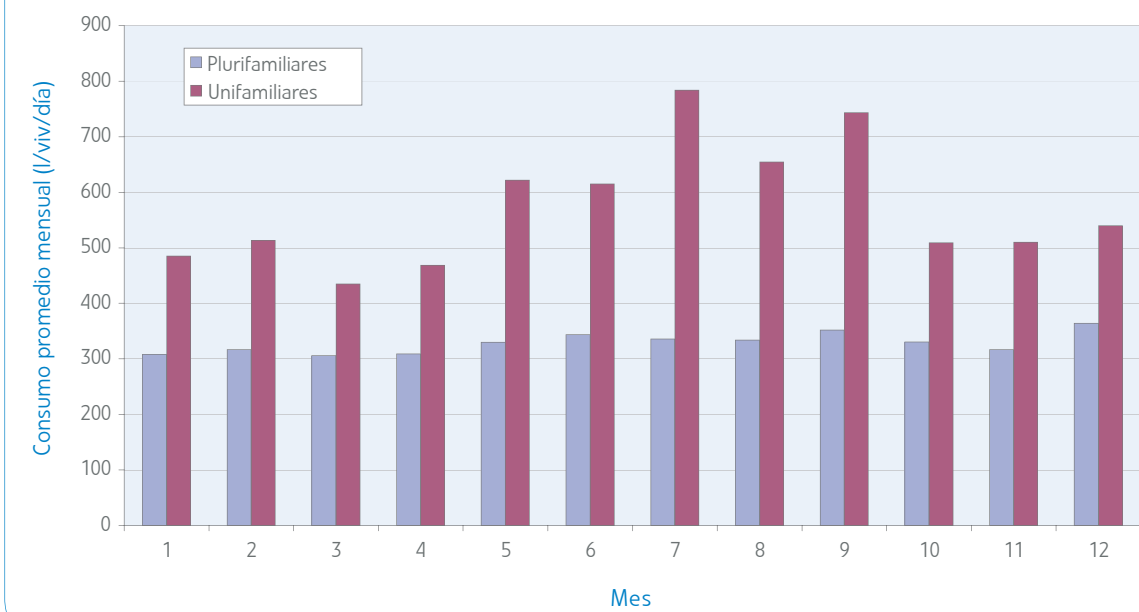


Figura d. Distribución relativa según los días de la semana para cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al total semanal

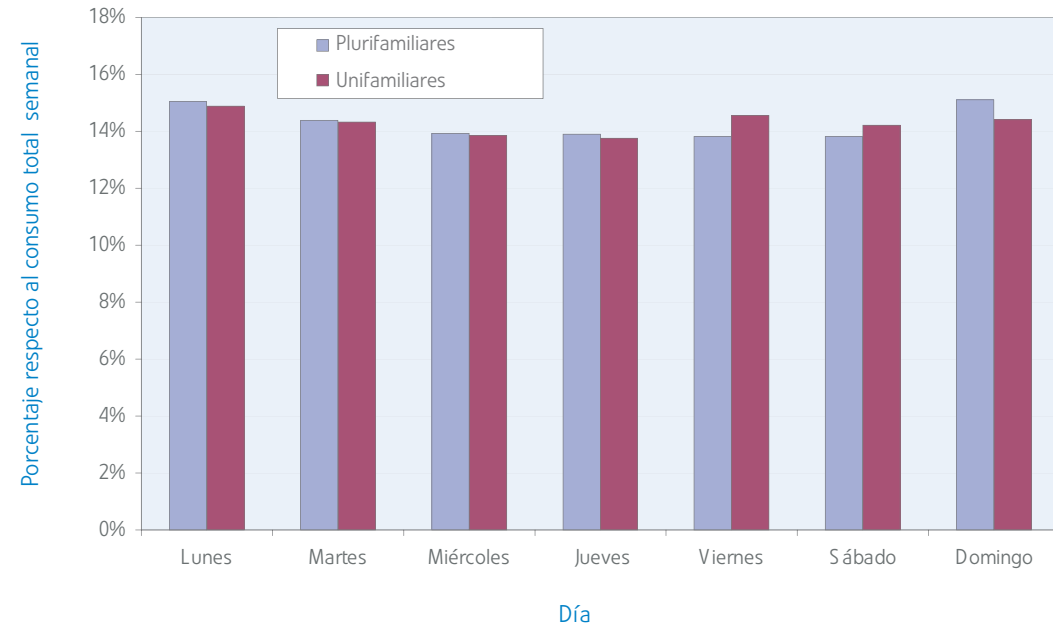


Figura f. Histograma de frecuencia de aparición de caudales instantáneos para la primera fase del estudio

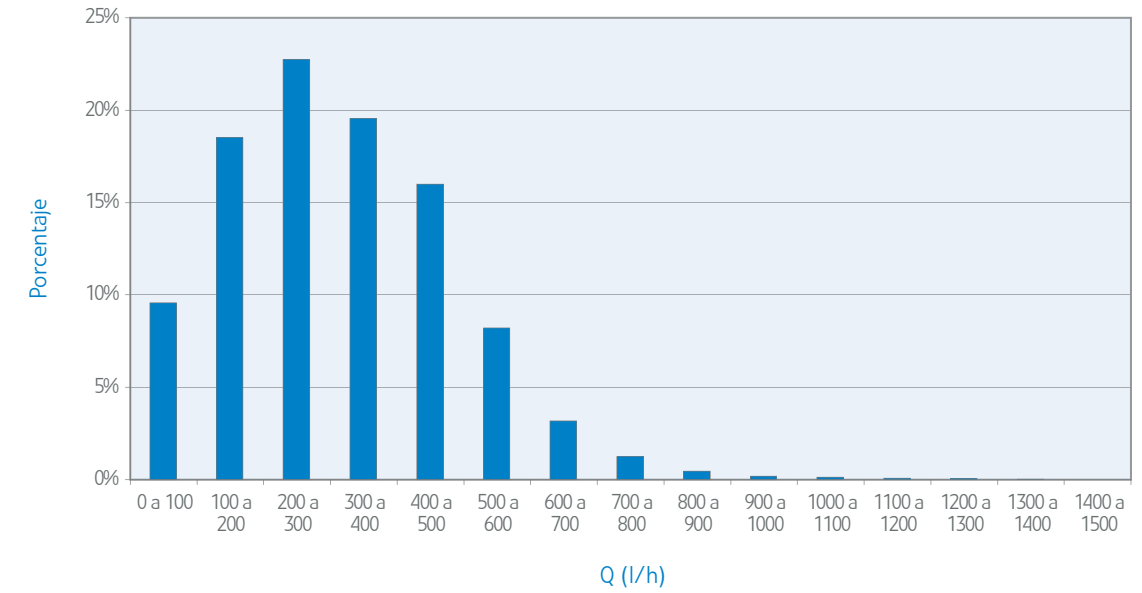
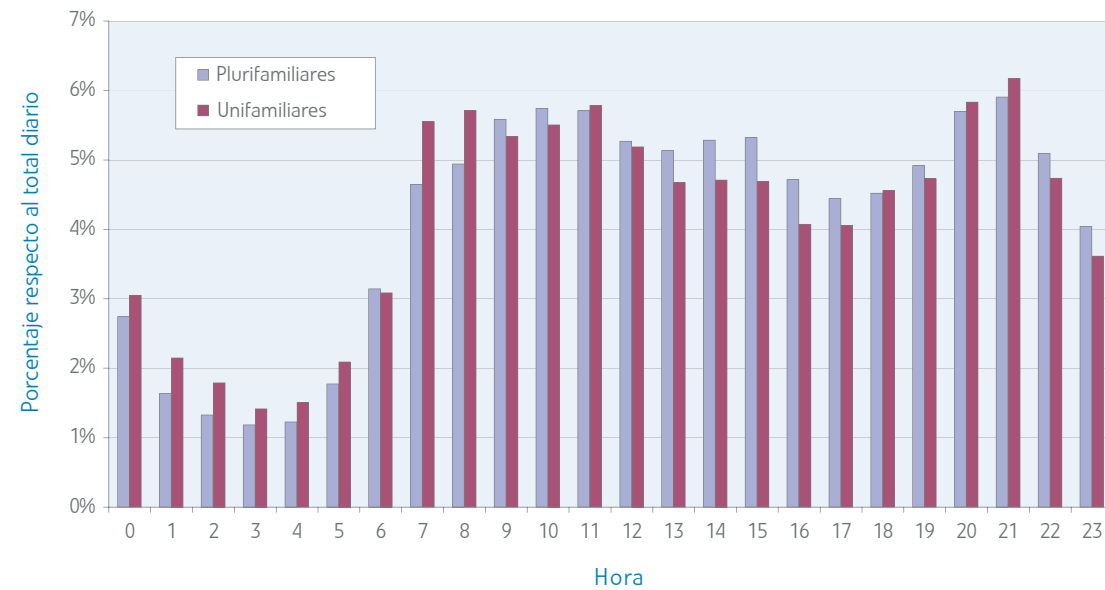


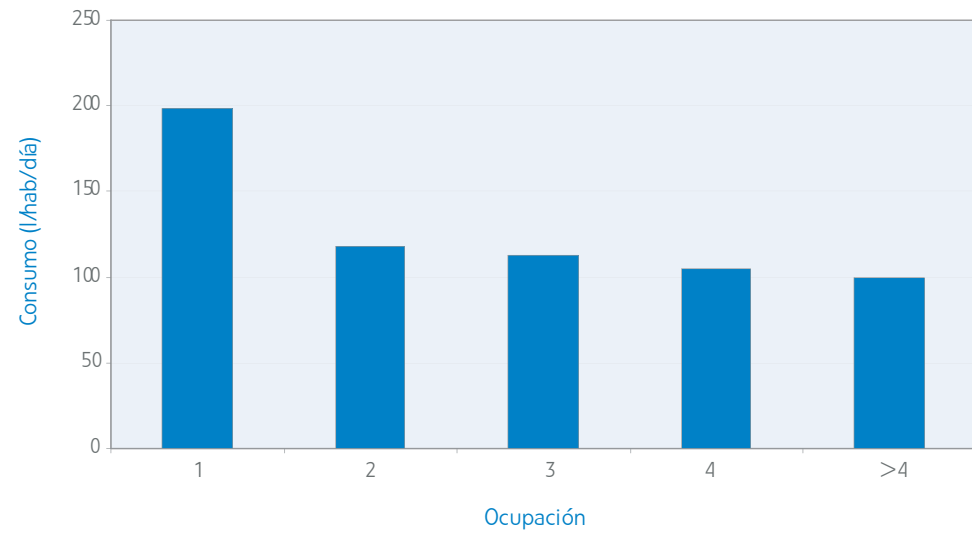
Figura e. Distribución relativa de las modulaciones horarias de cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al total del consumo diario



Las dotaciones por vivienda y habitante correspondientes a las muestras monitorizadas sólo han servido para caracterizar estas muestras en relación con el global de la Comunidad, valor conocido en su conjunto al margen de este estudio. En general, las muestras han presentado durante el período monitorizado valores inferiores a la media de la Comunidad de Madrid, como se detalla y justifica en el documento completo. A título orientativo, los valores medios unitarios por vivienda y día de la muestra de la primera fase fueron de 630 litros en unifamiliares y 300 en plurifamiliares. Mientras que para la segunda fase, con la influencia de la sequía, estos valores descienden a 499 litros por vivienda y día para viviendas unifamiliares y 283 para plurifamiliares.

En cuanto al análisis de los valores de consumo anual respecto a las características de las viviendas registradas, se han identificado una serie de variables, muy relacionadas entre sí, (superficie, número de habitaciones, número de cuartos de baño y equipamiento sanitario, ocupación de la vivienda) que mantienen una fuerte relación con el volumen de agua consumido. Cuantitativamente, la variable que más discrimina el consumo de agua doméstico en la Comunidad de Madrid es la presencia de jardín propio o parcela, seguida del grado de ocupación de la vivienda, del número de inodoros como representación del tamaño y equipamiento de los hogares, y del nivel de renta. En la Figura g se refleja la relación entre el consumo unitario por habitante y el grado de ocupación.

Figura g. Consumo por habitante y día en función de la ocupación



La influencia de factores climatológicos ha mostrado resultados ligeramente distintos en cada fase, con relaciones de consumos diarios en interior prácticamente independientes de las temperaturas máximas diarias, hasta temperaturas elevadas, en torno a 30 grados centígrados, y una cierta variación lineal en usos de exterior que también se realiza a partir de los 30 grados. Algo similar se comprobó con las precipitaciones diarias, cuyo efecto se evidencia sobre todo en viviendas unifamiliares, con una caída del consumo a partir de los 5 milímetros de precipitación diaria, y un umbral muy superior de afección para las viviendas plurifamiliares. Las Figuras h e i sintetizan esta valoración.

Figura h. Efecto de la temperatura en el consumo de viviendas unifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio

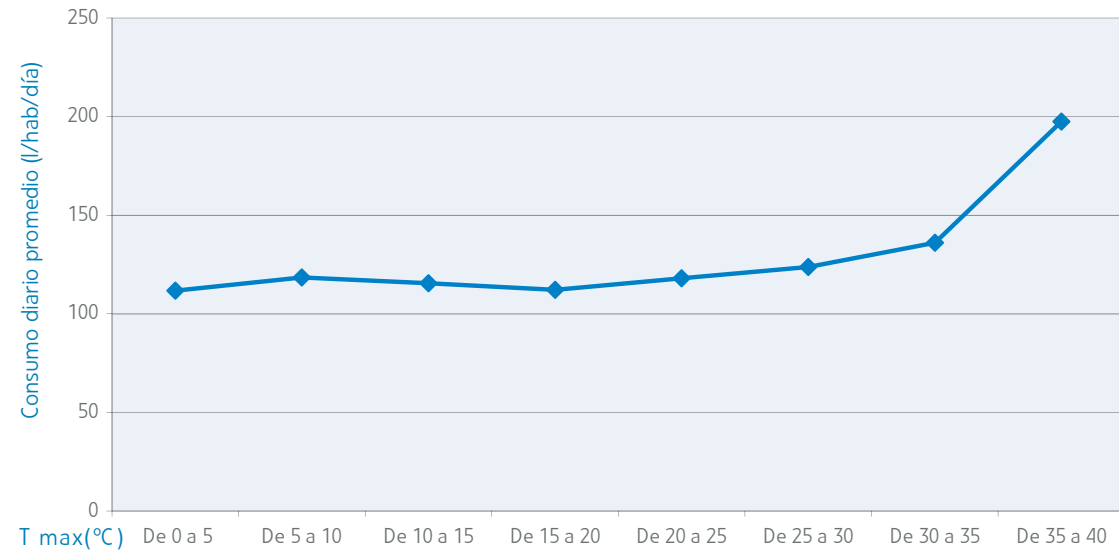
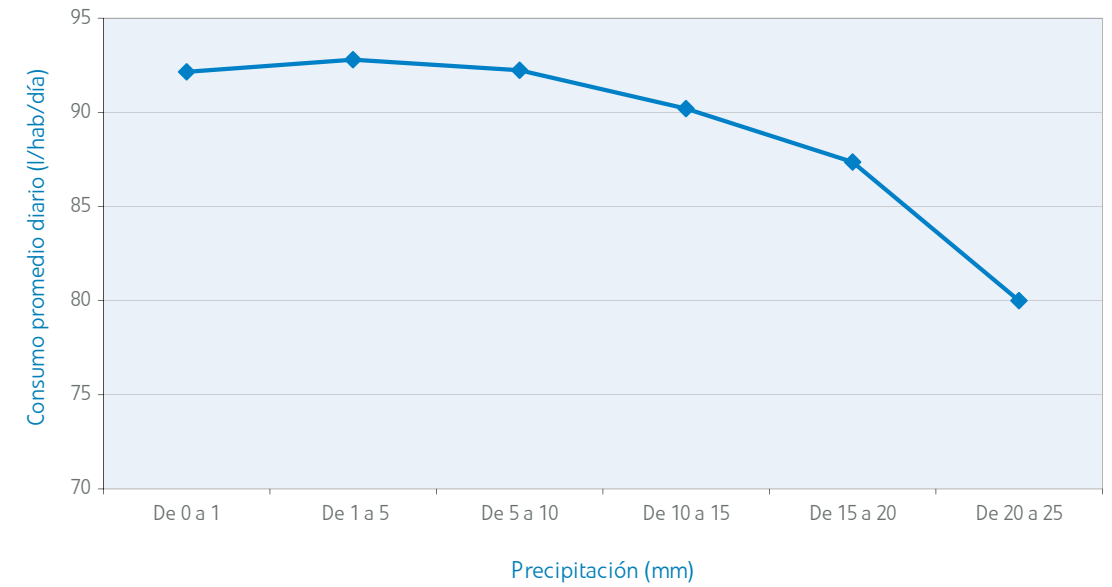


Figura i. Efecto de la precipitación diaria en viviendas plurifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio



El análisis de distribución de usos finales revela que el principal consumo se realiza en grifos, para cualquier tipo de vivienda, seguido de duchas y cisternas para viviendas con uso exclusivo de interior o plurifamiliares. En las viviendas unifamiliares monitorizadas, el uso en grifos va seguido por el uso exterior, las duchas y las cisternas. La Figura j y la Tabla a reflejan las distribuciones medias de una de las muestras monitorizadas.

Figura j. Distribución de usos finales

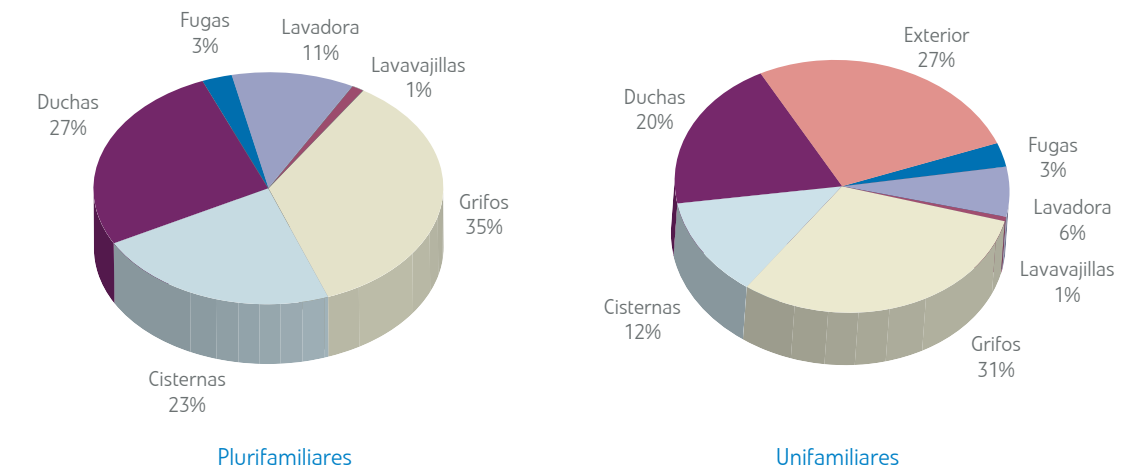


Tabla a. Consumos diarios (por habitante y por vivienda) según uso final para la muestra monitorizada en 2003

		Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo por habitante y día (l)	Cisternas	18,9 l/hab/día	19,4 l/hab/día
	Duchas	30,1 l/hab/día	22,5 l/hab/día
	Grifos	46,8 l/hab/día	30,1 l/hab/día
	Lavavajillas	0,3 l/hab/día	0,9 l/hab/día
	Lavadora	9,6 l/hab/día	9,6 l/hab/día
	Exterior	41,2 l/hab/día	-
	Fugas	4,5 l/hab/día	2,4 l/hab/día
Consumo por vivienda y día (l)	Cisternas	78,9 l/viv/día	66,5 l/viv/día
	Duchas	124,9 l/viv/día	77,2 l/viv/día
	Grifos	194,4 l/viv/día	103,1 l/viv/día
	Lavavajillas	4,7 l/viv/día	3,1 l/viv/día
	Lavadora	40,0 l/viv/día	32,9 l/viv/día
	Exterior	171,4 l/viv/día	-
	Fugas	18,9 l/viv/día	8,3 l/viv/día

Se ha realizado un estudio pormenorizado de cada uno de estos usos finales o microcomponentes, incluyendo los caudales empleados, modulaciones horarias y mensuales, frecuencia de uso, y tasa de penetración en el caso de electrodomésticos; y se han calculado los consumos tanto por habitante como por vivienda y día para cada uno de ellos. De las Figuras k a la n se ilustra el tipo de información recogida en el documento completo.

Figura k. Histograma de frecuencia de volumen en cisternas

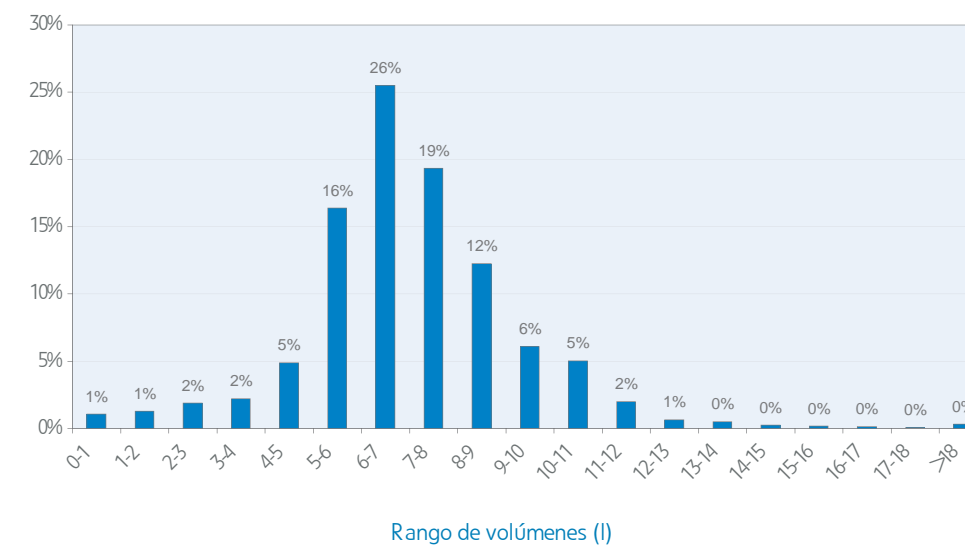


Figura l. Volumen per cápita de consumo en cisternas según ocupación

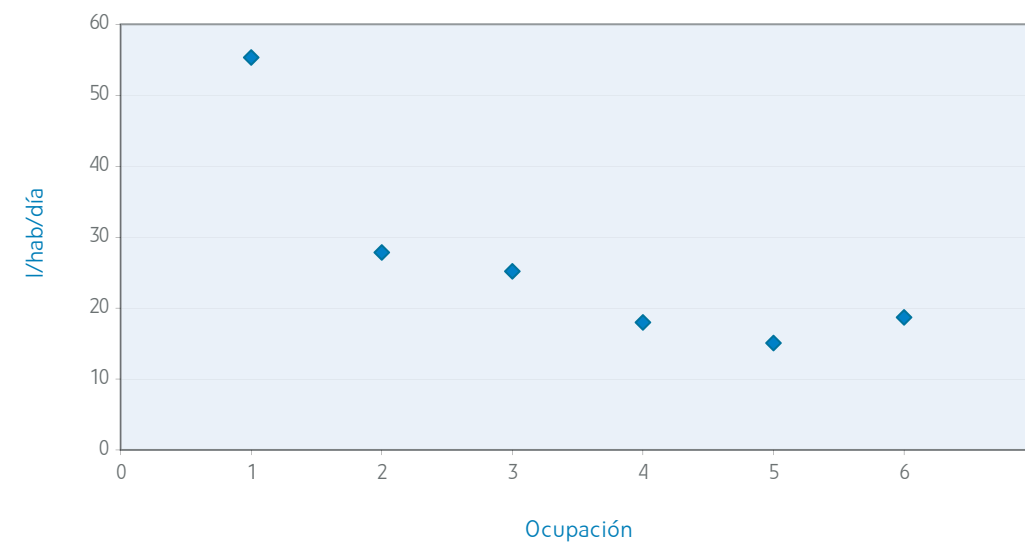
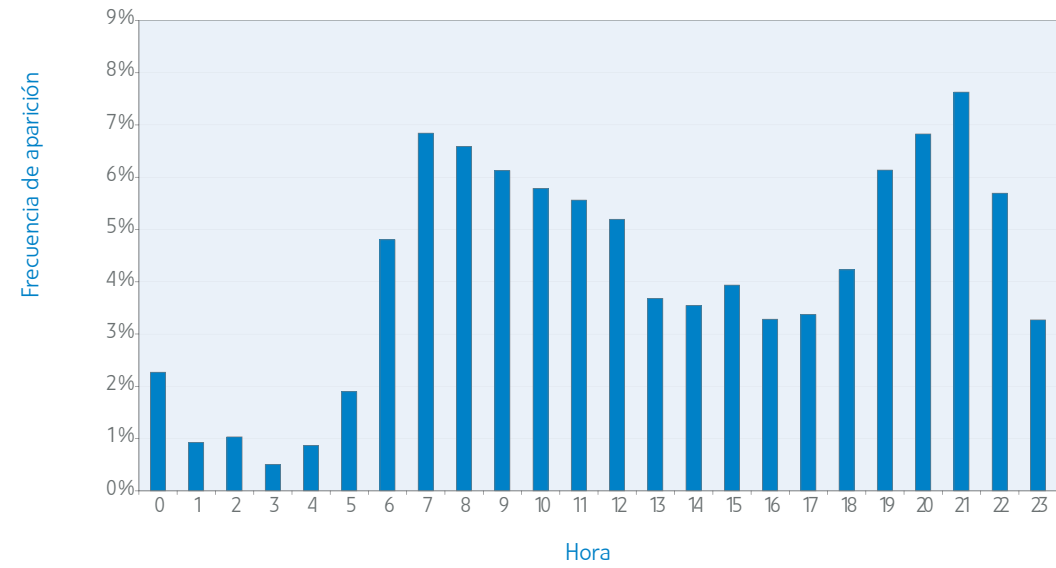
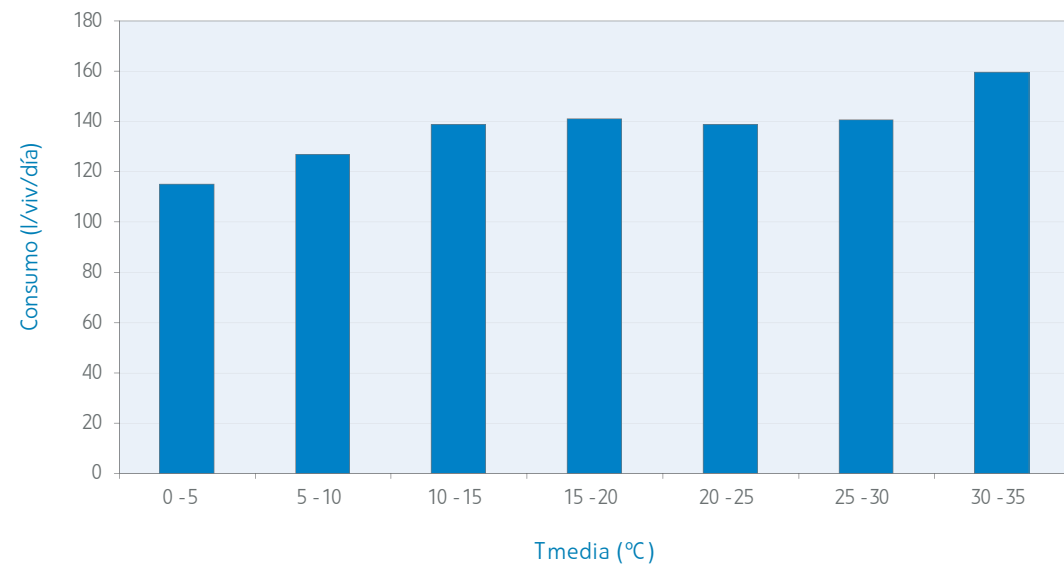


Figura m. Modulación horaria del consumo en duchas en la muestra 2003



Esta descomposición de los patrones de consumo en sus componentes esenciales no ha sido publicada nunca antes en España con esta profundidad, y pone de manifiesto ciertas diferencias respecto a la bibliografía disponible actualmente de otros países. Se han comparado los resultados obtenidos en este trabajo con las conclusiones de varios estudios llevados a cabo en Estados Unidos y Australia, y se han encontrado diferencias sustanciales en cuanto a la distribución y cuantía de usos finales. Se ha realizado un gran esfuerzo que puede constituir la base para una eficiente gestión del servicio de agua urbano y para avanzar en futuras labores de investigación sobre la demanda de agua.

Figura n. Influencia de la temperatura media en el consumo en duchas en muestra de 2003





ÍNDICE DE CONTENIDOS



1. INTRODUCCIÓN página 24

1.1. Introducción

1.2. Antecedentes

2. OBJETIVOS página 28

3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO página 32

3.1. Valoración de variables explicativas mediante encuestas

3.2. Monitorización de pautas de consumo

3.3. Caracterización de microcomponentes

4. RESULTADOS página 56

4.1. Contextualización de las campañas de toma de datos

4.2. Caracterización del consumo

4.3. Valoración de variables explicativas en el consumo de agua

4.4. Distribución del consumo en los distintos usos

4.5. Usos nocturnos

5. CONCLUSIONES página 160

6. CONTRASTE CON OTROS

ESTUDIOS DOCUMENTADOS página 166

7. PASOS SIGUIENTES página 172

8. ÍNDICE DE FIGURAS página 176

9. ÍNDICE DE TABLAS página 184

10. BIBLIOGRAFÍA página 188

11. ANEXO página 192

1

Introducción

1.1. Introducción

¿En qué se emplea el agua en las viviendas de la Comunidad de Madrid?, ¿cuánta se destina a inodoros, lavadoras, grifos, duchas, lavavajillas...?, ¿cómo se usa?, ¿cómo varía el consumo de agua en los distintos tipos de hogares?, ¿qué factores influyen en esta variación?, ¿cómo se distribuye el consumo doméstico a lo largo del día y del año? Estas son algunas de las preguntas a plantearse para una eficiente planificación y gestión de la demanda de agua.

El trabajo que expone el presente documento sobre *Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid* se ha diseñado para responder a estas y otras preguntas, facilitando datos específicos sobre los usos residenciales finales del agua en la Comunidad de Madrid. El estudio se sustenta en la identificación y valoración de variables explicativas del consumo doméstico, mediante un análisis basado en encuestas realizadas sobre una muestra representativa del consumo de agua en la Comunidad de Madrid, y en la cuantificación de los microcomponentes, o usos finales del consumo, mediante la monitorización precisa de los usos y pautas de consumo en grupos de usuarios individuales.

La American Water Works Association Research Foundation (AWWARF) afirma, en su estudio *Residential End Uses of Water* (Mayer et al., 1999), que medir de forma precisa y modelar los usos residenciales finales del agua ha sido, durante años, el talón de Aquiles de la planificación de la demanda urbana. Canal de Isabel II comparte esta opinión y, en consecuencia, está basando su previsión de evolución de demandas y consiguiente planificación del suministro y de las políticas de gestión de la demanda en este conocimiento preciso de los usos finales del agua y las variables que lo explican.

El presente estudio supone una etapa más en la línea de investigación de Canal de Isabel II, enfocada a mejorar el conocimiento sobre el consumo de agua en la Comunidad de Madrid y, en particular, sobre los factores principales de los que él mismo depende, dado el interés que todo ello presenta para la eficiencia de su gestión.

1.2. Antecedentes

Entre los objetivos estratégicos de todas las empresas destaca aumentar el conocimiento del uso que hacen sus clientes de los bienes o servicios que les suministran para, de esta manera, poder satisfacer la demanda actual y anticiparse a demandas y expectativas futuras. Esto se consigue mediante el correspondiente estudio de mercado y de los factores que determinan la demanda.

Las compañías de abastecimiento de agua no deben ser ajenas a estos planteamientos y están obligadas a realizar estudios de su particular mercado, adaptados a su actividad, que permitan caracterizar la demanda de agua con el objeto de determinar sus factores explicativos y poder predecir, de la manera más fiable, su evolución temporal y distribución geográfica. El conocimiento aportado por estos estudios debe permitir establecer un método que anticipe, con la mayor fiabilidad posible, cuál va a ser la evolución de la demanda de agua, cuál es su elasticidad a distintos estímulos y qué resultados se pueden esperar de la aplicación de los diferentes métodos encaminados a su gestión.

Con este objetivo, Canal de Isabel II comenzó en el año 1999 una línea de trabajo para la caracterización precisa de la demanda. En el año 2001 se publicó *Demanda de agua urbana en la Comunidad de Madrid* (Cubillo González et al., 2001), en el cual se establecieron las bases para explicar el comportamiento de la demanda en el pasado y se construyó un primer modelo que permitía predecir la evolución a medio y largo plazo.

Integrado en la línea de investigación sobre la demanda y de forma complementaria a la caracterización de los usos domésticos de interior se elaboró una primera *Evaluación de la demanda de agua para usos de exterior en la Comunidad de Madrid* (2004), que permitió una primera valoración de los consumos en riegos de parques y jardines y en piscinas. También se inició un *Estudio sobre control de la demanda y potenciales de ahorro en el consumo* (2006) para evaluar posibilidades de ahorro, cuyas conclusiones van a ser publicadas en plazo breve.

Todos estos trabajos han facilitado una primera aproximación para conocer los componentes del consumo de agua y han dado paso a los estudios de microcomponentes del consumo doméstico y los factores que lo explican, que se describen en el presente documento.

2

Objetivos

El objetivo inicial del trabajo que aquí se describe es conocer los factores y pautas que rigen el comportamiento de la demanda y consumo de agua en la Comunidad de Madrid para el ámbito doméstico, identificando las variables que en mayor medida influyen en un aumento o disminución de este consumo. Esto permitirá cuantificar la influencia de las distintas variables en la demanda, una predicción fiable de la evaluación de los principales parámetros del consumo de agua y su potencial para políticas de gestión de la demanda.

La monitorización en continuo de los consumos reales en una muestra de viviendas seleccionadas es un método ideal para conseguir el objetivo indicado mediante la obtención de información precisa y fiable sobre los consumos de agua en cada uso dentro de las viviendas, conociendo su distribución horaria y los diferentes caudales en cada caso. El principal objetivo de esta monitorización es, por tanto, descomponer los patrones de consumo de agua en sus componentes esenciales y relacionarlos con las características más determinantes de los usuarios y sus instalaciones y hábitos. De esta forma, se completan los datos conocidos de cuánto y dónde se produce el consumo, con datos menos conocidos como son cuándo (distribución horaria de consumos) y cómo (consumos a diferente caudales).

3

Planteamiento metodológico

Una obtención fiable de datos es fundamental en un trabajo de estas características, pero esto sólo es posible si el diseño del proyecto y las técnicas utilizadas son apropiados (Cordell et al., 2003). El presente estudio incluye tanto técnicas de monitorización como encuestas, y el desarrollo se abordó en cuatro etapas diferenciadas:

a) Valoración de variables explicativas, mediante encuestas, en una muestra representativa

La primera parte del estudio se inició en 2001 y consistió en obtener las variables que afectan a los patrones de consumo a partir de los resultados de un total de 4.625 encuestas realizadas en la Comunidad de Madrid. Las viviendas fueron seleccionadas a partir de una serie de criterios de representatividad concretos: zona geográfica, antigüedad y tipo de la vivienda.

b) Monitorización de pautas de consumo

En esta segunda etapa, llevada a cabo entre 2002 y 2003 en una primera fase, y en 2006 en una segunda fase, se procedió a una monitorización de un conjunto de viviendas seleccionadas entre las encuestadas previamente por su representatividad respecto a las principales variables explicativas del consumo, de acuerdo a las ponderaciones de la escasa bibliografía existente al respecto. En la segunda fase, iniciada en 2005, se siguió la misma metodología que en la fase inicial, pero en este caso, la característica destacada es que la muestra se centró en ciertos tipos de usuarios muy concretos: viviendas sin usos exteriores pero con una alta ocupación y una cierta antigüedad; viviendas con usos interiores y exteriores similares a los previstos en los planeamientos urbanísticos de futura consolidación; y consumos destinados exclusivamente al riego de jardines privados asociados a viviendas. De esta forma, se pretendía profundizar en el conocimiento de la demanda para ciertos sectores que no eran suficientemente representativos en la muestra de la primera fase y que condicionan fuertemente la evolución futura del consumo en la Comunidad de Madrid.

c) Caracterización de microcomponentes

A partir de la muestra seleccionada durante 2002 y 2003, y su monitorización en continuo, cada segundo y cada 15 minutos de los consumos de agua.

d) Valoración de factores explicativos

Se realizaron los análisis y modelos a partir de las muestras de 2002, 2003 y 2006 que han permitido valorar y establecer los patrones y relaciones de los consumos y sus microcomponentes y factores explicativos.

3.1. Valoración de variables explicativas mediante encuestas

3.1.1. Planteamiento

La primera parte del estudio consistió en identificar y cuantificar las variables que afectan a los patrones de consumo a partir del análisis de una serie de encuestas realizadas en la Comunidad de Madrid y sus consumos mensuales correspondientes. El objetivo principal era explicar los factores y pautas que rigen el comportamiento de la demanda y consumo de agua en el territorio de la Comunidad de Madrid, identificando las variables que en mayor medida influyen en sus variaciones, con el fin de extraer una serie de conclusiones en relación a:

- Caracterización de los distintos tipos de viviendas existentes en la Comunidad en relación con su consumo de agua y equipamiento correspondiente.
- Determinación de la influencia de las distintas variables explicativas en los componentes de la demanda de agua.
- Estimación del potencial de ahorro en el consumo de agua bajo situaciones de crisis o mediante políticas de largo y medio plazo.

3.1.2. Selección de muestra

En una primera etapa, durante el año 2001, se seleccionó una muestra de 4.621 viviendas de la Comunidad de Madrid para la realización de encuestas, con la colaboración de la empresa Sigma Dos. Las encuestas fueron realizadas de forma presencial por agentes entrevistadores debidamente acreditados por Canal de Isabel II. El modelo de encuesta se encuentra recogido en el Anexo I.

Todas las viviendas encuestadas contaban con contador individual de agua y se seleccionaron a partir de información general censal y los ficheros de consumos y clientes de Canal, realizando una muestra aleatoria sistemática y estratificada basada en las siguientes unidades de análisis (Tabla 1):

- Zona geográfica: se utilizaron tres zonas (Madrid y cinturón industrial, cinturón residencial, y periferia).
- Antigüedad: se utilizaron dos tipos (antiguas, de más de 8 años, y nuevas, de menos de 8 años).
- Tipo de vivienda: se utilizaron dos tipos (plurifamiliares y unifamiliares).

A su vez, se realizó una afijación proporcional en cada estrato (el tamaño de cada estrato en la muestra es proporcional a su tamaño en la población), con un mínimo de 100 entrevistas en cada uno de ellos, para conseguir un error estadístico máximo por estrato de ± 10 por ciento, para un nivel de confianza del 95,5 por ciento y $p = q = 50$, siendo p la media muestral y $q = 1-p$, donde la varianza muestral es igual a $p \times q$ (para obtener el máximo tamaño de muestra). El resto de encuestas se distribuyó proporcionalmente a cada estrato.

Tabla 1. Distribución de viviendas encuestadas

Tipo de vivienda	Muestra	
	Absolutos	%
Madrid y cinturón industrial. Plurifamiliar nueva	105	2,3
Madrid y cinturón industrial. Plurifamiliar antigua	2473	53,5
Madrid y cinturón industrial. Unifamiliar nueva	130	2,8
Madrid y cinturón industrial. Unifamiliar antigua	333	7,2
Residencial plurifamiliar nueva	99	2,1
Residencial plurifamiliar antigua	222	4,8
Residencial unifamiliar nueva	114	2,5
Residencial unifamiliar antigua	393	8,5
Periferia plurifamiliar nueva	58	1,3
Periferia plurifamiliar antigua	143	3,1
Periferia unifamiliar nueva	95	2,0
Periferia unifamiliar antigua	460	9,9
TOTAL	4625	100

En cuanto a la representatividad de la muestra utilizada, no hay que olvidar que Canal de Isabel II abastece al 92 por ciento de la Comunidad de Madrid. Al haber eliminado las viviendas sin contador individual (particular o de Canal de Isabel II) y aquellas con consumo irregular, no se puede considerar que el universo estudiado corresponda plenamente a la Comunidad de Madrid, pero sí se puede considerar que la muestra utilizada en el estudio es representativa, ya que existe una alta homogeneidad en los parámetros de ocupación y tipo de hogar entre la distribución real de hogares (según *Estadística de Población de la Comunidad de Madrid* (tomo 3, 1996), del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid) y la de la muestra (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la muestra respecto a los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (1996)

Nº de personas en el hogar	Comunidad de Madrid %	Muestra del estudio %
1 persona	15,8	13,1
2 personas	23,5	27,1
3 personas	21,1	21,5
4 personas	24,7	25,3
5 personas	10,1	8,9
6 y más personas	4,8	4,1
TOTAL	100	100

Composición del hogar	Comunidad de Madrid %	Muestra del estudio %
Adulto solo	15,8	13,1
Pareja sin hijos	16	20,1
Pareja con hijos	46,8	45,6
Pareja con personas mayores	1,5	1,1
Adulto con hijos	8,8	5,8
Adulto con hijos y personas mayores	1,4	0,5
Resto	9,7	13,8
TOTAL	100	100

3.2. Monitorización de pautas de consumo

3.2.1. Planteamiento y fases

La monitorización en continuo de consumos reales, en una muestra de viviendas seleccionadas, es el único camino para obtener información precisa y fiable sobre los consumos de agua en cada uno de los usos en el ámbito doméstico, conociendo su distribución horaria y los diferentes caudales en cada caso. Lo que se persigue con esta monitorización es descomponer los patrones de consumo de agua en sus componentes esenciales y relacionarlos con las características más determinantes de los usuarios y sus instalaciones y hábitos.

Para ello, en esta parte del proyecto se diferencian dos fases:

La primera de ellas, en la que la monitorización se llevó a cabo durante 2002 y 2003, a un grupo reducido de los usuarios encuestados, representativos de la Comunidad de Madrid.

La segunda fase consiste en una continuación de la fase anterior, llevada a cabo durante 2006. La muestra para esta fase se centró en ciertos tipos de usuarios que no estaban suficientemente representados en la muestra de la primera fase:

- Viviendas con una alta ocupación y una cierta antigüedad y sin usos exteriores.
- Viviendas con usos interiores y exteriores.
- Consumos destinados exclusivamente al riego de jardines, ligados a viviendas.

En ambas fases, para cada uno de estos tipos de usuario, se analizaron los aspectos principales de su consumo de agua (modulación horaria, modulación diaria, y principales factores que influyen en la cuantía del consumo).

3.2.2. Selección de muestra para monitorización y análisis de representatividad

En la primera fase, la monitorización consistió en una campaña de mediciones del consumo de agua en continuo, mediante contadores electrónicos de alta precisión, realizada entre 2002 y 2003 a un grupo reducido de los usuarios encuestados con anterioridad. La selección de la muestra se apoyó en los resultados obtenidos con las encuestas, para que el grupo de usuarios a monitorizar cubriera los parámetros que más impacto tienen sobre el consumo de agua, de acuerdo al primer análisis mediante las encuestas realizadas. Además de las características intrínsecas de las viviendas, la selección de la muestra estuvo condicionada por la posibilidad real de instalar equipos de medición y la disposición de los usuarios de las viviendas a ser monitorizados. Para aprovechar el potencial de los equipos de medida, se decidió monitorizar la totalidad de las viviendas de cada finca seleccionada. En total, se monitorizaron 292 viviendas repartidas entre 14 fincas en distintos puntos de la Comunidad de Madrid. La monitorización fue llevada a cabo por la empresa Monedero, con un acuerdo de colaboración con el Instituto Tecnológico del Agua de Valencia.

Se han monitorizado varios tipos de viviendas con distintas ocupaciones, tanto unifamiliares como plurifamiliares. Dentro de cada tipo existe variedad en la superficie, ocupación, antigüedad, número de habitaciones e inodoros, tipo de grifería instalada, composición de la unidad familiar, nivel socioeconómico y terraza, jardín y piscina propios. Las Figuras 1 y 2 muestran la distribución geográfica y de tipos de vivienda de las fincas monitorizadas, y la Tabla 3 describe sus principales características.

Figura 1. Tipo de viviendas y distribución de ocupaciones en la muestra

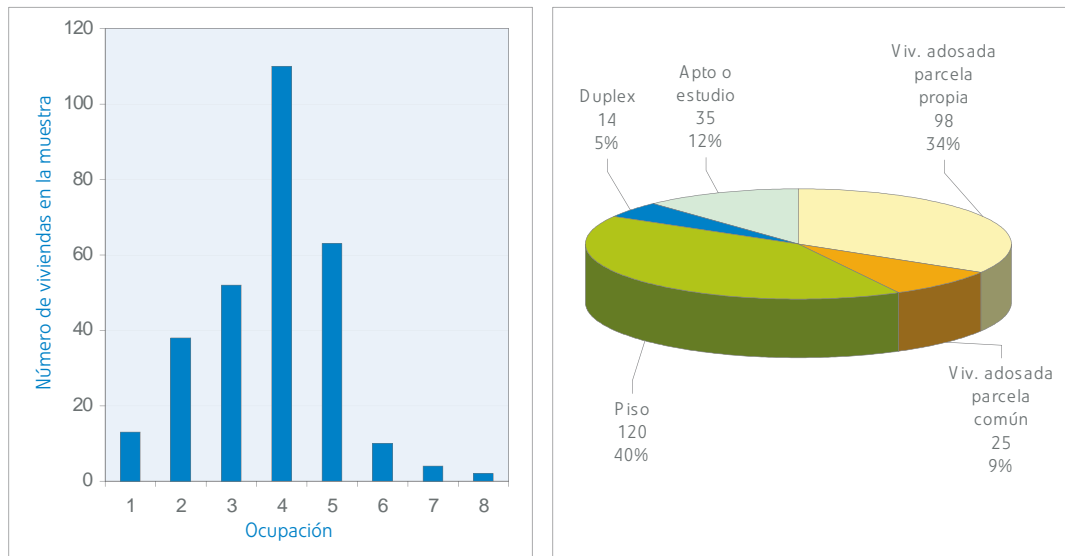


Figura 2. Localización de las fincas monitorizadas en la primera fase de la monitorización

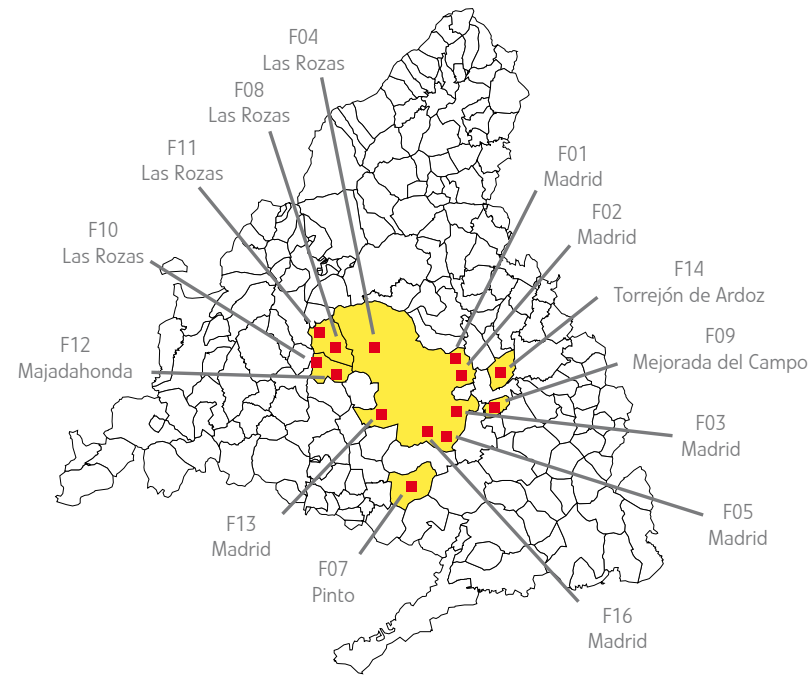


Tabla 3. Características de las fincas monitorizadas en la primera fase de la monitorización

Código Finca	Tipo		Antigüedad		Poder adquisitivo		Ocupación media		Características
	Nº viviendas	Nº habitaciones (incluido salón)	Calidad materiales	Composición	Composición	Características			
Finca 01	25	Unifamiliar	4-5	Nueva 1-5 años	Alta	Alto	Familias jóvenes, con hijos +	4,4	Con jardín
Finca 02	18	Unifamiliar	4-5	Semi-nueva 5-10 años	Alta	Alto	Familias jóvenes, con hijos +	4,1	Con jardín
Finca 03	22	Unifamiliar	3-4-5	Semi-nueva 5-10 años	Media-baja (IVIMA)	Bajo	Familias numerosas, con hijos +	4,8	Con patios y jardines
Finca 04	18	Plurifamiliar	2-3-4	Nueva 1-5 años	Alta	Medio-alto	Familias jóvenes, con hijos +	3,6	Sin terraza, jardín ni piscina
Finca 05	16	Plurifamiliar	2-3-4	Nueva 1-5 años	Media-alta	Medio	Familias mediana edad con	3,8	Sin terraza, jardín ni piscina
Finca 06	14	Plurifamiliar	2-3-4	Semi-nueva 5-10 años	Media-alta	Medio	Familias mediana edad con	4,1	Sin terraza, jardín ni piscina
Finca 07	16	Plurifamiliar	2-3	Media 10-15 años	Media-baja	Medio-bajo	Matrimonios solos o con hijos	2,8	Sin terraza, jardín ni piscina
Finca 08	21	Plurifamiliar	1-2	Alta >20 años	Media-baja	Variado	Matrimonios solos o con hijos;	2,1	Con terraza, sin jardín
Finca 09	14	Plurifamiliar	4-5	Alta >20 años	Alta	Medio-alto	Familias jóvenes, con hijos +	4,2	Con terraza, sin jardín
Finca 10	20	Unifamiliar	4-5	Media 15-20 años	Alta	Alto	Familias mediana edad con	3,9	Con jardín
Finca 11	38	Unifamiliar	4-5-6	Media 15-20 años	Alta	Alto	Familias mediana edad con	3,9	Con jardín
Finca 12	14	Plurifamiliar	1-2	Media 10-15 años	Alta	Alto	Jóvenes (1 ó 2 por vivienda)	1,8	Sin terraza, jardín ni piscina
Finca 13	32	Plurifamiliar	3-4	Alta >20 años	Baja-media	Variado	Familias mediana edad con	4,5	Con terraza, sin jardín
Finca 14	24	Plurifamiliar	2-3-4	Media 10-15 años	Media-alta	Variado	Familias edad elevada, con	3,7	Con terraza, sin jardín

La muestra monitorizada, de 292 viviendas, se seleccionó de forma que fuera representativa de las viviendas encuestadas y que cubriese aquellas variables que fueron identificadas como esenciales a la hora de definir las pautas de consumo de agua en la Comunidad de Madrid (tipo de vivienda, superficie, antigüedad, equipamiento, ocupación y composición familiar).

La Tabla 4 muestra las proporciones que representa cada característica de las viviendas, tanto sobre la población a la que se realizó la encuesta, como sobre las viviendas monitorizadas en el presente estudio. En algunos casos,

dado el limitado tamaño de muestra disponible para esta primera fase del estudio, no han podido obtenerse resultados fiables para algunas características marginales, como por ejemplo las viviendas con 8 ocupantes, de las que únicamente se monitorizaron dos de ellas. En otros casos, se ha aumentado intencionadamente el porcentaje de viviendas monitorizadas con una determinada característica, en relación con el porcentaje real que representan en la Comunidad de Madrid, para obtener con mayor fiabilidad el efecto de dicha variable sobre el consumo de agua. Tal es el caso de las viviendas adosadas con parcela propia, en los que el gasto de agua, como se demuestra en el presente estudio, es significativamente mayor que en las viviendas tipo piso. En la encuesta esta tipología representaba el 3,8 por ciento de las viviendas y, sin embargo, el 33,6 por ciento de las viviendas monitorizadas correspondía a esta categoría.

En este punto, es importante resaltar que todas las viviendas pertenecientes a la muestra son de uso principal y ninguna de ellas corresponde a una segunda residencia, con ocupación estacional.

Tabla 4. Distribución de la muestra de encuesta y primera fase de monitorización

Tipo vivienda	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase, %
Chalet individual con parcela propia	2,3	---
Chalet individual con parcela común	0,2	---
Chalet adosado con parcela propia	3,8	33,6
Chalet adosado con parcela común	0,3	8,6
Chalet/casa sin parcela	5,0	---
Piso	86,5	41,1
Dúplex	1,5	4,8
Apartamento/Estudio	0,1	12,0
NS/NC	0,3	---
Antigüedad vivienda	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
De 1 a 5 años	16,6	20,2
De 5 a 10 años	7,6	18,5
De 10 a 15 años	5,9	18,5
De 15 a 20 años	9,8	25,3
De 20 a 30 años	16,6	17,5
Más de 30 años	40,5	---
NS/NC	2,9	---
Superficie útil	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
Menos de 50 m ²	8	7,2
De 51 a 70 m ²	28,7	7,9
De 71 a 90 m ²	29,2	10,6
De 91 a 110 m ²	16,8	28,4
De 111 a 125 m ²	5,1	2,7
De 126 a 150 m ²	4,6	8,6
De 151 a 175 m ²	1,8	8,6
De 176 a 200 m ²	2,5	6,2
De 201 a 250 m ²	1,7	6,8
Más de 251 m ²	1,3	13,0
NS/NC	0,3	---

Continúa en la página siguiente

Tabla 4. Continuación

Nº habitaciones	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
1	0,3	---
2	3,8	3,1
3	18,1	15,4
4	55,3	20,5
5	15,6	27,7
Más de 5	6,4	33,2
NS/NC	0,5	---
Nº Inodoros	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
1	47,6	17,1
2	40,7	40,8
3	8,8	13,7
4	1,1	28,4
5 o más	0,2	---
NS/NC	1,6	---
Terraza propia	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
No tienen	37,9	68,2
Sí, con plantas y flores	43,3	19,5
Sí, sin plantas	18,4	12,3
NS/NC	0,4	---
Jardín propio	Encuesta, %	Monitoriz. 1ª fase, %
No tienen	93,7	57,9
Sí tienen	5,5	42,1
NS/NC	0,8	---
Tipo de riego	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
No tienen	---	57,9
Manual	---	38,7
Automático	---	3,4
m ² de jardín	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
No tienen	93,7	57,9
De 25 a 75 m ²	2,2	14,4
De 76 a 200 m ²	1,1	6,2
De 201 a 500 m ²	0,7	21,6
NS/NC	1,2	---
Piscina propia	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
Sí	1,5	2,4
No	97,3	97,6
NS/NC	1,2	---
Ocupación	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
1	13	4,5
2	29,6	13,0
3	21,7	17,8
4	24,4	37,7
5	8,1	21,6
6	2,3	3,4
7	0,6	1,4
8	0,2	0,7
9	0,1	---
10 o más	0,1	---

Continúa en la página siguiente

Tabla 4. Continuación

Composición familiar	Encuesta %	Monitoriz. 1ª fase %
Matrimonio con hijos	43,4	79,5
Padre/madre con hijos	6,7	1,0
Matrimonio con hijos y otros familiares	0,5	3,1
Adulto solo	13	6,8
Matrimonio solo	21,8	9,6
Pareja + mayores	0,9	---
Resto	13,8	---

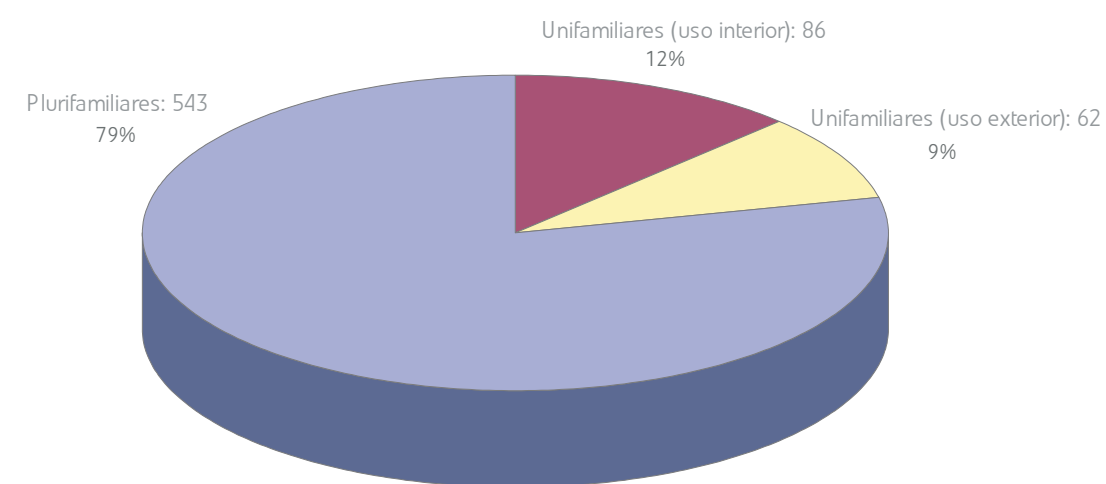
En la segunda fase, llevada a cabo en el año 2006, se pretendía completar el conocimiento de los patrones de consumo de agua en los usos residenciales, ampliando el número de viviendas en la muestra con usos de exterior, así como ampliar el estudio de una muestra de la que no había suficiente representatividad en la fase anterior (viviendas con una elevada antigüedad y ocupación), para poder caracterizar el consumo de agua tanto de interior como de exterior.

Para ello, se hizo una preselección de posibles viviendas a monitorizar, a partir de datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y el padrón municipal referentes a la densidad de población por edificio, eligiendo aquellas en las que ésta fuera mayor, así como de mayor antigüedad del inmueble, conocida a través de las encuestas.

En total se monitorizaron 691 viviendas repartidas en 26 fincas a lo largo de toda la Comunidad de Madrid, de las cuales 543 corresponden a viviendas plurifamiliares con elevada ocupación y antigüedad, y 148 son viviendas unifamiliares con usos de exterior. De éstas, 86 tienen acometida tanto para usos de interior como de exterior, y 62 abastecen exclusivamente usos de exterior.

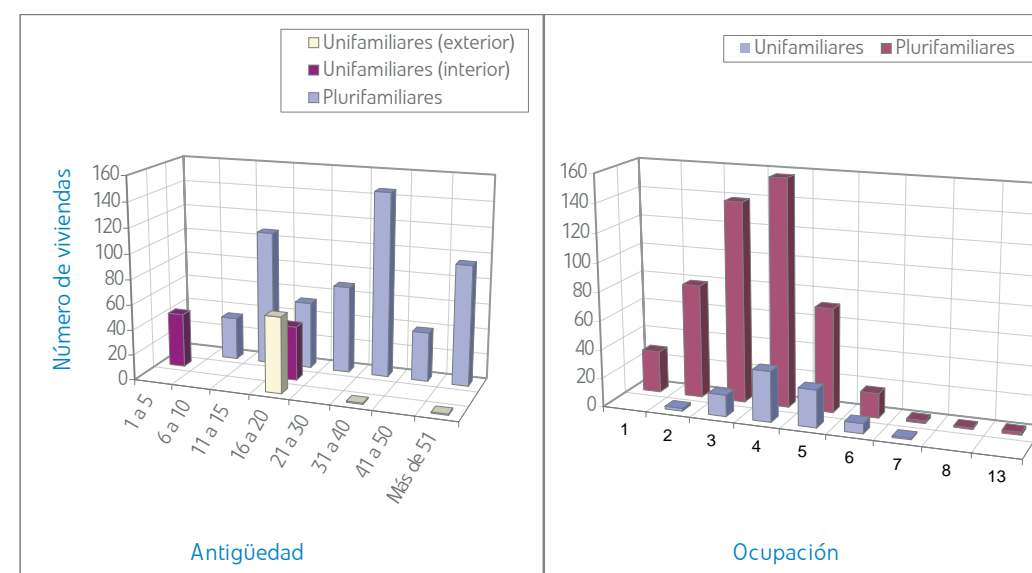
En la Figura 3 puede apreciarse el reparto entre los tres tipos de viviendas que componen la muestra monitorizada durante este periodo.

Figura 3. Tipos de viviendas en la muestra



La Figura 4 muestra la antigüedad y ocupación de cada uno de los tipos de viviendas monitorizadas.

Figura 4. Antigüedad y ocupación según viviendas



Como se observa en esta figura, la antigüedad media de esta muestra es superior a la de 2003 (según los datos de la Tabla 4), en la que no se monitorizó ninguna vivienda de antigüedad mayor de 30 años y sólo un 17,5 por ciento de la muestra tenía una antigüedad comprendida entre 20 y 30 años. Sin embargo, en 2006, en el que uno de los objetivos era ampliar el estudio a viviendas plurifamiliares con elevada antigüedad, un 51,6 por ciento de las viviendas de la muestra tiene una antigüedad superior a 30 años.

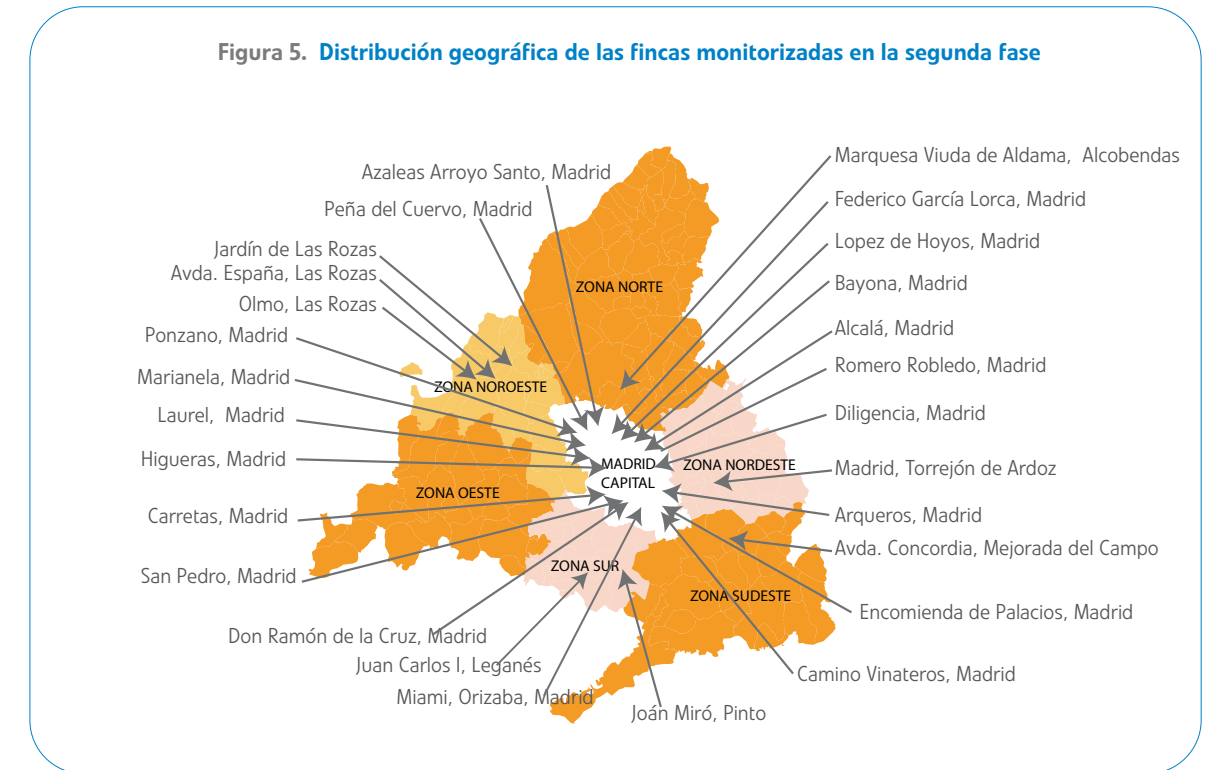
Respecto a la ocupación de las viviendas, en la muestra de 2006, se obtiene un resultado de 3,5 habitantes por vivienda en viviendas plurifamiliares y de 4,3 habitantes por vivienda en viviendas unifamiliares, mientras que en 2003 ésta se situaba en 3,5 habitantes en viviendas plurifamiliares y 4,16 habitantes en viviendas unifamiliares. Por tanto, la ocupación media de las viviendas monitorizadas, sólo resulta mayor en 2006 en el caso de las viviendas unifamiliares.

Durante la segunda etapa, realizada en 2006, se combinaron encuestas y monitorización. La muestra seleccionada inicialmente estuvo compuesta de 698 viviendas, distribuidas en 5 de las 11 zonas en que se divide la Comunidad de Madrid. La Tabla 5 muestra la distribución geográfica de la muestra.

Tabla 5. Distribución de las viviendas de la muestra de 2006 entre los municipios de la Comunidad de Madrid

Zona	Municipio	Número de viviendas		
		Plurifamiliares	Unifamiliares	Uso exterior (riego)
Municipio de Madrid	Madrid	362	44	2
Norte Metropolitano	Alcobendas	55	-	61
Este Metropolitano	Mejorada del Campo	14	-	-
	Torrejón de Ardoz	23	-	-
Sur Metropolitano	Leganés	40	-	-
	Pinto	16	-	-
Oeste Metropolitano	Las Rozas	37	44	-
TOTAL		547	88	63

En la Figura 5 se muestra la distribución geográfica de las fincas monitorizadas.



Las características principales de las viviendas monitorizadas, como la antigüedad de la finca e instalaciones de fontanería, superficie, número de ocupantes, superficie verde, etc., resultantes de las encuestas realizadas sobre las viviendas monitorizadas en la segunda fase del estudio, se han reflejado en la Tabla 6.

Tabla 6. Distribución de la muestra en la segunda fase de monitorización, según resultados de las encuestas

Antigüedad vivienda	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
De 1 a 5 años	0,0	50,0
De 6 a 10 años	6,2	0,0
De 11 a 15 años	19,7	0,0
De 16 a 20 años	9,8	50,0
De 21 a 30 años	12,7	0,0
De 31 a 40 años	26,9	0,0
De 41 a 50 años	7,2	0,0
Más de 51 años	17,5	0,0

Continúa en la página siguiente

Tabla 6. Continuación

Superficie útil	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Menos de 50m ²	12,7	0,0
De 51 a 70 m ²	27,1	0,0
De 71 a 90 m ²	14,0	0,0
De 91 a 110m ²	23,0	0,0
De 111 a 125 m ²	8,8	0,0
De 126 a 150m ²	4,6	50,0
De 151 a 175m ²	0,0	30,2
De 176 a 200m ²	1,5	19,8
De 201 a 250m ²	0,0	0,0
Más de 251 m ²	0,0	0,0
Ns/Nc	8,3	0,0
Antigüedad de las instalaciones de fontanería	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Menor de 1 año	0,4	0,0
De 1 a 5 años	5,2	59,3
De 6 a 10 años	16,6	38,4
De 11 a 15 años	33,2	2,3
De 16 a 20 años	15,3	0,0
De 21 a 30 años	14,0	0,0
De 31 a 40 años	3,7	0,0
De 41 a 50 años	0,2	0,0
Más de 51 años	0,0	0,0
Ns/Nc	11,4	0,0
Nº habitaciones, con salón	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
2	2,9	0,0
3	14,0	0,0
4	42,5	0,0
5	28,2	70,9
6	4,1	29,1
Ns/Nc	8,3	0,0
Nº veces que dice que usa la lavadora	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Dos o más diarias	1,5	0,0
Una diaria	20,1	32,5
5 veces semana	23,7	34,9
3 veces semana	31,3	23,2
1 vez semana	9,9	8,2
Con menos frecuencia	3,4	0,0
Ns/Nc	10,1	1,2

Continúa en la página siguiente

Tabla 6. Continuación

Nº veces que dice que usa el lavavajillas	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Dos o más diarias	2,8	17,4
Una diaria	15,6	23,2
5 veces semana	6,8	25,6
3 veces semana	23,6	25,6
1 vez semana	19,7	5,8
Con menos frecuencia	12,7	1,2
Ns/Nc	18,8	1,2
Tienen terraza propia	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Sí, con plantas y flores	1,5	0,0
Sí, pero sin plantas	11,9	0,0
No tienen	27,7	50,0
Ns/Nc	58,9	50,0
Tienen jardín propio	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Sí	8,3	100,0
No	1,6	0,0
Ns/Nc	90,1	0,0
Tipo de riego del jardín, si tienen	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Manual	0,0	83,7
Automático	0,0	16,3
No tienen	90,2	0,0
Ns/Nc	9,8	0,0
m ² del jardín, si tienen	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Menos de 25	0,0	0,0
Entre 25 y 75	0,0	50,0
Entre 76 y 200	8,3	20,9
Entre 201 y 500	0,0	29,1
Más de 500	0,0	0,0
No disponen de jardín	58,9	0,0
Ns/Nc	32,8	0,0
Nº cuartos de baño	PLURIFAMILIARES, %	UNIFAMILIARES, %
0	5,5	0,0
1	51,4	0,0
2	33,3	70,9
3	0,0	29,1
4	1,5	0,0
Ns/Nc	8,3	0,0

Continúa en la página siguiente

Tabla 6. Continuación

Nº cuartos de aseo	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
0	45,3	0,0
1	19,1	100,0
Ns/Nc	35,5	0,0
Nº lavabos y fregaderos	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
2	46,9	0,0
3	32,6	0,0
4	10,7	70,9
5	0,0	29,1
6	0,0	0,0
7	1,5	0,0
Ns/Nc	8,3	0,0
Nº de inodoros existentes	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
1	51,7	0,0
2	34,4	50,0
3	4,1	20,9
4	0,0	29,1
5	1,5	0,0
Ns/Nc	8,3	0,0
Nº bañeras	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
0	5,9	0,0
1	57,6	0,0
2	26,5	70,9
3	1,5	0,0
4	0,0	29,1
Ns/Nc	8,5	0,0
Nº platos de ducha	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
0	43,5	50,0
1	19,5	0,0
2	1,5	0,0
Ns/Nc	35,5	50,0
m ³ de piscina, si tienen	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
0	58,9	41,8
30	0,0	8,2
50	8,3	0,0
Ns/Nc	32,8	50,0

Continúa en la página siguiente

Tabla 6. Continuación

Tienen piscina propia	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Sí	8,3	8,1
No	90,2	91,9
Ns/Nc	1,5	0,0
Nº personas en la vivienda	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
1	5,4	0,0
2	14,5	2,3
3	25,6	17,4
4	28,9	40,7
5	13,2	30,2
6	3,1	8,1
7	0,4	1,3
8	0,2	0,0
13	0,4	0,0
Ns/Nc	8,3	0,0
Composición de la unidad familiar	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Matrimonio con hijos	54,9	79,1
Padre o madre con hijos	3,3	3,5
Matrimonio con hijos u otros familiares	14,9	16,3
Pareja sola	8,1	0,0
Adultos solos mayores de 60 años	6,1	0,0
Ns/Nc	12,7	1,1
Disponen de aire acondicionado por agua	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Sí	0,0	0,0
No	91,9	100,0
Ns/Nc	8,1	0,0
Disponen de grupo de presión	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Sí	5,9	0,0
No	16,6	50,0
Ns/Nc	77,5	50,0
Tienen aljibe o depósitos de agua	% PLURIFAMILIARES	% UNIFAMILIARES
Sí	30,3	0,0
No	67,9	100,0
Ns/Nc	1,8	0,0

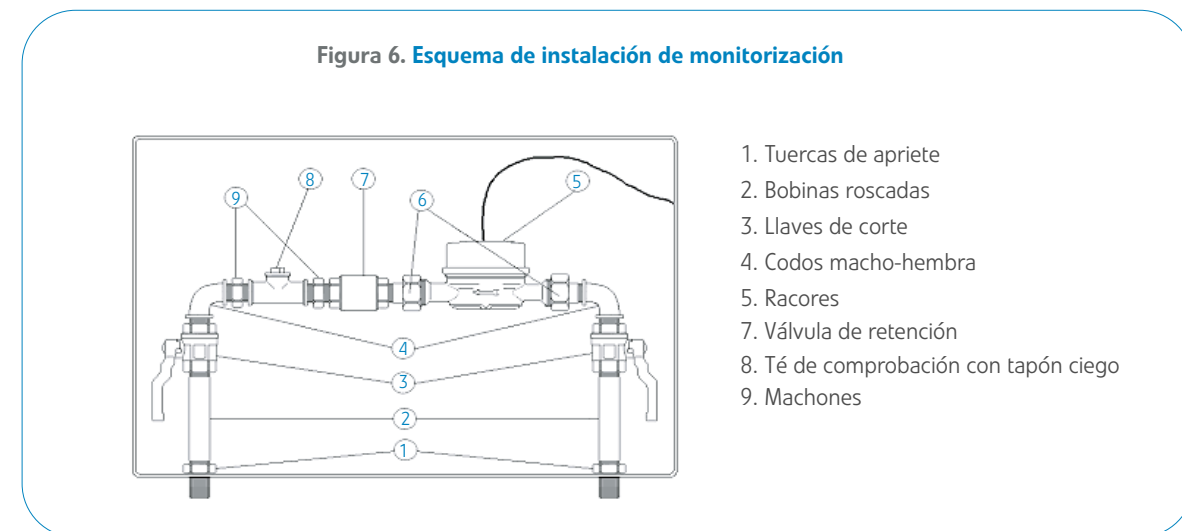
En las viviendas unifamiliares, otra variable de importancia a la hora de caracterizar la muestra es el tamaño del jardín y el tipo de riego de los mismos, ya que influye de forma determinante en el consumo de agua en este tipo de viviendas.

Respecto a la primera fase del estudio, de la Tabla 4 se desprende que el 51,2 por ciento de las 123 viviendas unifamiliares monitorizadas tiene una superficie de jardín comprendida entre 201 y 500 metros cuadrados, el 14,6 por ciento se sitúa entre 76 y 200 metros cuadrados y el 34,2 por ciento restante entre los 25 y 75. Acerca del tipo de riego, la mayoría de las viviendas unifamiliares de esta primera fase, el 91,9 por ciento, tienen riego manual, mientras que sólo el 8,1 lo tiene automático, siendo por tanto poco representativo de este tipo de riego.

Para la segunda fase del estudio, como puede observarse en la Tabla 6, el 50 por ciento de las viviendas unifamiliares tiene una superficie de jardín comprendida entre 25 y 75 metros cuadrados, mientras que sólo el 20,9 por ciento tiene entre 76 y 200 metros cuadrados y el 29,1 por ciento entre 201 y 500 metros. Respecto al tipo de riego, el 83,7 por ciento cuenta con riego manual y sólo el 16,3 tiene riego automático.

3.2.3. Medición y reconocimiento inicial

Para la medición del consumo de la monitorización llevada a cabo en la primera fase, se emplearon contadores electrónicos de chorro único clase C, marca Werhrle, conectados con equipos de almacenamiento (concentradores) mediante BUS de datos. La Figura 6 muestra un esquema de la instalación.



Las monitorizaciones constituyen las medidas del consumo. Se realizaron dos tipos de monitorizaciones, las denominadas *monitorizaciones en continuo* y *las monitorizaciones 15 minutos*. Las primeras están compuestas por registros de lectura tomados cada segundo durante ciclos completos en una misma vivienda. Este tipo de toma de datos fue rotando para cada finca entre todas las viviendas que fueron monitorizadas, para disponer así de varios ciclos de registro de cada una de ellas durante todo el periodo de medición. Por otra parte, las *monitorizaciones 15 minutos* son tomas de datos del mismo tipo que las anteriores pero en las que se almacenan lecturas acumuladas cada 15 minutos, de cada uno de los contadores de la finca. La adquisición de datos se realizó de forma que se monitorizaban en continuo dos viviendas pertenecientes a la misma finca

de forma simultánea y, a su vez, en la totalidad de dicha finca se tomaron lecturas cada 15 minutos. Una vez finalizado un ciclo de medición, se tomaban datos en continuo de otras dos viviendas diferentes y se procedía, de la misma forma, a la toma de datos cada 15 minutos en el resto de viviendas pertenecientes a la finca. Se estableció de esta forma un ciclo rotativo de mediciones.

En cuanto a la evolución temporal de las medidas, la Tabla 7 muestra los meses en los que se monitorizó cada una de las fincas. En total, el promedio de medición por vivienda fue de 364 días, es decir, 12 meses.

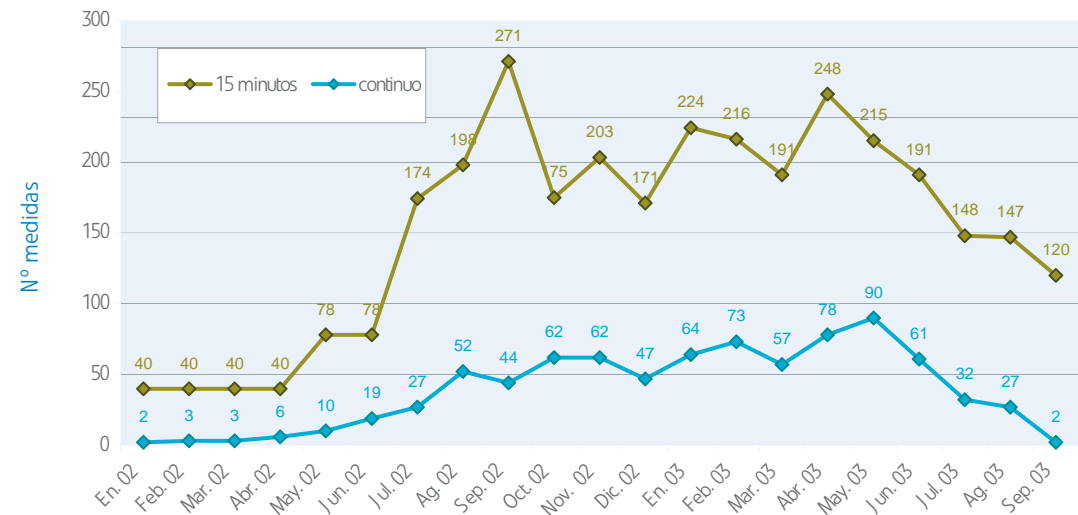
Tabla 7. Meses de monitorización de cada finca y número de días monitorizados

Finca y días monitorizados	Ene. 02	Feb. 02	Mar. 02	Abr. 02	May. 02	Jun. 02	Jul. 02	Ago. 02	Sep. 02	Oct. 02	Nov. 02	Dic. 02	Ene. 03	Feb. 03	Mar. 03	Abr. 03	May. 03	Jun. 03	Jul. 03	Ago. 03	Sep. 03	
F01	251																					
F02	330																					
F03	129																					
F04	374																					
F05	364																					
F06	400																					
F07	309																					
F08	420																					
F09	688																					
F10	93																					
F11	487																					
F12	395																					
F13	218																					
F14	633																					

La Figura 7 representa la evolución del número de medidas (tanto medidas en continuo como cada 15 minutos) en dichos meses. De acuerdo con la metodología que se acaba de exponer, el número de medidas cada 15 minutos es significativamente mayor que el de medidas en continuo, cada segundo.

Las mediciones de 15 minutos se han utilizado para obtener las curvas de modulación horaria del consumo total y para analizar el consumo total de agua en función de distintas variables, mientras que las mediciones en continuo se han empleado en el análisis de los microcomponentes y usos finales (distribución de usos, modulaciones horarias y mensuales para cada uno, caudales instantáneos).

Figura 7. Evolución del número de medidas



Durante la monitorización de viviendas llevada a cabo en la segunda fase se instalaron contadores clase C con emisores de radio en cada una de las viviendas, todos ellos de la marca Sappel, de manera que permitan la lectura mediante un concentrador instalado en el exterior de la vivienda.

Se instalaron 641 contadores de Qn 1,5 m³/h y 57 de Qn 2,5 m³/h. Los módulos de radio del modelo Izar, emiten en la banda de 868 megahercios y tienen un alcance típico de 80 metros en ambientes urbanos. Emiten la trama con la información de los datos registrados de forma continua cada 8 segundos.

La monitorización se llevó a cabo durante todo el año 2006, durante 365 días, y se realizaron medidas a intervalos regulares de una hora en las viviendas plurifamiliares (usos de interior) y unifamiliares (usos de interior y exterior), de forma que se han podido obtener las curvas de modulación horaria, mientras que para los usos de exterior se tomaron datos a intervalos de 24 horas, obteniéndose de esta forma las dotaciones diarias empleadas en el riego de jardines.

Los datos emitidos por los módulos de radio de los contadores se registraron cada hora en un concentrador, donde quedaron almacenados para después descargarse a la base de datos central del servidor mediante comunicaciones vía GSM.

Las unidades más utilizadas internacionalmente cuando se habla de consumo de agua son litros por habitante y día, y litros por vivienda y día; ambas son las utilizadas en el presente informe. La International Water Association, en su libro *Performance Indicators for Water Supply Services* (Alegre et al., 2006), enmarca la variable *consumo residencial per cápita* (litros por habitante y día) dentro del conjunto de informaciones contextuales; es decir, una parte del sistema de indicadores que permite comprender el contexto y su influencia en el rendimiento de

la gestión. Este tipo de información contextual es especialmente útil en iniciativas de seguimiento, evolución temporal y de benchmarking, y mejora interna de procesos.

3.3. Caracterización de microcomponentes

3.3.1. Caracterización de usos

La caracterización de microcomponentes se realizó a partir de las mediciones en continuo obtenidas durante la primera fase del proyecto.

Para determinar el caudal máximo de suministro de los diferentes aparatos disponibles en las viviendas monitorizadas y poder reconocer su patrón de consumo en los registros de monitorización en continuo, se realizó un reconocimiento y calibración inicial, consistente en ejecutar una secuencia ordenada e individual de apertura y cierre de cada aparato, y registrar las características y tasa de caudal que le correspondían. En concreto, se determinaron:

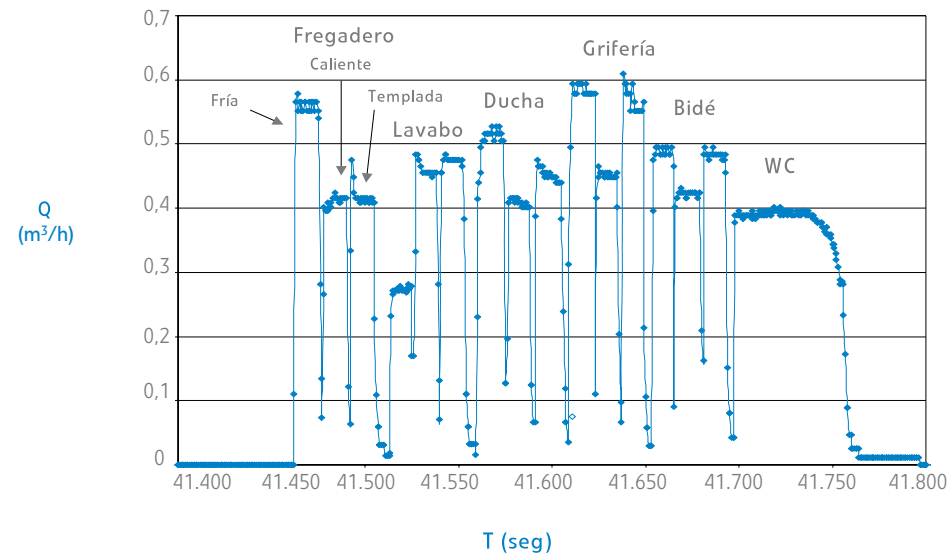
- Patrón caudal-tiempo del llenado de las cisternas, midiéndose el volumen real de la descarga. En caso de tratarse de cisternas de descarga interrumpible o de doble descarga se realizaron dos pruebas: la primera con descarga total y la segunda con media descarga.
- Caudal saliente por la bañera/s y la ducha/s.
- Caudales salientes por los grifos, tanto en agua fría como en agua caliente y mezcla.
- Adicionalmente se identificaron los electrodomésticos consumidores de agua, como lavadoras y lavavajillas, para caracterizar sus programas y la relación con el consumo.

A partir de los datos obtenidos con las mediciones se pudieron caracterizar los usos residenciales del agua mediante pulsos de consumo. De esta manera, el consumo diario de una vivienda se definió por una secuencia de n pulsos rectangulares donde cada uno de ellos se caracteriza por un tiempo de inicio (t_o , en segundos), un tiempo de finalización (t_f , en segundos), una duración, que viene expresada por $T = t_f - t_o$ y un caudal Q . La caracterización de la demanda de agua como pulsos rectangulares tiene como objetivo facilitar el reconocimiento de los aparatos empleados en el consumo, pero para realizarla correctamente es necesario disponer de medidas de los caudales de consumo en intervalos reducidos de tiempo, en el entorno del segundo (de otro modo la distorsión introducida por la escasez de datos no permitiría identificar los diferentes usos que se dan al agua).

Una vez caracterizada la demanda en pulsos de consumo, se realiza la identificación de los distintos usos. El factor clave en el reconocimiento de consumos consiste en la identificación de la forma que adoptan los diferentes usos al representar gráficamente la señal suavizada y su contraste con los resultados obtenidos en el reconocimiento y calibración inicial. Se observa que cada uno queda definido por una forma específica que lo caracteriza de manera que pueden ser identificados a pesar de producirse algunos de ellos de manera simultánea. Las diferencias de caudal, velocidad de cierre de las válvulas y frecuencia de aparición de los mismos son los factores que originan las diferentes formas.

Estos reconocimientos iniciales aportaron el patrón particular de cada uno de los aparatos en la vivienda, por lo que fueron empleados como herramienta de apoyo en la identificación de los usos. Precisamente, el primer paso en el proceso de identificación de los usos consistió en el análisis de los registros obtenidos en el reconocimiento inicial de la vivienda en estudio, lo que permitía identificar el tipo de cisterna y los caudales característicos de cada aparato y grifo. La Figura 8 muestra un ejemplo de registro para este reconocimiento inicial.

Figura 8. Ejemplo de reconocimiento inicial



Durante la monitorización se tipificaron los usos residenciales del agua en cisternas, duchas, lavadoras, lavavajillas y grifos, presentando cada grupo las siguientes características:

- Cisternas: su aparición comienza con un aumento instantáneo del caudal que alcanza un máximo que se mantiene durante un intervalo de tiempo, a continuación se inicia un descenso paulatino de caudal originado por el cierre de la válvula de llenado de la cisterna. Esta pendiente o especie de "cola" que presenta el consumo es la que delata este tipo de uso del agua.
- Duchas: son consumos que se producen a caudal elevado y durante un intervalo de tiempo considerable. Un factor que ayuda a la identificación de las duchas es la hora en que tiene lugar este caudal elevado (habitualmente a primera hora de la mañana o a última hora del día).
- Lavadoras y lavavajillas: tienen patrones similares, y su empleo consiste en la aparición de ciclos repetitivos con un mismo caudal (inferior para el caso de lavavajillas), aunque el volumen de estos ciclos puede variar en función del programa.
- Grifos: son usos de caudal y duración variada, y no tienen una característica concreta que permita su identificación. En este apartado se incluyen todos los consumos excepto los cuatro grupos definidos anteriormente, las fugas y los flujos continuos no intencionados.
- Fugas: son consumos provocados por el mal estado de las instalaciones de fontanería. Se trata de caudales bajos que se mantienen constantes a lo largo del día o durante un periodo de tiempo elevado.
- Consumo no intencionado: se incluyen en este grupo todos los consumos que se han producido inintencionadamente, ya sea por una mala utilización por parte del usuario o por el deterioro de las

instalaciones. En general, su aparición tiene carácter aleatorio aunque en ocasiones, sobre todo cuando son fruto de defectos en la instalación, pueden tener patrones repetitivos. Ejemplos de este tipo de uso pueden ser las pérdidas en los grifos donde es necesario hacer más fuerza de lo habitual para cerrarlos y evitar el goteo, cisternas que quedan abiertas o "enganchadas" y todos aquellos consumos que, por su inhabitual duración y/o por su bajo caudal, revelan ser no intencionados. En ocasiones pueden confundirse con las denominadas fugas.

4

Resultados

4.1. Contextualización de las campañas de toma de datos

En la selección de las muestras de cada campaña se buscó la representatividad de las variables explicativas del consumo de agua objeto de cada una, así como su encuadre contrastado con los valores oficiales de estos parámetros en la Comunidad de Madrid. Dicho contraste se consideró válido y así lo avalan los valores recogidos en el apartado 4.2 de este documento.

No obstante, hay una serie de factores imposibles de conocer a priori y que sólo se pueden identificar mediante la monitorización y el propio desarrollo de las campañas y encuestas de detalle. Los factores más significativos de este tipo son el tamaño del hogar (número de habitantes de la vivienda) y los hábitos de permanencia en la vivienda. Algunos otros factores vinculados a políticas coyunturales de persuasión para un uso responsable del agua o a limitaciones por situaciones de escasez, son imposibles de prever, pero a la hora de valorar los datos registrados en cada caso y período resulta imprescindible tenerlos en cuenta.

Un análisis de la información registrada en términos consistentes ha de considerar las diferencias en dichas variables, por ello se han evaluado en primer lugar esas diferencias y puesto en un contexto homogéneo.

En la comparación de las muestras monitorizadas en cada campaña y formato destacan los siguientes aspectos.

4.1.1. Ocupación

La tasa de ocupación de las viviendas plurifamiliares (en bloques) de la muestra de 4.625 viviendas encuestadas en 2001 de este tipo, resultó de 2,94 habitantes por vivienda, mientras que en las 292 viviendas monitorizadas en la campaña de 2003, la tasa de ocupación resultó ser de 3,50 habitantes por vivienda. En ambos casos supone un aumento significativo sobre la tasa de ocupación media de la Comunidad de Madrid en dicho año, que se situaba en 2,72 habitantes en las viviendas principales (dado que en las campañas sólo se monitorizaron viviendas principales, es ésta la tasa con la que se debe comparar).

En la fase de encuesta, las viviendas unifamiliares consideradas de este tipo resultaron con una tasa de ocupación de 3,24 habitantes por vivienda principal mientras que en la muestra monitorizada la cifra se elevaba a los 4,16 en promedio.

En 2006 la tasa de ocupación de viviendas principales de la Comunidad de Madrid descendió ligeramente hasta los 2,68 habitantes por vivienda principal¹. En la campaña de este año, la muestra de viviendas plurifamiliares resultó con una tasa de ocupación igual a la de 2003 con un valor medio de 3,50 habitantes y, en las de tipo unifamiliar, un valor medio de 4,28.

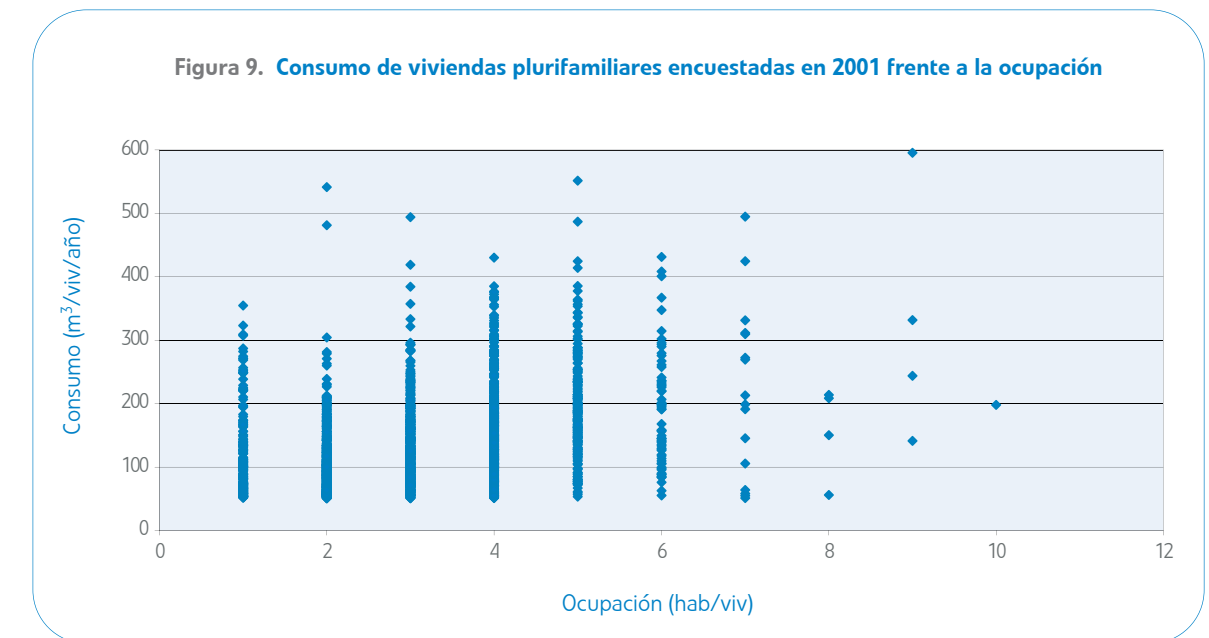
Como se puede ver en la Tabla 8 se observan diferencias significativas entre las campañas y la encuesta respecto a los valores medios de ocupación en la Comunidad de Madrid, que deben ser tenidas en cuenta a la hora de valorar los resultados obtenidos. Para la Comunidad de Madrid se ha empleado el mismo dato para viviendas unifamiliares y plurifamiliares, ya que no es posible discriminar la ocupación por tipo de vivienda.

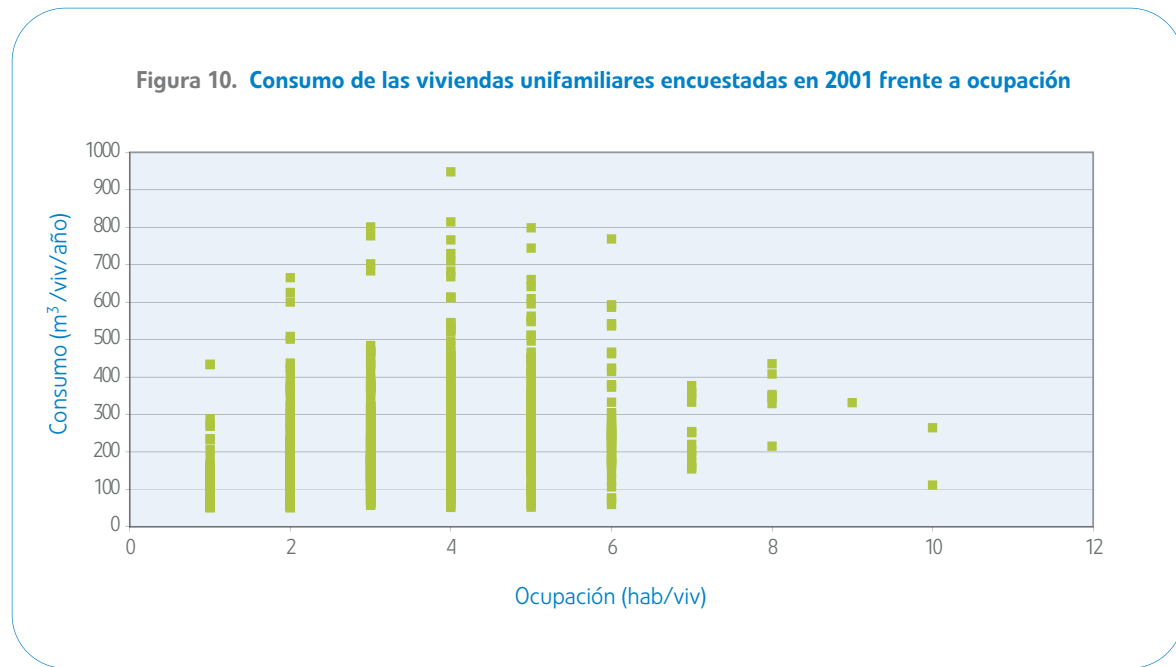
¹El último censo de viviendas publicado por el INE corresponde al año 2001. Los datos de ocupación posteriores a esta fecha se han calculado a partir de los datos del fichero de clientes de Canal de Isabel II, donde se han considerado viviendas secundarias aquellas que no tienen consumos apreciables en invierno (menos de 5 metros cúbicos mensuales en enero y diciembre). Este criterio produce valores consistentes con los publicados en los censos del INE.

Tabla 8. Comparativa de la ocupación media de las dos muestras con la encuesta y con datos de la Comunidad de Madrid

	Plurifamiliares	Unifamiliares
Comunidad de Madrid 2003 (viviendas principales)	2,72	2,72
Muestra monitorizada 2003	3,50	4,16
Encuestas de 2001 (realizadas en la primera etapa)	2,94	3,24
Comunidad de Madrid 2006 (viviendas principales)	2,68	2,68
Muestra monitorizada 2006	3,50	4,28

Los análisis de homogeneidad de consumos unitarios por habitante deberían realizarse con la función que relacionara consumo y tasa de ocupación. Sin embargo, tras un intento de ajustar los 4.625 datos de la encuesta de 2001 de consumo frente a la ocupación, reflejados en la Figura 9 y 10, el ajuste resultó ser imposible debido a la gran dispersión de datos. Esto significa que la variación del consumo para cada tipo de vivienda no puede explicarse teniendo en cuenta sólo la ocupación de la vivienda, sino que hay que tener en cuenta otros factores y variables explicativas como se pondrá de manifiesto en el apartado 4.3.





4.1.2. Hábitos de permanencia en la vivienda

Otro de los factores desconocidos en las valoraciones de la demanda basadas en las lecturas sistemáticas de intervalo mensual efectuadas por las empresas suministradoras de agua es el grado de presencia continuada en las viviendas.

De hecho, aún con los registros de consumo a intervalos iguales o inferiores al diario, sólo se puede conocer la ausencia total de los habitantes de una vivienda por la ausencia total de consumo.

En las campañas realizadas, ha sido posible conocer este factor, lo que ha permitido caracterizarlo en la muestra y su generalización al resto de la Comunidad de Madrid. No obstante a efectos de comparación entre los valores de consumo obtenidos en los diferentes grupos muestreados y periodos de monitorización, resulta necesaria su caracterización y cuantificación, lo que se describe a continuación, así como una valoración particular del consumo para los días de presencia.

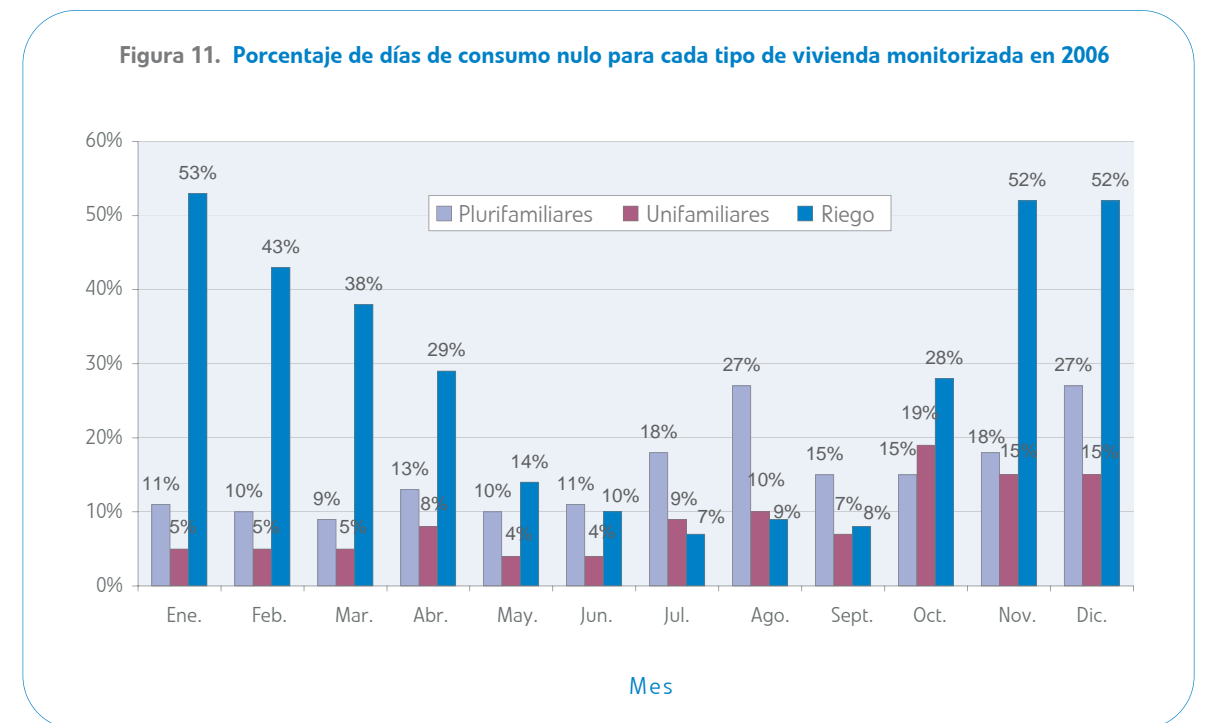
Con carácter general se registraron grandes diferencias para este factor entre ambas campañas. En la campaña de 2003, el porcentaje de días sin consumo (asumido como días sin presencia en la vivienda) se sitúa en un 6,73 por ciento en unifamiliares y en un 8,97 en plurifamiliares. En la campaña de 2006 estos valores resultan mayores alcanzando el 9,69 por ciento en unifamiliares y el 13,45 en plurifamiliares. La Tabla 9 recoge estos valores. La mayor probabilidad de usos de exterior programados en ausencia de los habitantes de las viviendas unifamiliares podría explicar los valores inferiores en los plurifamiliares.

Tabla 9. Porcentaje de días sin consumo en las viviendas para las dos muestras

	Plurifamiliares	Unifamiliares
Monitorización 2003	8,97	6,73
Monitorización 2006	13,45	9,69

La distribución anual de los valores medios de ausencia de las viviendas, sólo se ha podido realizar para la campaña de 2006, que cubrió todo un ciclo anual.

En la Figura 11 se han reflejado los porcentajes de ausencia (consumo nulo), medios en cada mes, para las viviendas unifamiliares y plurifamiliares, así como para los porcentajes de ausencia de consumo en los contadores exclusivos para el riego. Se observan claramente los períodos de vacaciones y ligeras diferencias porcentuales según el tipo de vivienda, lo cual podría ser atribuible a diferentes contextos socioculturales o económicos.



Un factor adicional que influyó en la campaña de 2006 fue el cambio en los hábitos de consumo derivados de las medidas implantadas para afrontar la sequía que afectó a la Comunidad de Madrid en gran parte de ese año. La valoración de este factor sólo se puede incorporar desde el conocimiento de la influencia global de la sequía en los diferentes usos en todo el territorio, lo que debería estar reflejado en los valores medios globales para cada tipo de uso.

La influencia de los días sin consumo en los valores promedio resultantes para las diferentes campañas y grupos se ha reflejado de la Figura 12 a la 17.

4.1.3. Análisis de consumos unitarios por vivienda

Desde el conocimiento de los valores correspondientes a las campañas realizadas para ambos factores, se ha procedido al cálculo y comparación de los resultados obtenidos en sus valores unitarios por vivienda.

Para el período correspondiente a 2003 y las viviendas plurifamiliares, los valores unitarios de los datos globales de la Comunidad de Madrid aplicados a las viviendas principales arrojan consumos globales unitarios diarios de 362 litros por vivienda, cifra que se reduciría a 328 si se aplicase a la totalidad de las viviendas de este tipo. Los valores equivalentes para la muestra encuestada resultan inferiores, 324 litros por vivienda y día, y ello a pesar de tener un grado de ocupación mayor. En la muestra monitorizada en 2003 los valores descienden aún más, hasta los 300 litros. En ambos casos la tasa de ocupación en el entorno de los 3,5 habitantes por vivienda, es aún mayor que la de la encuesta. El simple reparto de estos valores entre los habitantes de cada grupo y campaña destaca las diferencias, resultando valores de 133 litros por habitante y día en el global de las viviendas plurifamiliares principales de la Comunidad de Madrid, 110 en la muestra encuestada y 85 en la muestra monitorizada.

Este mismo tipo de viviendas plurifamiliares, en el período 2006, tuvo en el conjunto de las principales de la Comunidad de Madrid unos consumos unitarios de 325 litros por vivienda y día y en la totalidad de ellas de 306. La disminución en el entorno del 10 por ciento respecto a los valores de 2003 podrían estar reflejando la influencia de la sequía en el consumo total ya que se aproxima a los valores medios de reducción de consumo doméstico en la Comunidad de Madrid. En la muestra de la campaña de 2006 la cifra de consumos unitarios por vivienda plurifamiliar fue de 283 litros por vivienda y día. Una vez más se repite una cifra de consumo unitario inferior a la media de la Comunidad de Madrid, a pesar de tener tasas de ocupación por vivienda muy superiores a la media global. Por ello, el análisis de los consumos en sus valores unitarios por habitante aumenta las diferencias, resultando de 118 litros por habitante y día en el conjunto de las principales de la Comunidad de Madrid y de 81 litros en la muestra monitorizada.

Para las viviendas de tipo unifamiliar, las cifras globales para 2003 son de 740 litros por vivienda y día en el conjunto y de 532 en las principales. Al comparar estos valores con los de las muestras utilizadas, resultan de 487 en la muestra encuestada y en torno a los 630 en la muestra monitorizada. Una vez más, se constatan los menores consumos a pesar de que las tasas de ocupación por vivienda son de 2,72, 3,24 y 4,16 habitantes por vivienda respectivamente. La transformación de las dotaciones unitarias por vivienda unifamiliar en habitantes arroja cifras de 217 litros por habitante y día para la totalidad de la Comunidad de Madrid y de 271 para las principales, así como de 150 litros por habitante y día para la muestra encuestada y de 152 para la muestra monitorizada.

En el período 2006 los valores correspondientes a las viviendas unifamiliares muestran la misma pauta de consumos inferiores a la media. Mientras que en el conjunto de la Comunidad de Madrid las dotaciones eran de 664 litros por vivienda y día, y en las principales de 505, en la muestra monitorizada la dotación media fue de 499. La tasa de ocupación global de la Comunidad de Madrid para las principales era de 2,68 habitantes por vivienda y en la muestra de unifamiliares esta cifra se elevaba hasta los 4,28, claramente superior a los valores medios. El reflejo de los consumos, en forma de dotaciones por habitante, resalta las diferencias. Los valores globales de la Comunidad de Madrid arrojan, para ese año y tipo de vivienda unifamiliar, cifras de 206 litros por habitante y día, siendo en las principales de 241. En la muestra monitorizada la cifra resultante es de tan sólo 116 litros por habitante y día.

Hay que tener en cuenta que uno de los factores más determinantes del consumo de agua en las viviendas unifamiliares es el tamaño de jardín. Si analizamos el tamaño medio de jardín de la muestra de la segunda fase del proyecto comparada con la de la Comunidad de Madrid, se observa que mientras que la superficie media para la muestra de 2006 es de 126,5 metros cuadrados, para la Comunidad de Madrid en ese mismo año es de 112,3, sin discriminar las de uso principal y secundario, 12 por ciento inferior a la muestra. Teniendo en cuenta que la mayor parte del consumo en viviendas unifamiliares se realiza en los meses de verano, un menor consumo en el riego de jardines, debido a las restricciones por sequía en estos meses, en una mayor superficie de jardín y usada como vivienda principal, podría explicar en parte que el valor promedio anual de esta muestra sea inferior al de la Comunidad de Madrid.

Estas cifras se han recogido en la siguiente tabla (Tabla 10).

Tabla 10. Dotaciones globales promedio de las dos muestras monitorizadas de la encuesta y globales de la Comunidad de Madrid

	Plurifamiliares		Unifamiliares	
	Dotación l/viv/día	Dotación l/hab/día	Dotación l/viv/día	Dotación l/hab/día
Comunidad Madrid 2003 (sólo principales)	362	133	740	271
Comunidad Madrid 2003 (todas viviendas)	328	134	532	217
Encuestas 2001 (realizadas en la primera fase)	324	110	487	150
Muestra monitorizada 2003	300	85	630	152
Comunidad Madrid 2006 (sólo principales)	325	118	664	241
Comunidad Madrid 2006 (todas viviendas)	306	125	505	206
Muestra monitorizada 2006	283	81	499	116

De la Figura 12 a la 14, se observa un reparto uniforme de las diferencias de dotación a nivel mensual en las campañas de 2003 según se consideren o no, los días sin consumo, acusándose un poco más las diferencias durante las épocas vacacionales en las viviendas plurifamiliares.

Figura 12. Dotaciones promedio mensuales para las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003

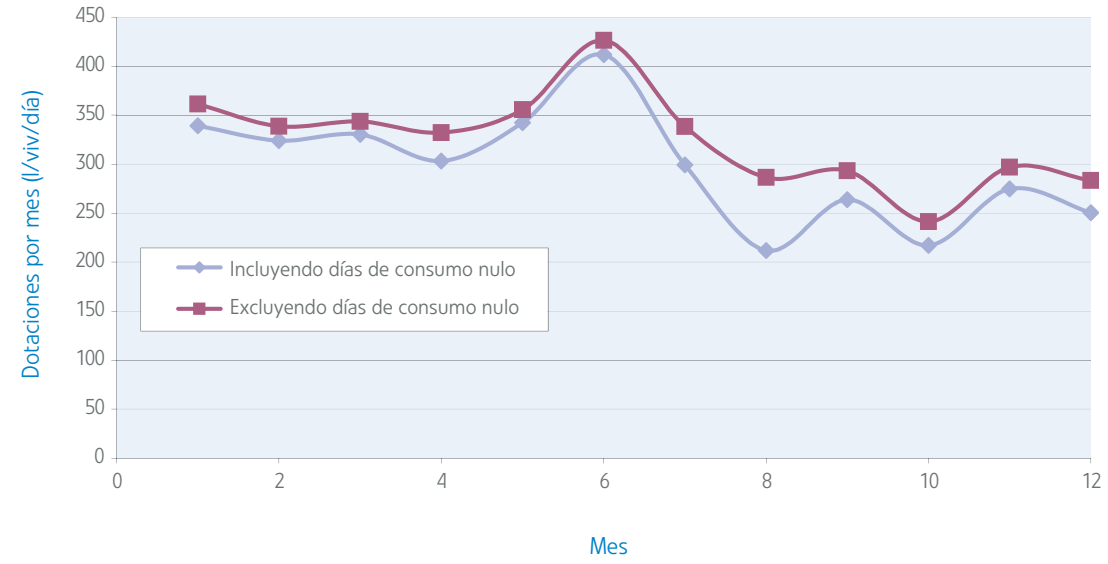
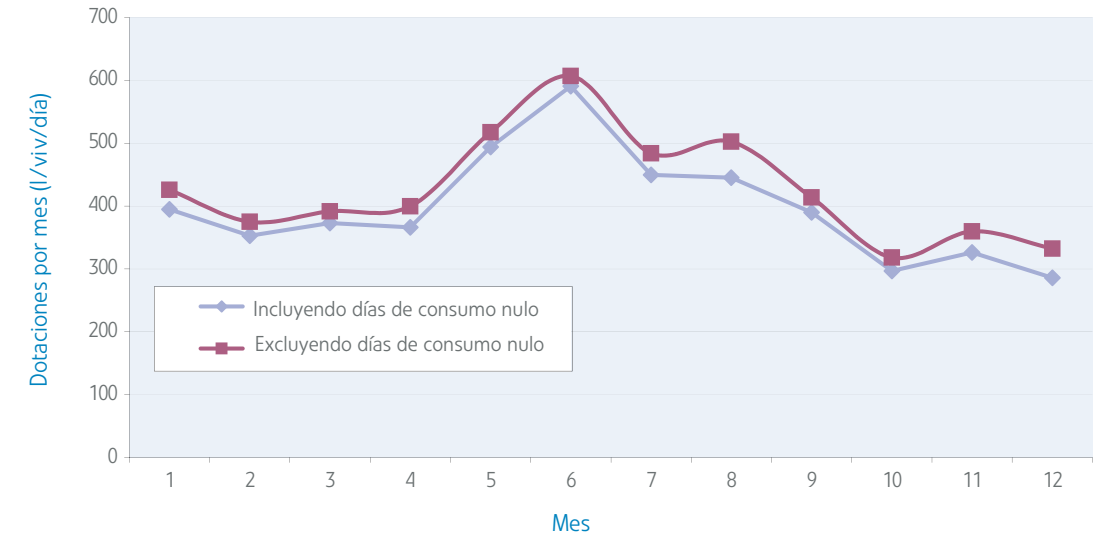


Figura 13. Dotaciones promedio mensuales para las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003



Figura 14. Dotaciones promedio mensuales para el consumo doméstico de las viviendas monitorizadas en 2003



En las campañas de 2006, reflejado en las Figura 15, 16 y 17, se comprueba un fenómeno similar en las diferencias debidas a la consideración dependiente de los días sin consumo, aunque moviéndose en un rango de valores diferente debido probablemente a la sequía, así como a una distribución y apuntamiento estacional afectado por el mismo fenómeno.

Figura 15. Dotaciones promedio mensuales para las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006

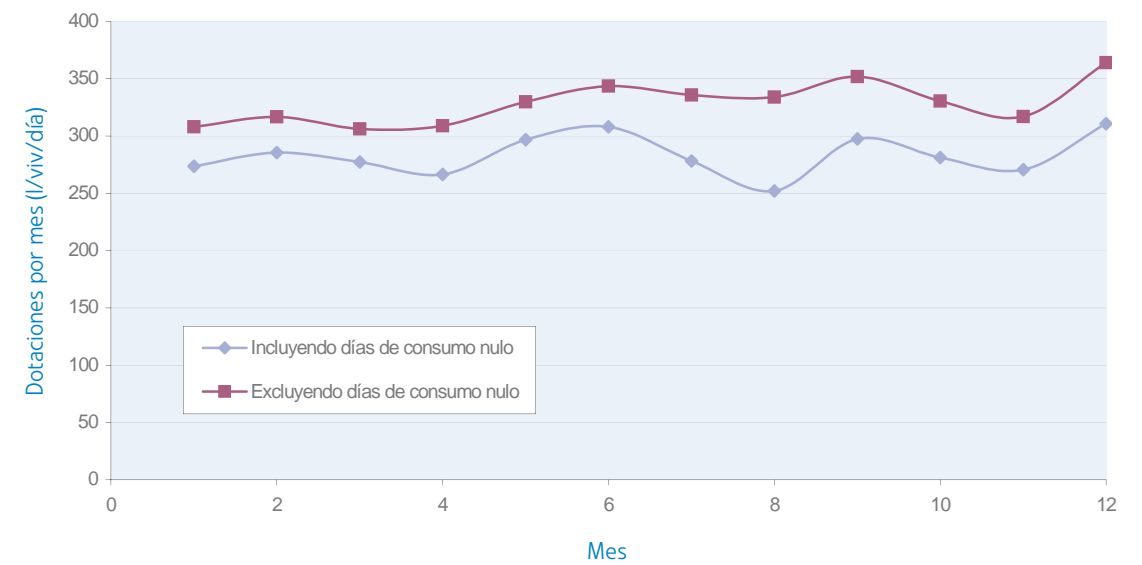


Figura 16. Dotaciones promedio mensuales para las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006

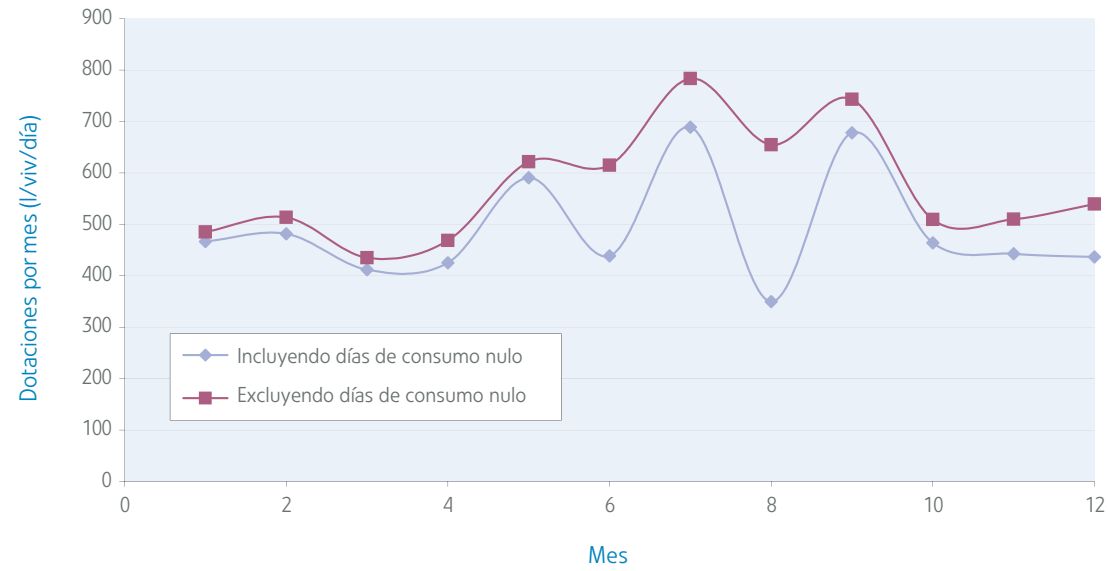
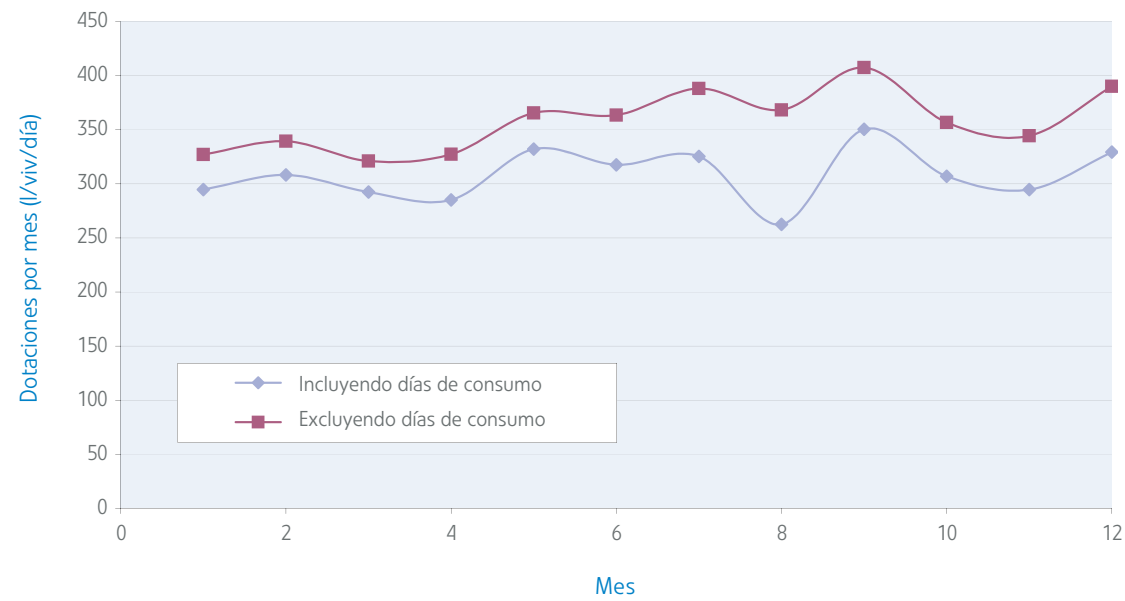


Figura 17. Dotaciones promedio mensuales para el consumo doméstico de las viviendas monitorizadas en 2006



La constatación de las diferencias detectadas en los valores medios globales y unitarios de consumo de las muestras, encuestadas y monitorizadas respecto al conjunto de la Comunidad de Madrid, invitan a una caracterización más detallada de estas muestras en relación al conjunto para valorar su representatividad y validez.

4.1.4. Caracterización de dotaciones

Esta caracterización detallada se ha basado en el análisis comparado de la distribución de frecuencias de dotaciones de cada tipo de vivienda en las distintas campañas, respecto al conjunto de la Comunidad de Madrid.

En la campaña realizada en 2003 sobre las viviendas plurifamiliares, se han contrastado los valores clasificados de dotaciones, resultantes de la consideración de la totalidad de los días monitorizados y solamente de los días con consumo y presencia en las viviendas. De la Figura 18 a la 21 se reflejan estos análisis, incluyendo además la comparación con el grupo de viviendas plurifamiliares de la Comunidad de Madrid que cuenta con contador individual para cada vivienda (conocidos como divisionarios). En ambas consideraciones se observa en el grupo monitorizado un mayor peso de las viviendas con menos consumo, que en términos relativos se ve incrementada por la mayor presencia de consumos nulos en las viviendas de consumo individual más elevado. La comparación con la distribución de las viviendas plurifamiliares con contador individual confirma esta apreciación.

Figura 18. Distribución de frecuencias de dotaciones de las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo los días de consumo nulos

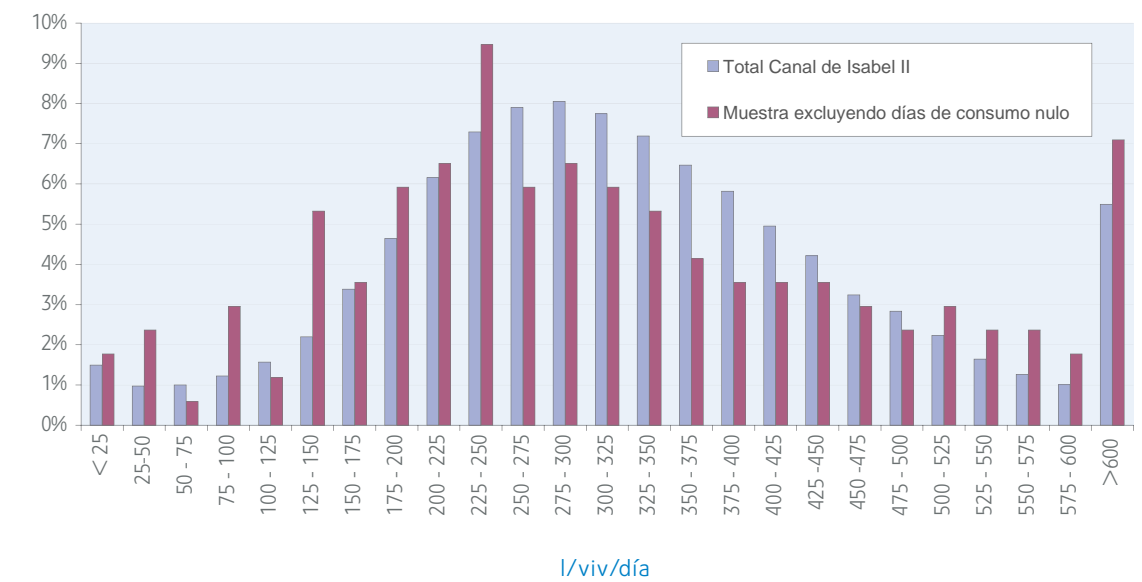


Figura 19. Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo días de consumo nulos

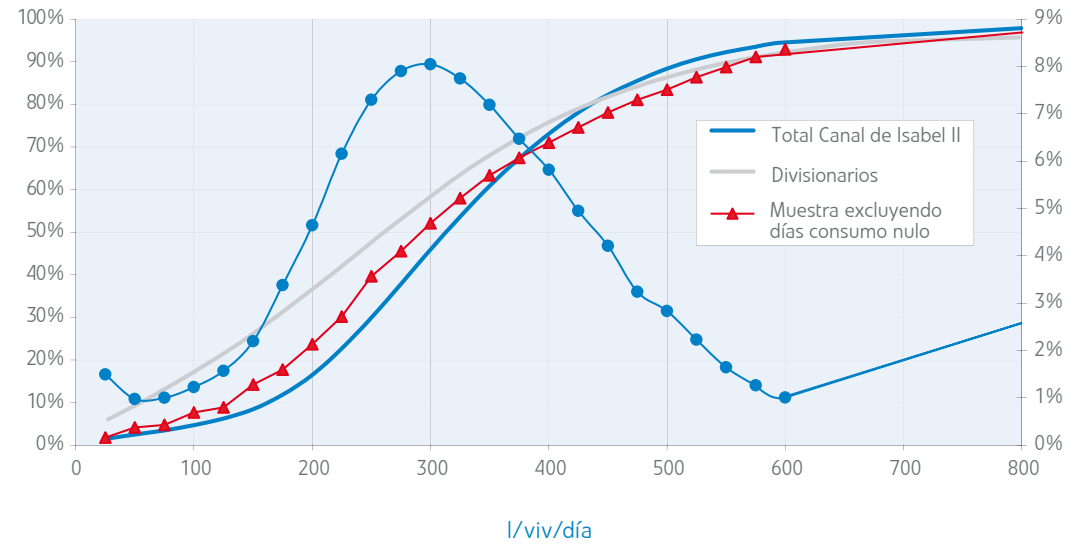
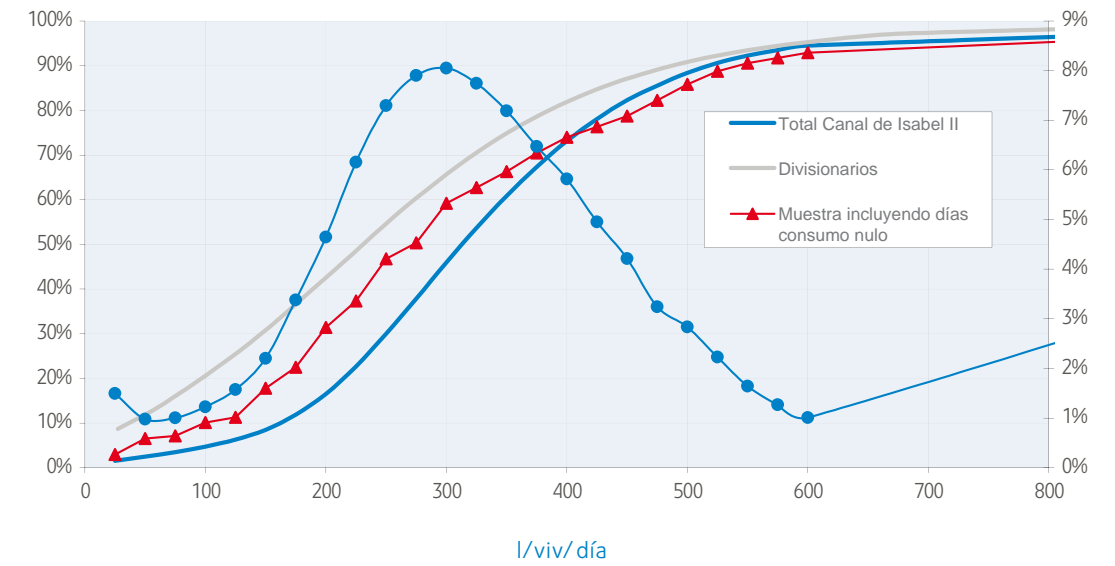


Figura 21. Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo días de consumo nulo



El mismo análisis aplicado a las viviendas plurifamiliares en la campaña de 2006, reflejado desde la Figura 22 a la 25, muestra una mayor semejanza con el conjunto de la Comunidad y especialmente con los divisionarios, aunque se ajustan mejor a los elementos con consumos bajos que a los de consumos altos.

Figura 20. Distribución de frecuencias de dotaciones de las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo todos los días de consumo

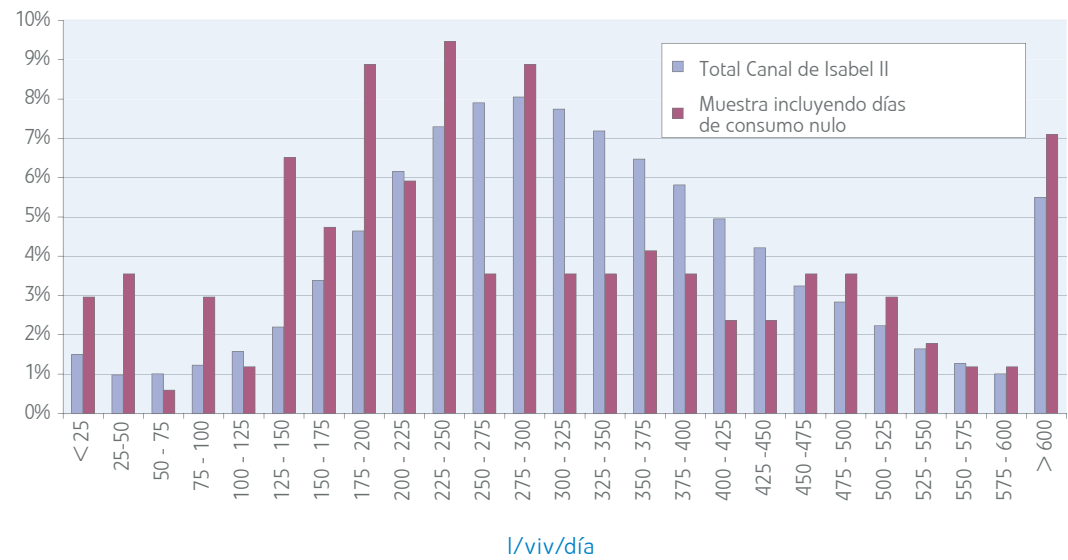


Figura 22. Distribución de frecuencias de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006 excluyendo los días de consumo nulo

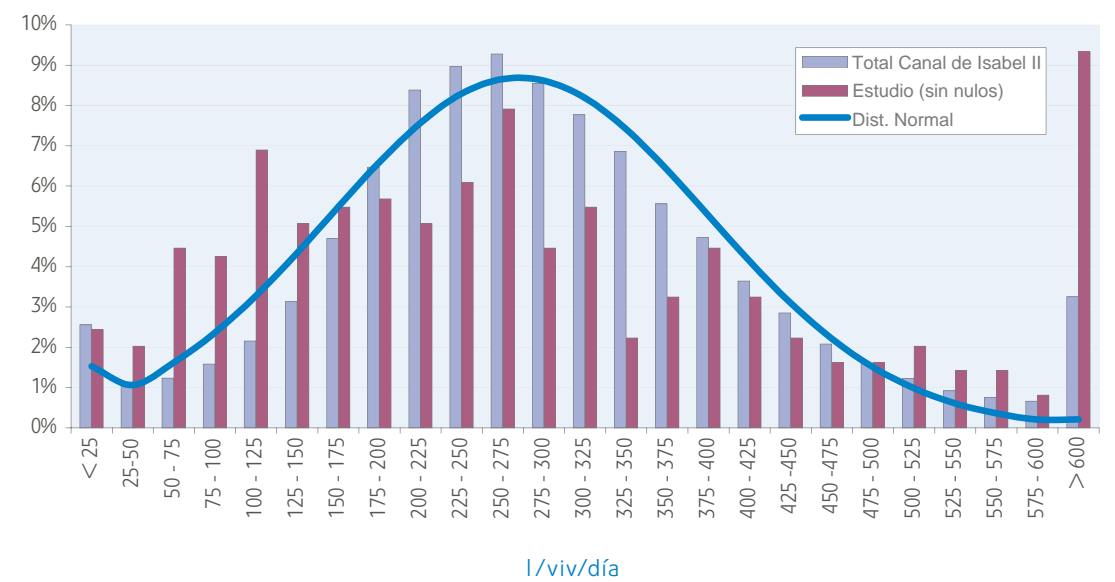


Figura 23. Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006, excluyendo días de consumo nulos

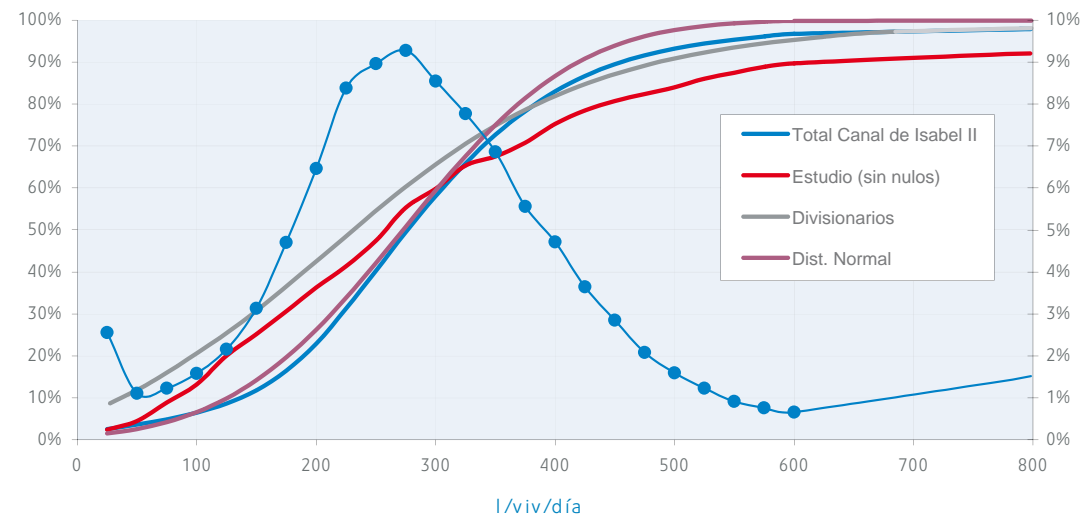


Figura 25. Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006, incluyendo días de consumo nulo

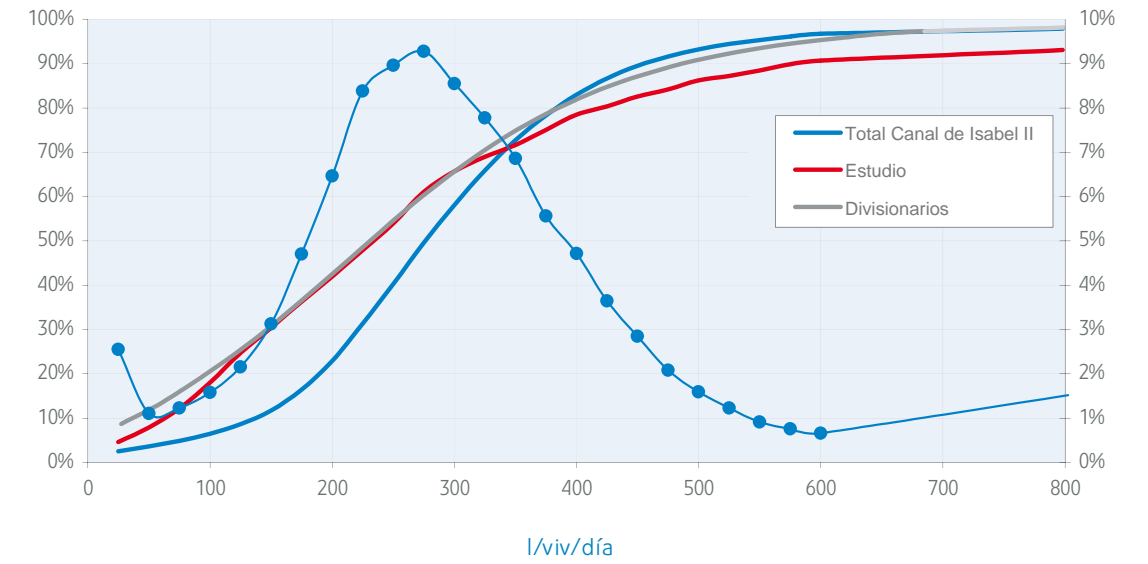
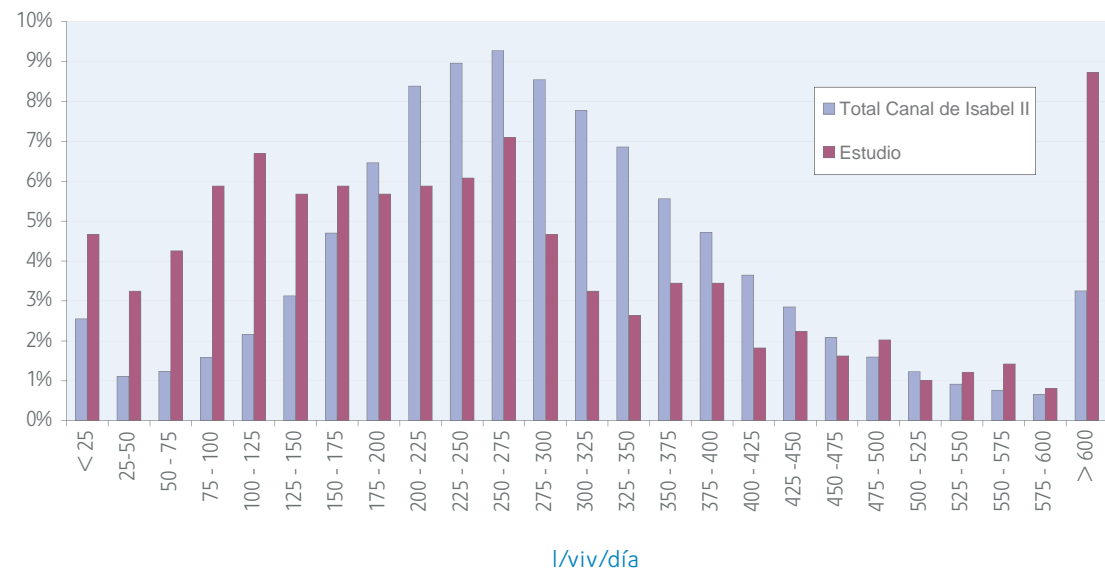


Figura 24. Distribución de frecuencias de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003 incluyendo los días de consumo nulo



Para el análisis de las viviendas unifamiliares, tras una primera valoración comparada del conjunto de viviendas y las muestras de las respectivas campañas (reflejado desde la Figura 26 a la 33), en las que se evidencia una gran diferencia en la distribución de consumos muy bajos, ha sido necesario y posible segregar en la muestra global de la Comunidad de Madrid, aquellas viviendas que por su bajo consumo anual y estacionalidad indican un uso de segunda residencia² y que, por consiguiente, no se corresponden con las monitorizadas en ambas campañas, ya que todas tenían un uso de vivienda principal.

²Se han considerado viviendas secundarias aquellas que no tienen consumos apreciables (menos de 5 metros cúbicos) en los meses de enero y diciembre.

Figura 26. Distribución de frecuencias de las dotaciones de las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo los días de consumo nulo

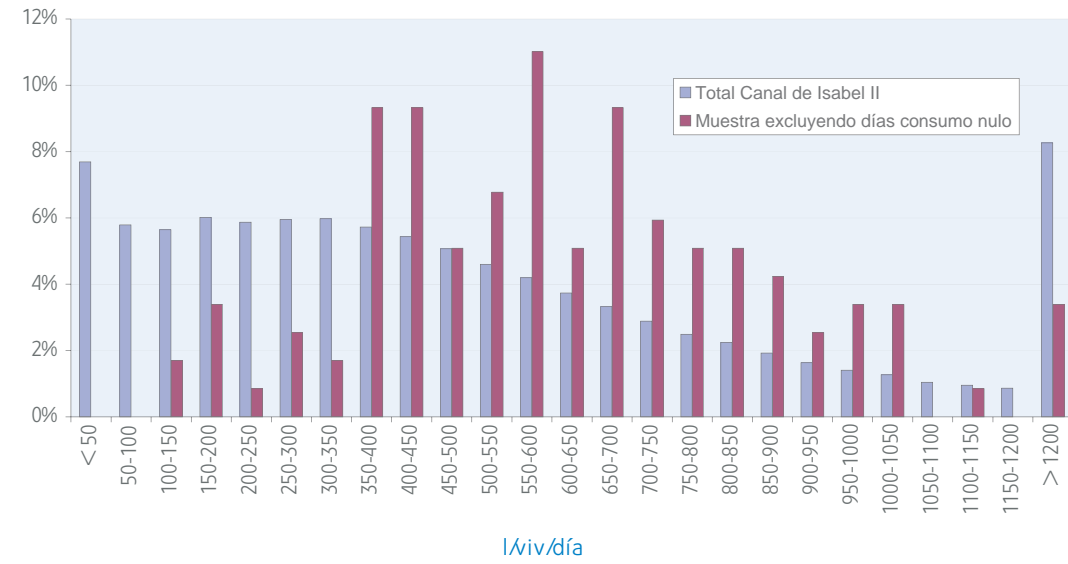


Figura 28. Distribución de frecuencias de las dotaciones de las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo días de consumo nulo



Figura 27. Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo días de consumo nulo

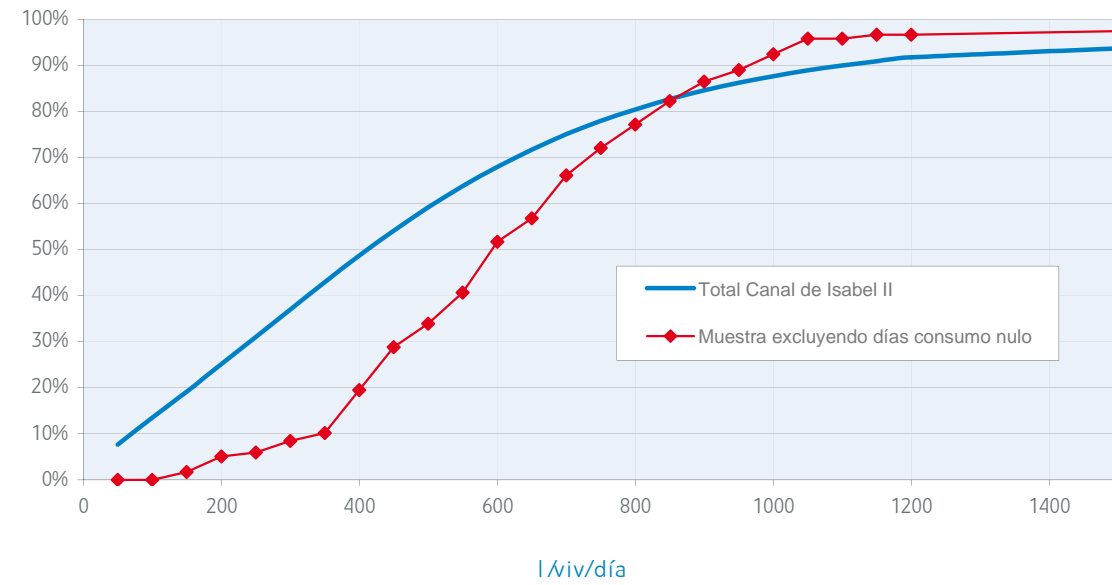


Figura 29. Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo días de consumo nulo

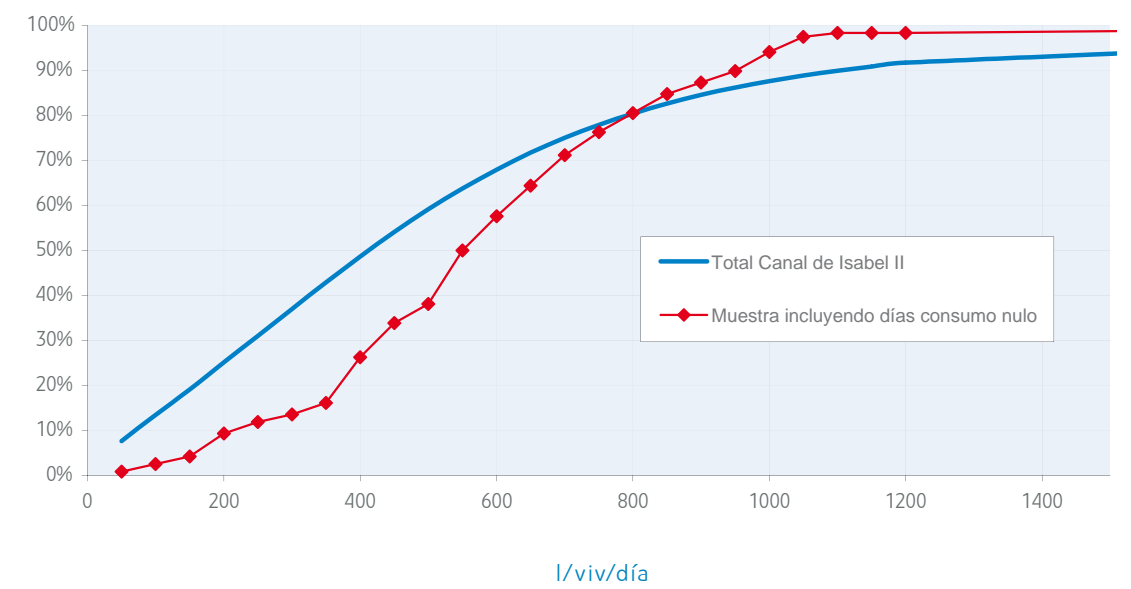


Figura 30. Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, excluyendo días de consumo nulo

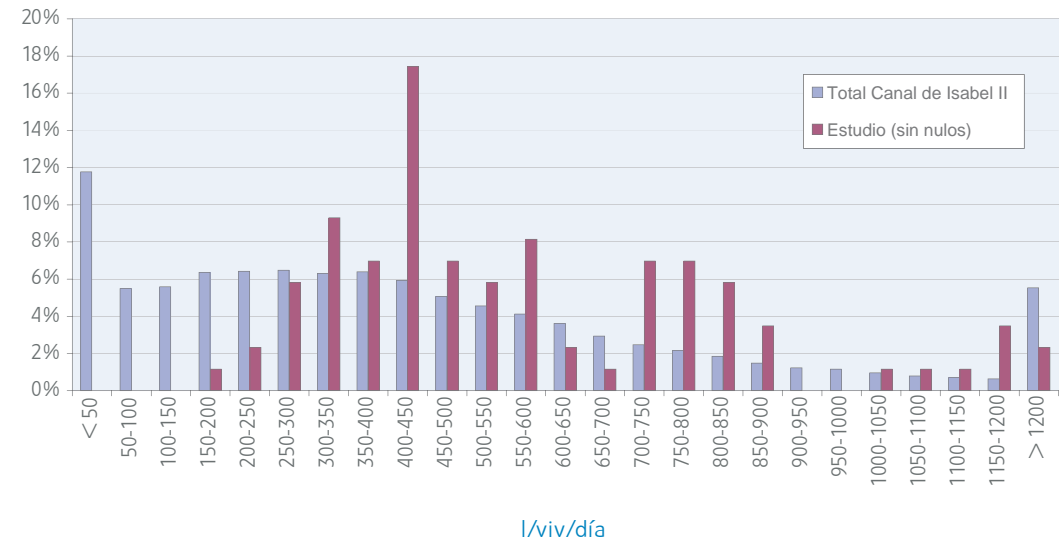


Figura 32. Distribución de frecuencias de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, incluyendo días de consumo nulo

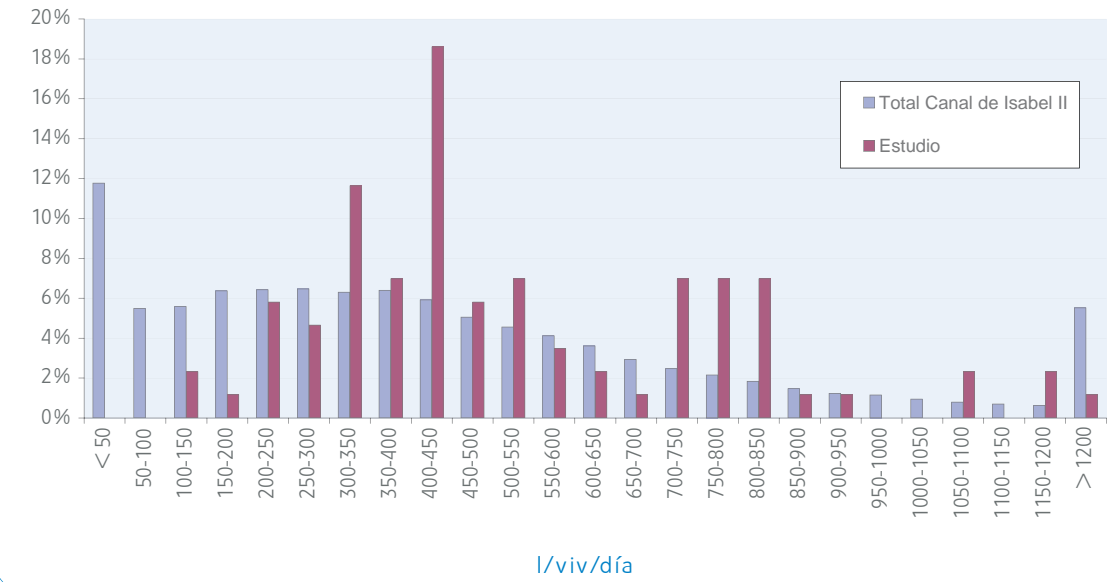


Figura 31. Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, excluyendo días de consumo nulo

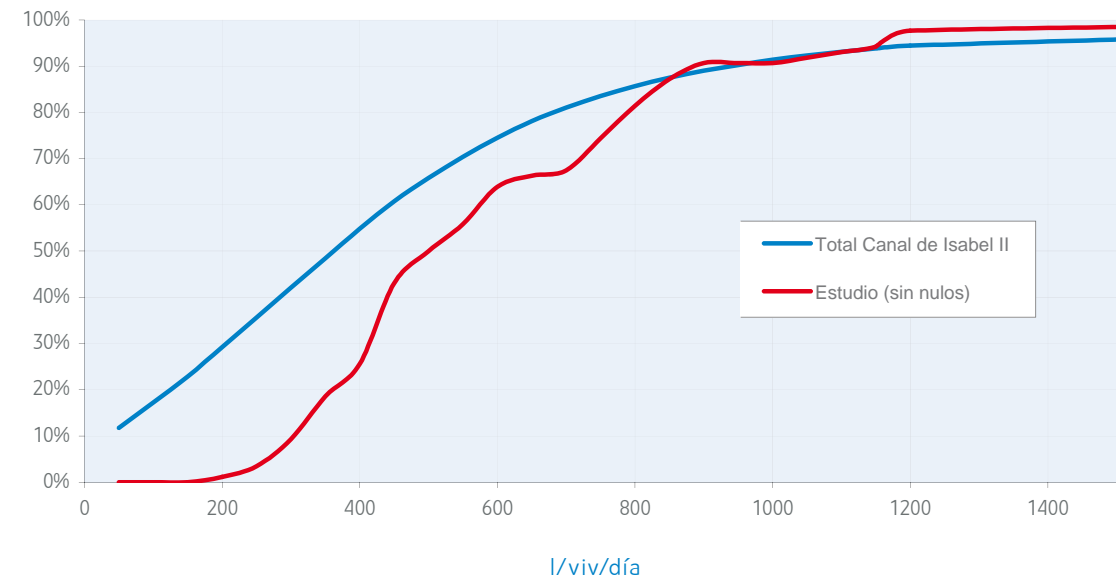
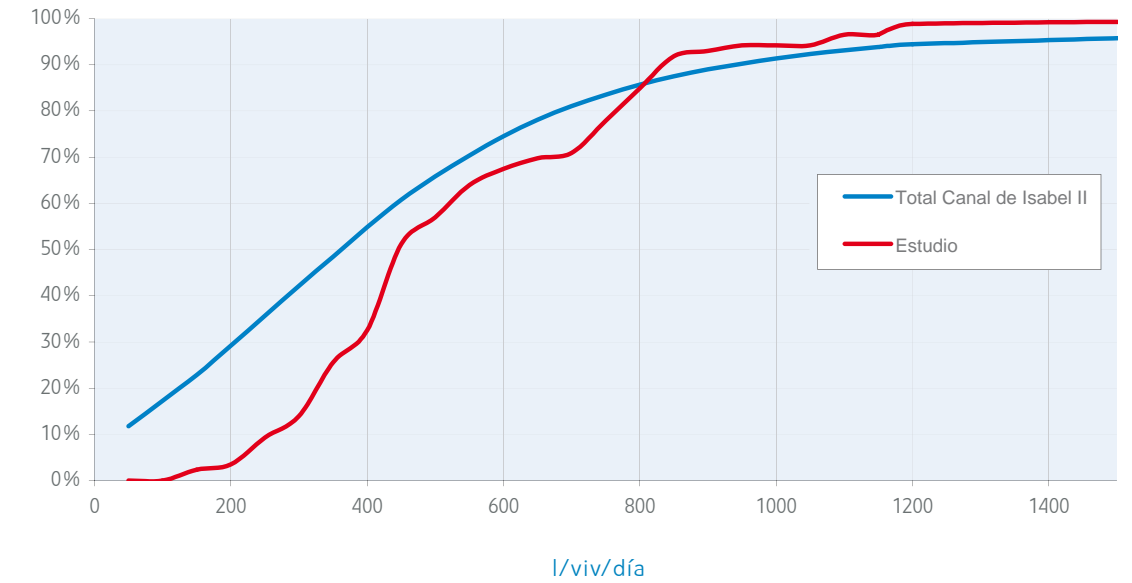


Figura 33. Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, incluyendo días de consumo nulos



El análisis de distribución de dotaciones para las viviendas unifamiliares principales recogido de la Figura 34 a la 37, refleja una distribución más ajustada a las muestras, aunque sigue destacando la falta de representatividad de esta muestra para las viviendas unifamiliares de consumos muy elevados, que llegan a representar un 10 por ciento del total para dotaciones superiores a los 1.200 litros por vivienda y día.

Figura 34. Distribución de frecuencias viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003 y viviendas principales del Canal de Isabel II

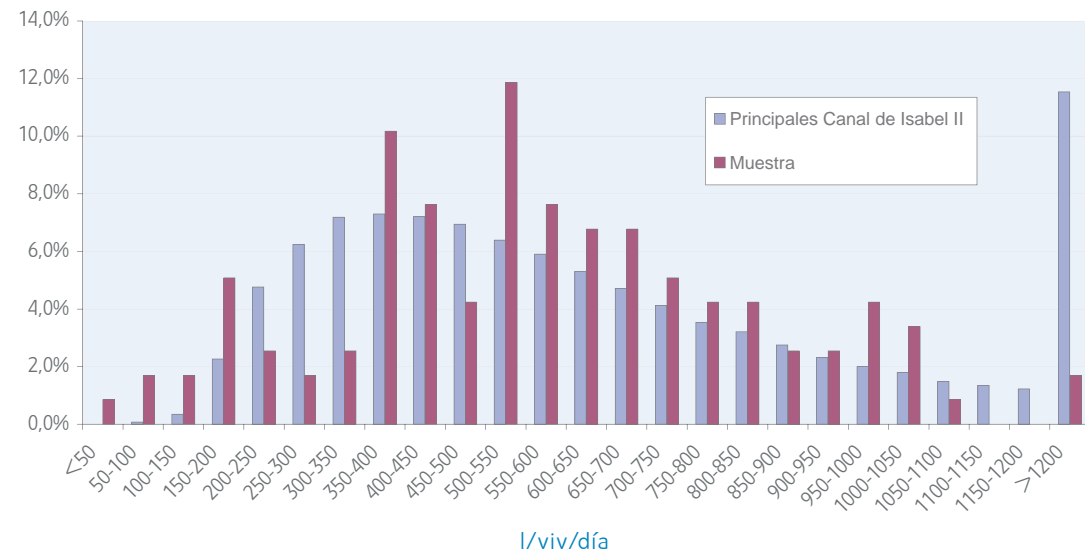


Figura 36. Distribución de frecuencias de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006 y viviendas principales del Canal de Isabel II

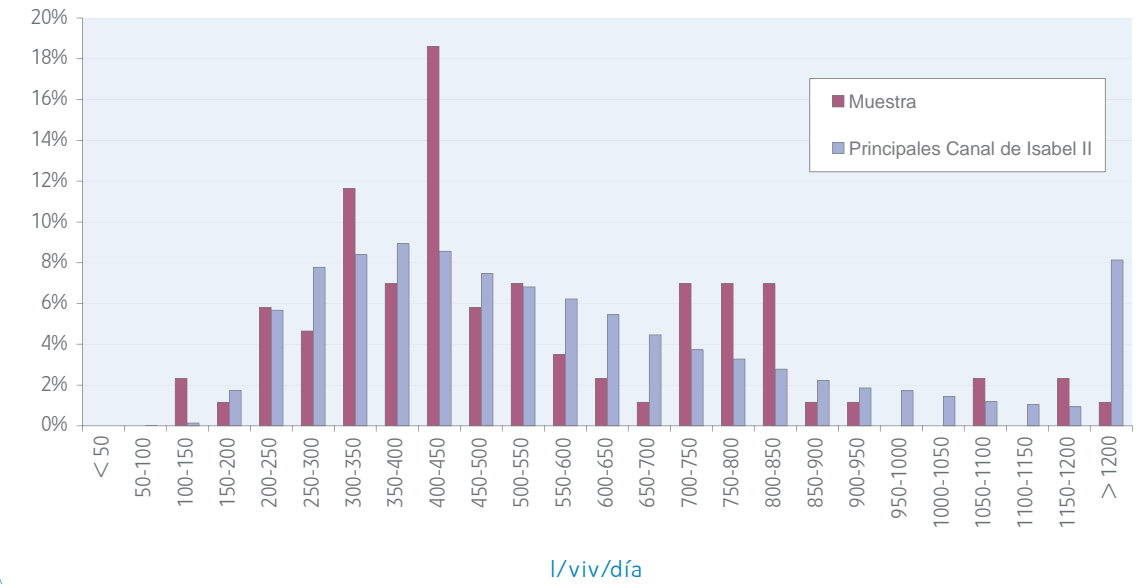


Figura 35. Distribución de frecuencias acumuladas de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003 y principales del Canal de Isabel II

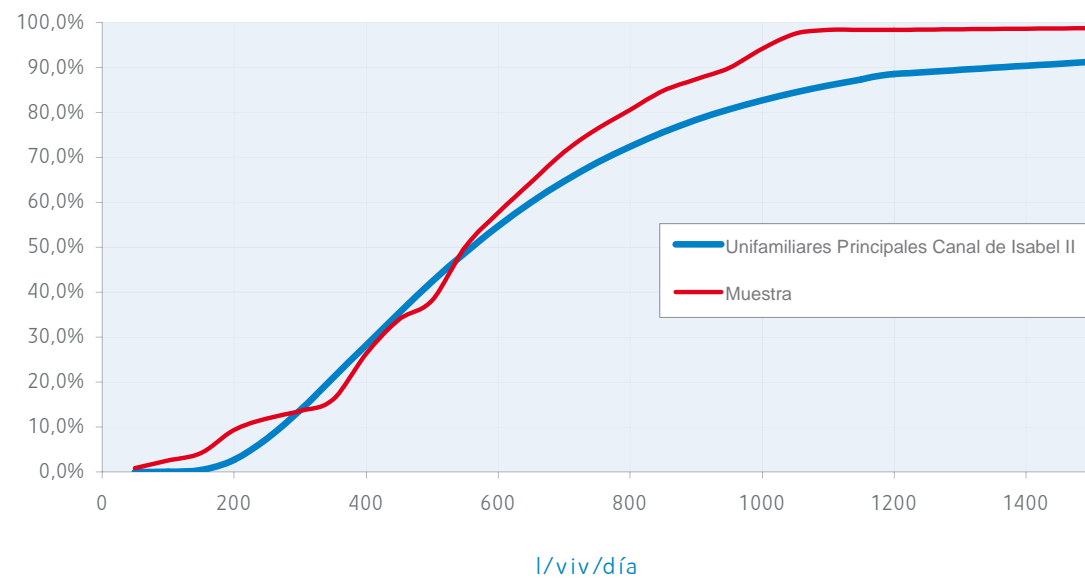
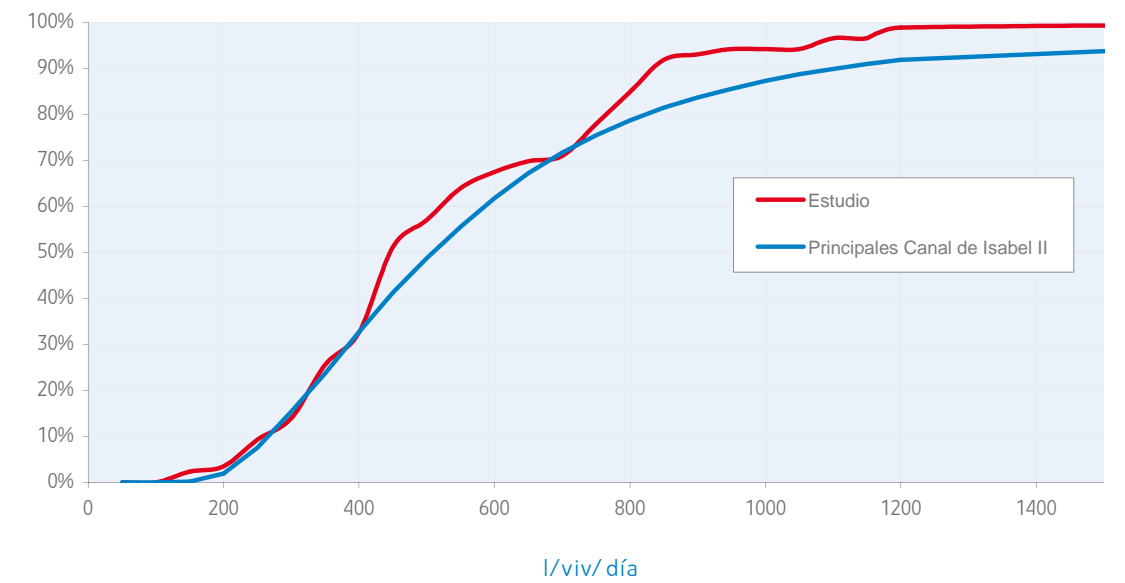


Figura 37. Distribución frecuencia acumulada viviendas unifamiliares monitorizadas 2006 y viviendas principales del Canal de Isabel II



Del análisis particularizado de las muestras correspondientes a las diferentes campañas y su contraste y puesta en el contexto de cada caso, se infieren las conclusiones que se detallan seguidamente.

Las muestras de ambas campañas representan a las viviendas con consumos inferiores a los medios del conjunto de la Comunidad de Madrid, ajustándose bien a los correspondientes a percentiles por debajo del 50 por ciento, lo que debería tenerse en cuenta al valorar los diferentes parámetros registrados expuestos en el presente documento.

El efecto de las medidas de gestión de la sequía padecida en los años 2005–2006 se hizo sentir en los valores absolutos registrados en la campaña de 2006, aunque en términos relativos, respecto a la totalidad de la Comunidad de Madrid, mantienen el sesgo de la anterior campaña hacia las dotaciones inferiores a la mediana.

La referencia de los consumos unitarios al número de habitantes arroja valores aún más bajos, respecto a los consumos medios del global de la Comunidad, que los referidos a las viviendas. Esto se puede explicar por el pequeño tamaño de las muestras o el efecto de otras variables explicativas del consumo, pero muy especialmente por la relación no lineal del consumo con el número de habitantes de la vivienda, como se explica más adelante en este documento. Todo ello invita a manejar con suma cautela los indicadores referidos a habitantes, y en mucha mayor medida su extrapolación a grupos generales.

El conocimiento por parte de los usuarios monitorizados de que se estaba midiendo su consumo puede haber inducido pautas de uso más responsable, lo que explicaría en parte los menores valores unitarios registrados.

En la caracterización del consumo, objeto principal de este documento, se darán referencias absolutas y relativas de las diferentes variables analizadas. Todas ellas deben tomarse con la cautela debida y sus valores se deben poner siempre en el contexto expuesto en el presente apartado.

4.2. Caracterización del consumo

Una vez realizado el análisis global y puesto en un contexto conjunto de las muestras monitorizadas, se van a presentar en este apartado los resultados obtenidos, referentes a los grandes parámetros característicos del consumo a nivel doméstico.

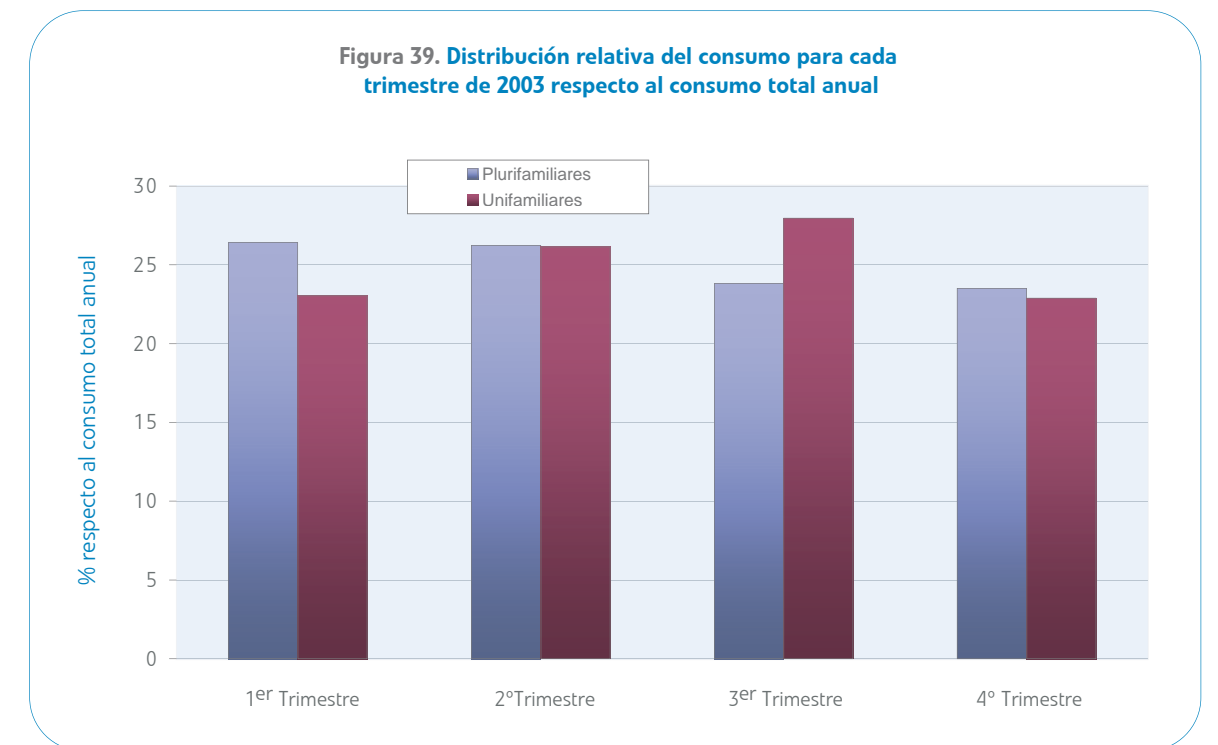
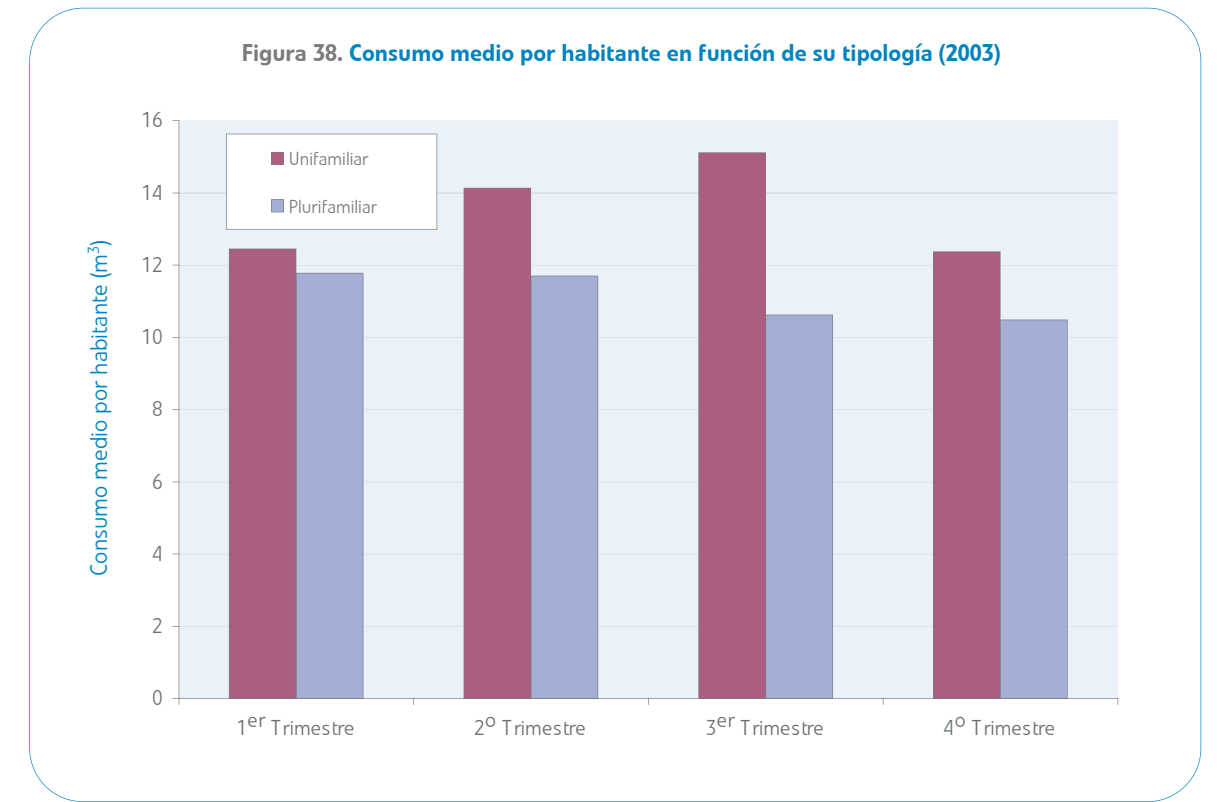
4.2.1. Modulaciones mensuales

En la muestra de la primera fase del estudio, el consumo medio doméstico anual en 2003 fue de 45 metros cúbicos por habitante para viviendas plurifamiliares y de 54 para las unifamiliares.

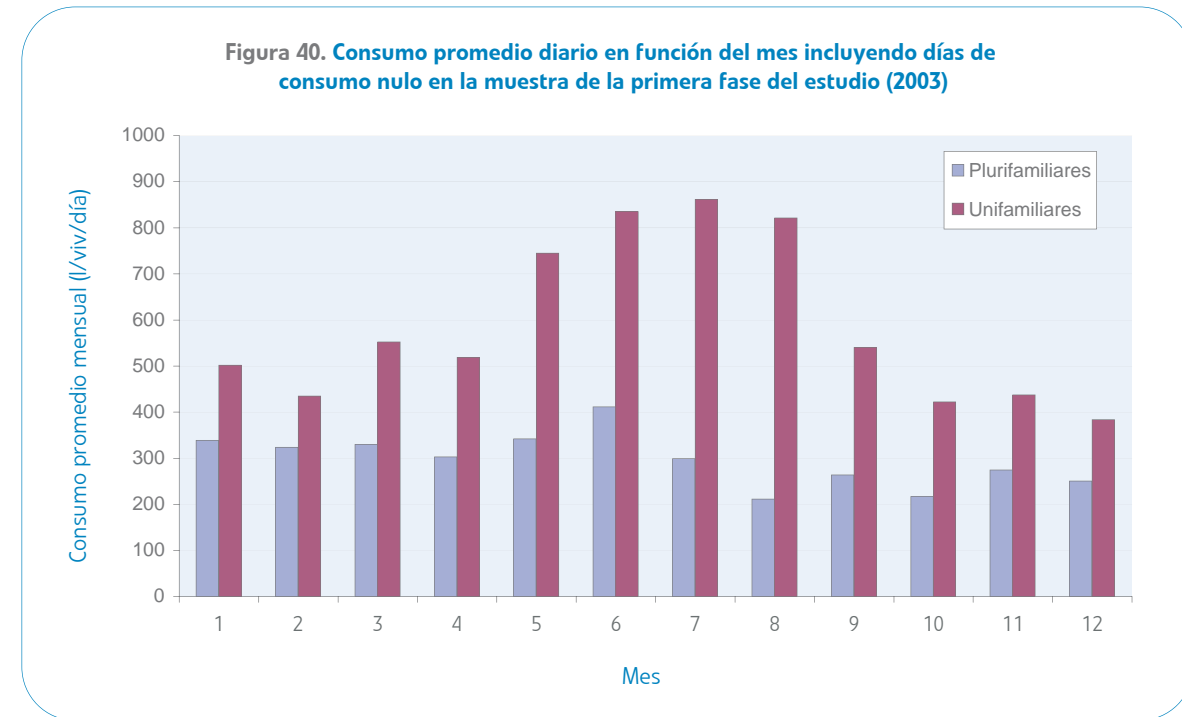
La Figura 38 muestra la distribución trimestral de estos valores como el consumo medio por habitante según tipo de vivienda en función del trimestre.

La diferencia de consumo entre unifamiliares y plurifamiliares es mayor durante el segundo y tercer trimestre (de abril a septiembre, es decir, en primavera y verano), a pesar de la ausencia vacacional.

Si se expresan estos datos en términos relativos al consumo medio anual en 2003, se obtiene la Figura 39, donde se observa el efecto de las ausencias vacacionales y los apuntamientos vinculados a la relación con el clima de las unifamiliares.



Si se analiza ahora el consumo promedio diario por habitante en función del mes (Figura 40), se observa que los valores máximos de consumo se dan en los meses de mayo a agosto, especialmente en las viviendas unifamiliares. Este tipo de viviendas presentó un porcentaje mucho menor de días con consumo nulo que las plurifamiliares. Estos datos se han calculado a partir de las monitorizaciones realizadas cada 15 minutos debido al mayor número de medidas, y teniendo en cuenta tanto los días en los que hubo consumo como los días de consumo nulo.



La Figura 41 muestra la distribución relativa, respecto al total anual, para cada uno de los meses.

Por otro lado, el consumo promedio en función del mes teniendo en cuenta sólo los datos de la monitorización en los que hay consumo, se muestra en la Figura 42.

La diferencia entre la Figura 40 y la Figura 42 se explica según el porcentaje de días de consumo nulo en cada uno de los dos tipos de vivienda (Figura 43), ya que la ocupación de las viviendas no es uniforme durante todo el año. La mayor diferencia entre las viviendas plurifamiliares y unifamiliares se presenta durante los meses de verano, en que las viviendas con riego tienen un porcentaje mucho menor de días con consumo nulo, probablemente debido a una automatización del riego, o a una mayor ocupación de las viviendas que aumenta la probabilidad de que al menos una persona se encuentre en la vivienda.

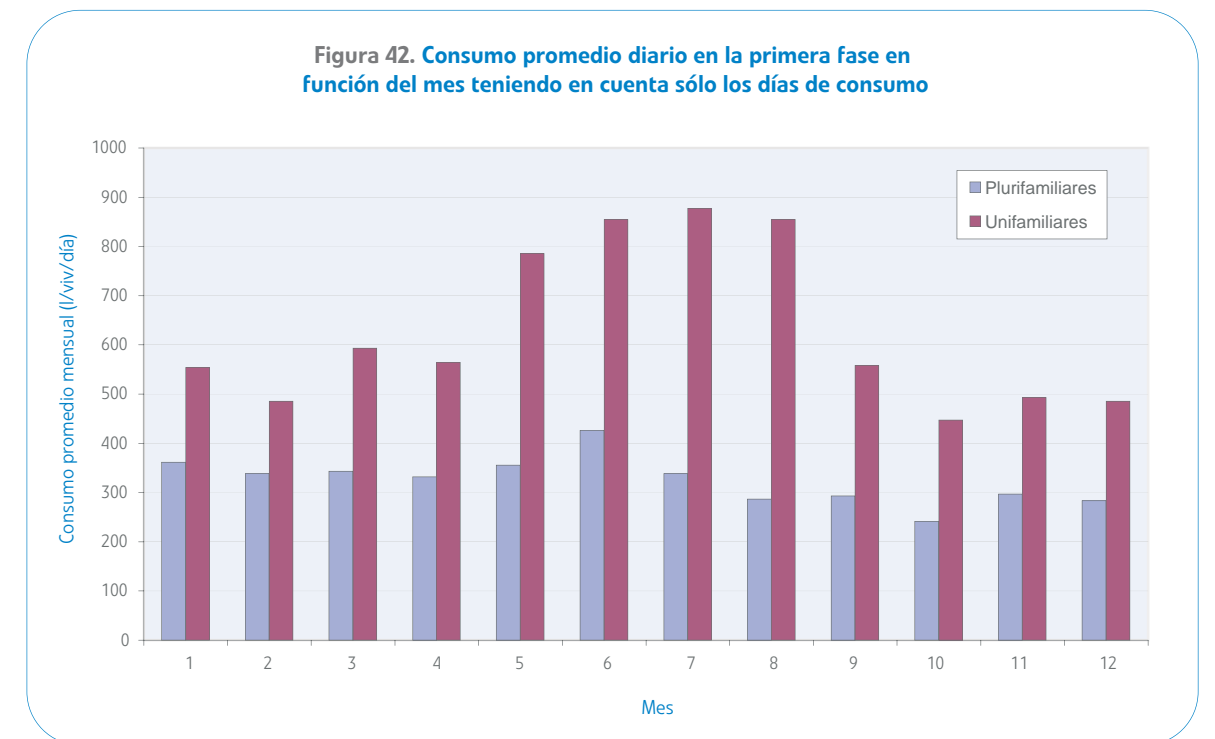
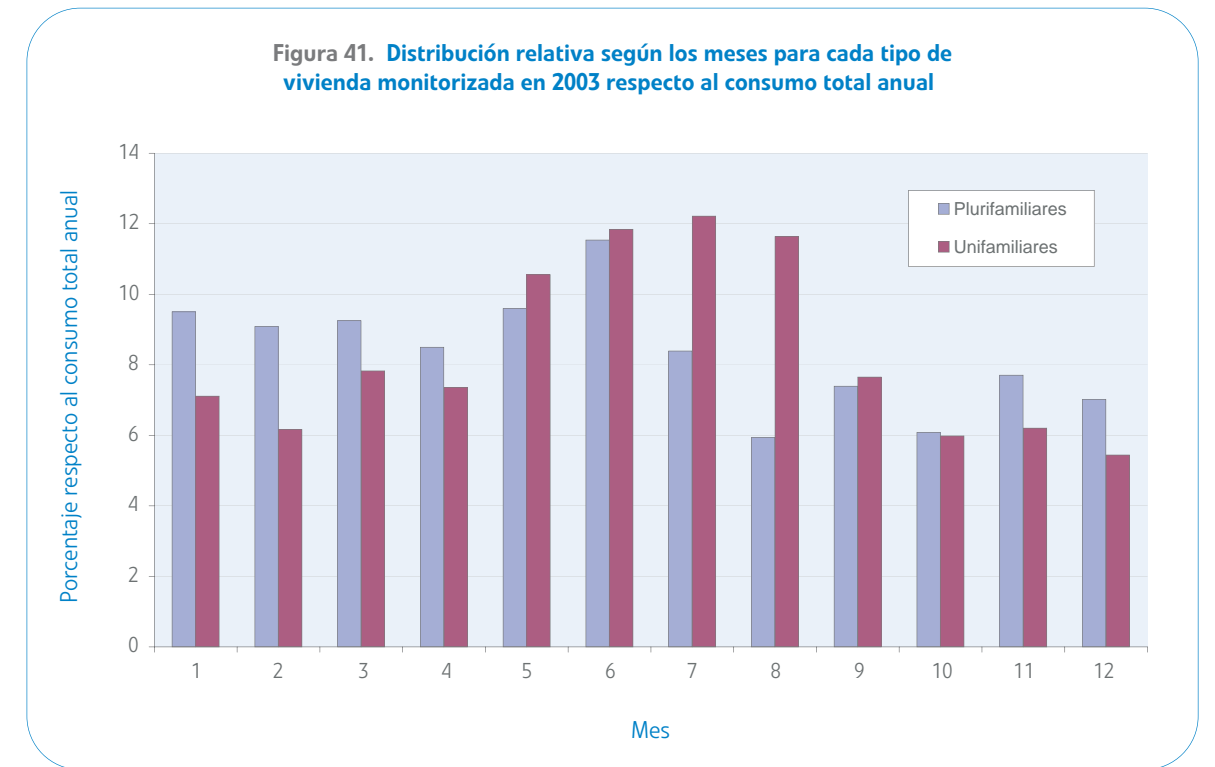


Figura 43. Porcentaje de días de consumo nulo en la primera fase (2003)

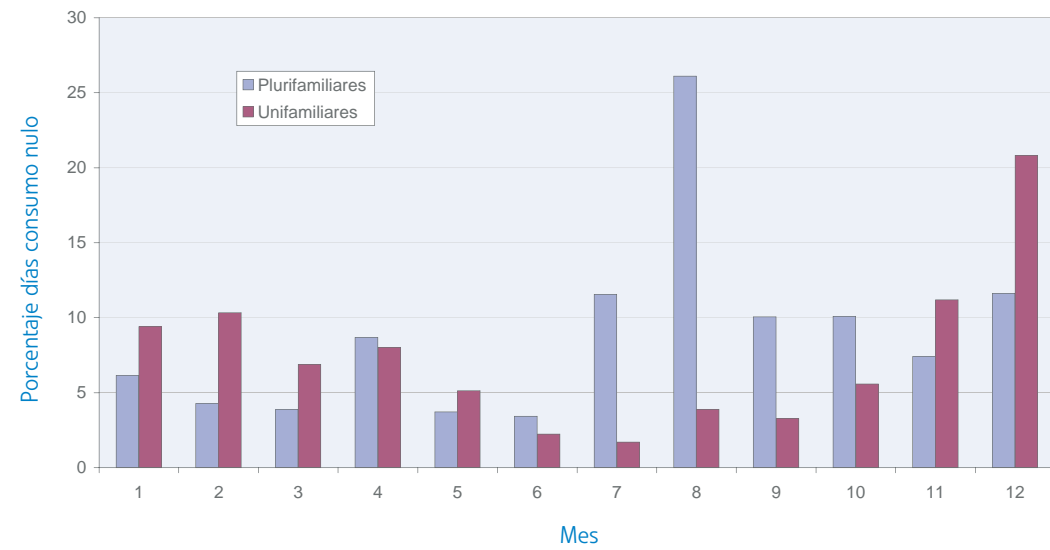


Figura 44. Consumo promedio en función del mes teniendo en cuenta días de consumo nulo en la segunda fase

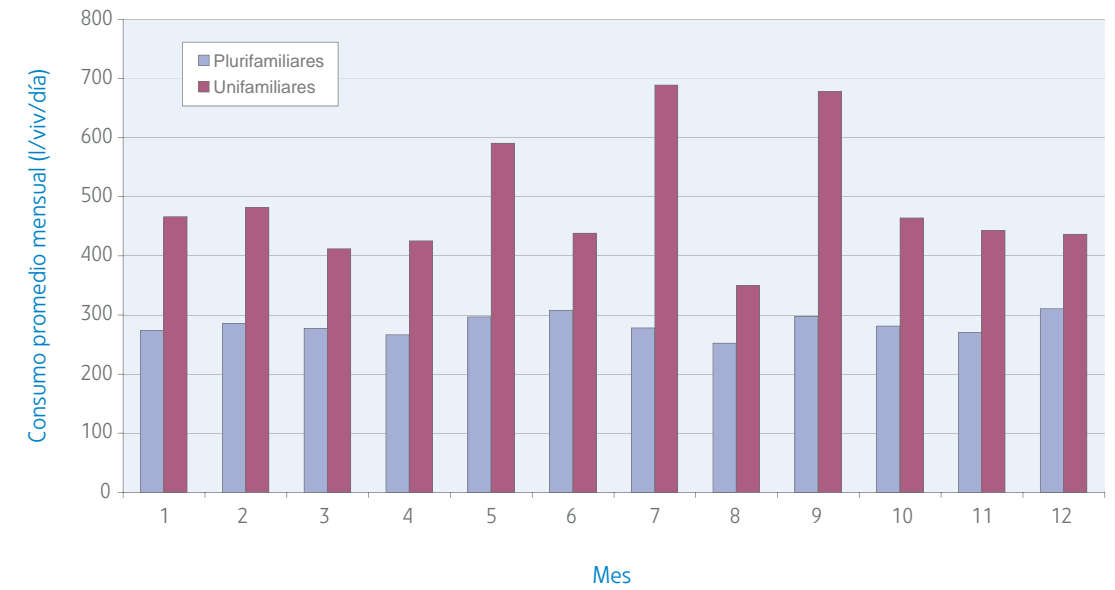
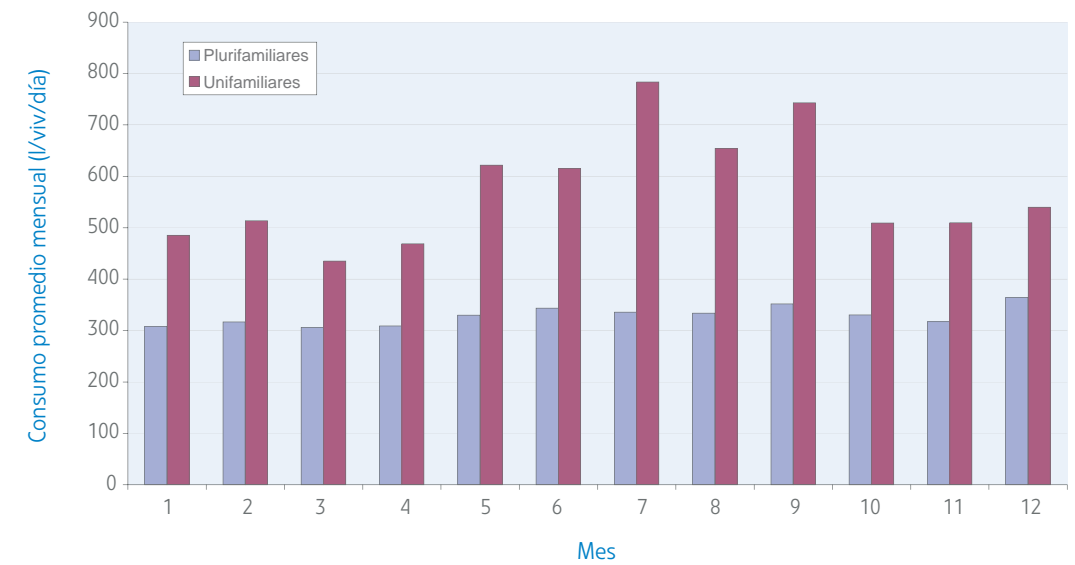


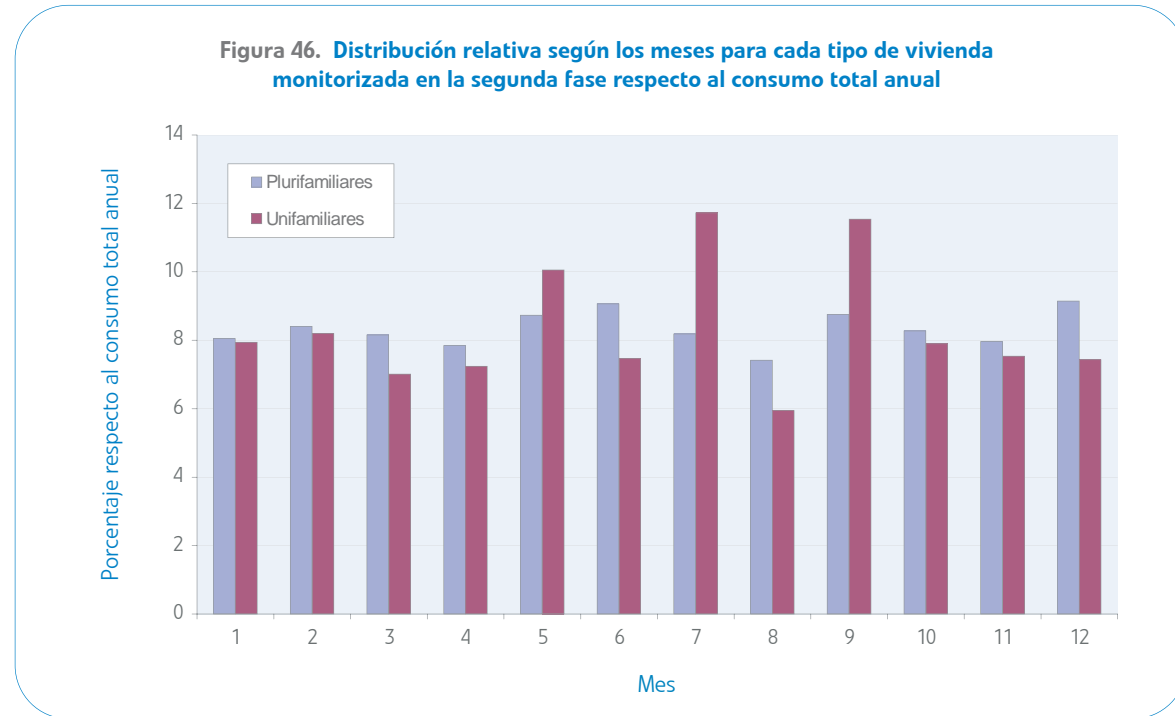
Figura 45. Consumo promedio en función del mes teniendo en cuenta sólo los días de consumo en la segunda fase



En la segunda fase del proyecto, llevada a cabo a lo largo del año 2006, la muestra del estudio estaba formada por un 79 por ciento de viviendas plurifamiliares, un 12 por ciento de viviendas unifamiliares, incluyendo uso interior y exterior, y un 9 por ciento de viviendas unifamiliares en las que sólo se ha monitorizado el uso de exterior, y que será analizado más adelante en el presente documento.

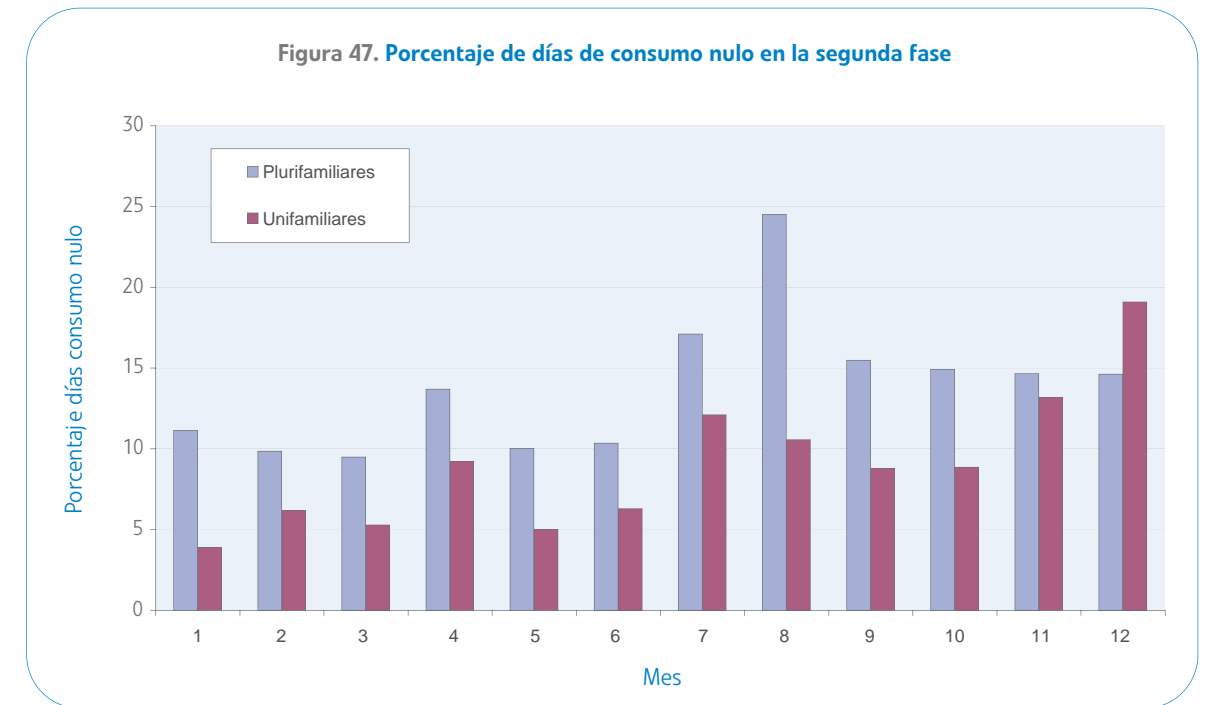
Al igual que en la primera fase, los valores de consumo promedio por vivienda en función del mes se han calculado de dos formas, teniendo en cuenta, por un lado, todos los días en los que se ha realizado la monitorización, incluyendo aquellos en los que el consumo fue nulo (Figura 44) y, por otro lado, teniendo en cuenta sólo los días en los que hubo consumo (Figura 45).

Si expresamos el consumo promedio mensual de la Figura 44 en términos relativos respecto al consumo total anual, se obtiene la Figura 46.



Al igual que ocurría en la primera fase, la diferencia entre los consumos promedios teniendo en cuenta los días de consumo nulo, o sólo los días con consumo, viene dada por el porcentaje de días con consumo nulo para cada uno de los tipos de vivienda. (Ver figura 47)

La variación del porcentaje de días de consumo nulo en las viviendas plurifamiliares sigue la tendencia lógica de los períodos vacacionales, presentando un máximo de ausencias completas en el mes de agosto. En las viviendas unifamiliares, también se observa la misma tendencia, presentando máximos de ausencias en los meses de verano (julio y agosto), así como en diciembre.



4.2.2. Modulaci3n semanal

La variaci3n del consumo en funci3n del d3a de la semana (Figura 48 y 49), indica que el consumo promedio diario por habitante es aproximadamente igual todos los d3as de la semana, en los dos tipos de viviendas, mostrando valores m3ximos los lunes, tanto para viviendas unifamiliares como para plurifamiliares, seguidos de los viernes en las unifamiliares y los domingos en las plurifamiliares.

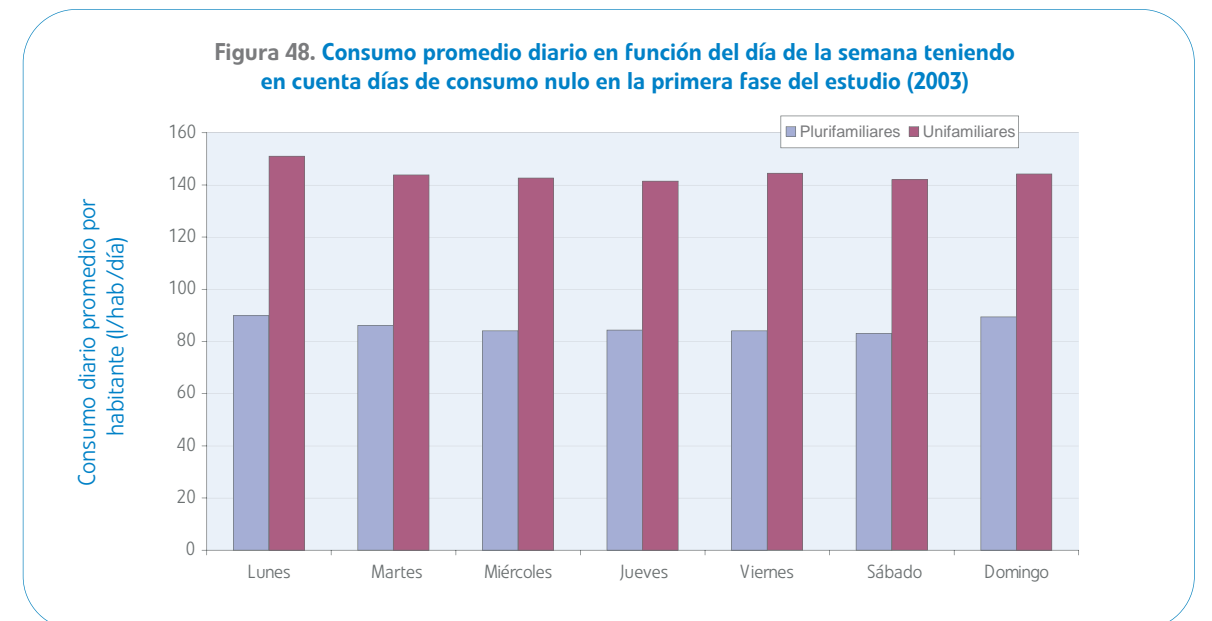


Figura 49. Distribución relativa según los días de la semana para cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al total semanal

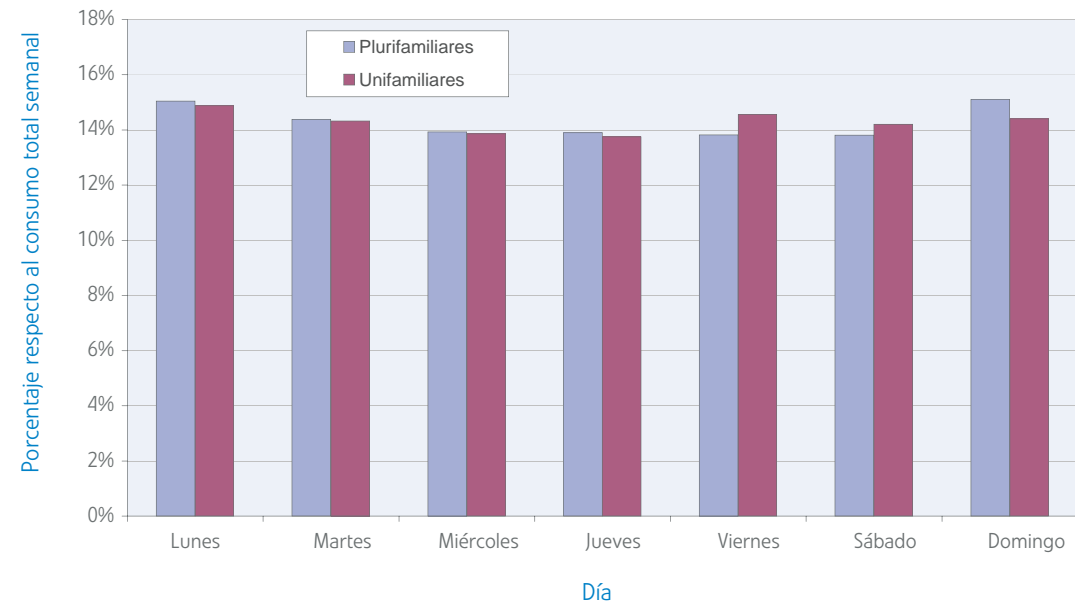
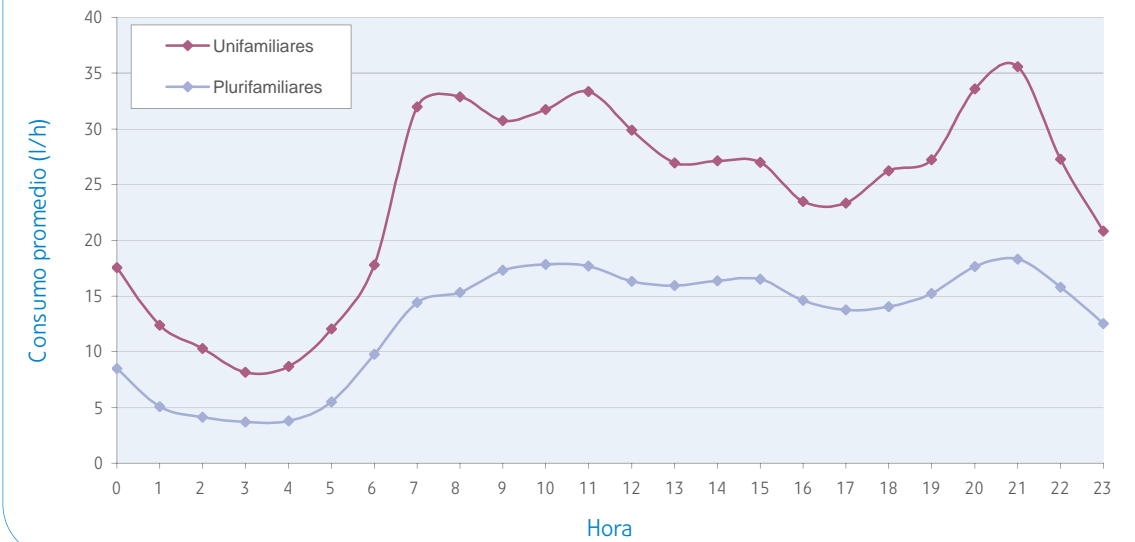
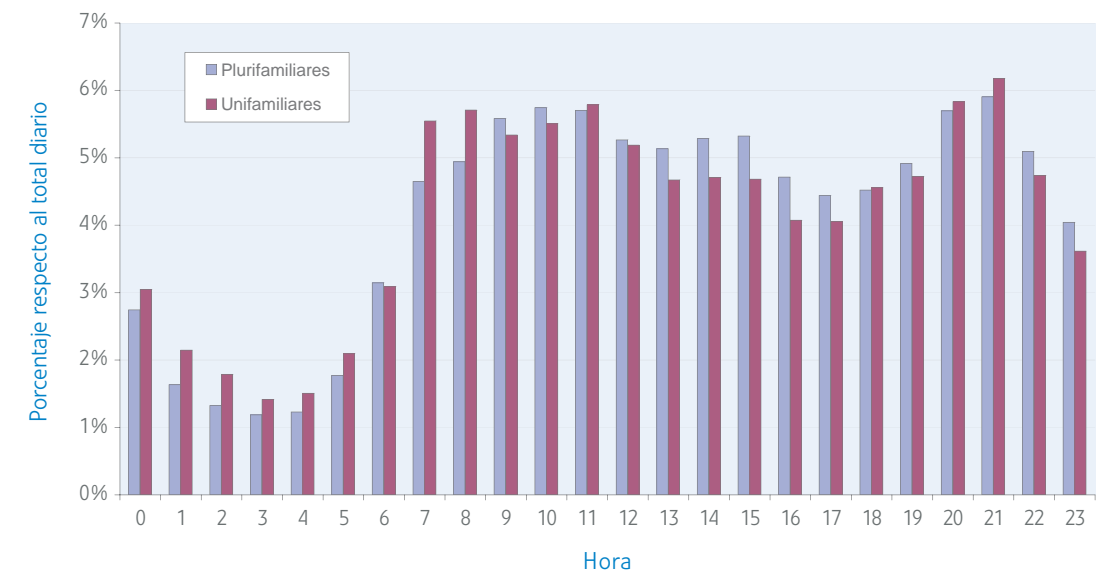


Figura 50. Modulación horaria del consumo promedio según tipología de viviendas en la primera fase del estudio (2003)



La representación de la distribución relativa de la modulación horaria respecto al consumo total diario se muestra en la Figura 51.

Figura 51. Distribución relativa de las modulaciones horarias de cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al total del consumo diario

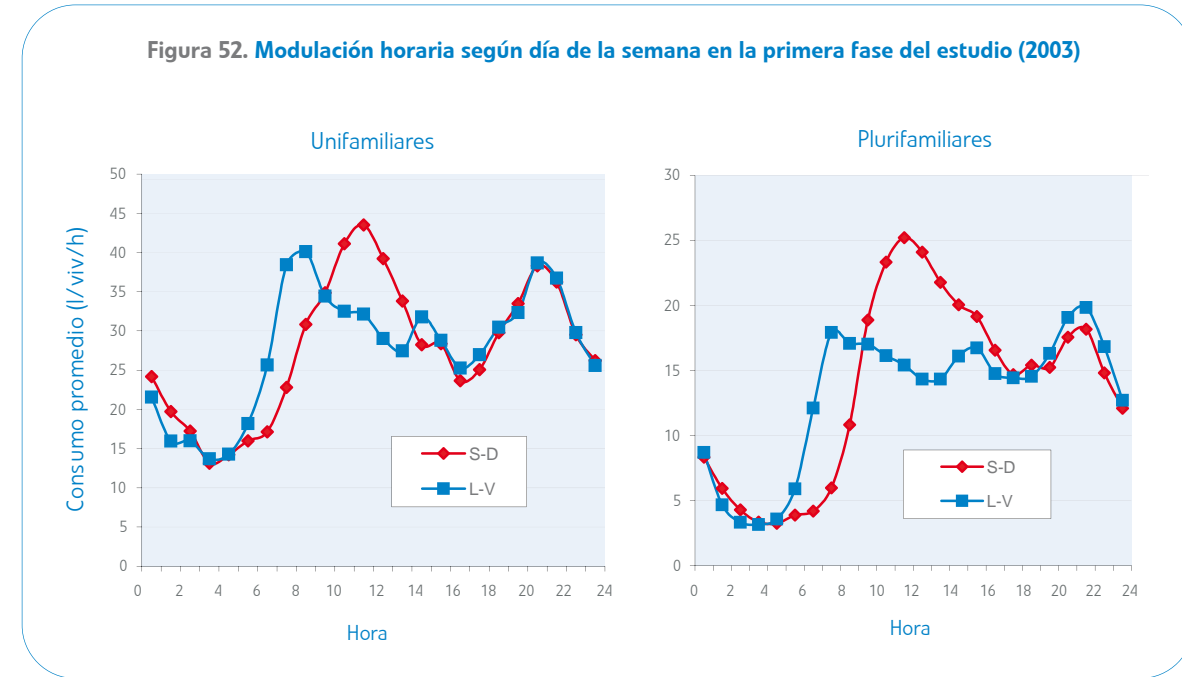


4.2.3. Modulaciones horarias

Las modulaciones horarias muestran la evolución del consumo hora a hora a lo largo de un día promedio.

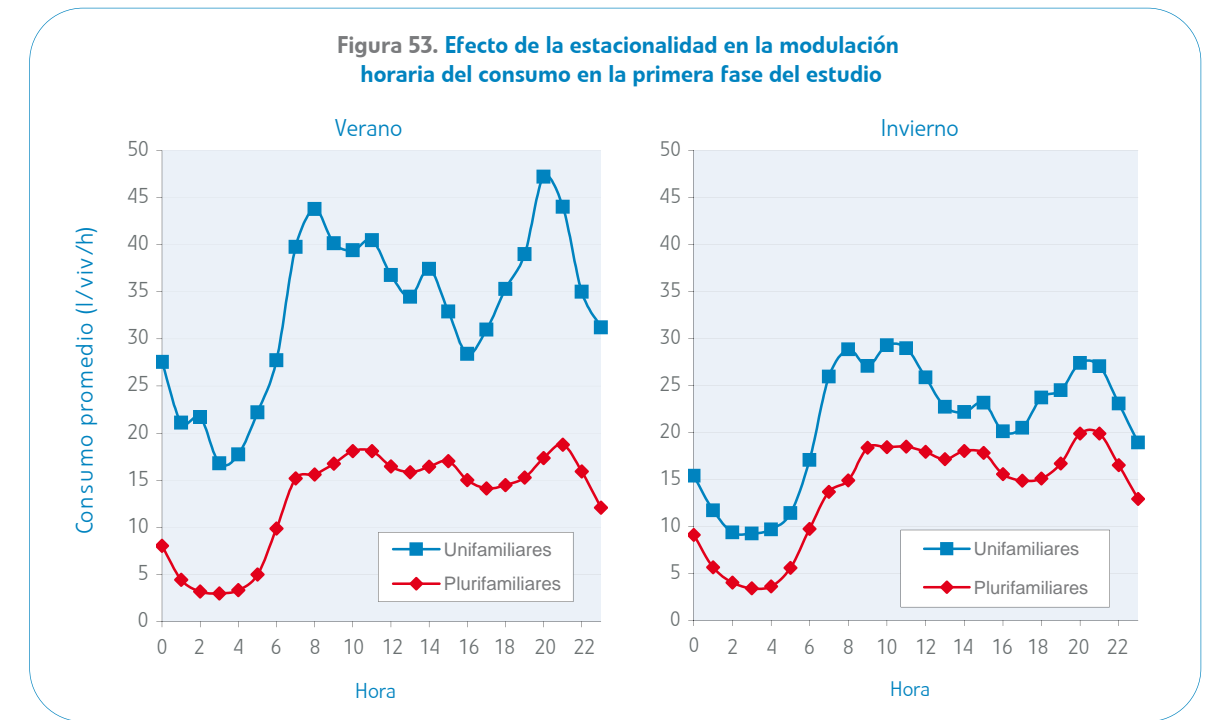
La Figura 50 muestra la distribución horaria de consumos para viviendas unifamiliares y plurifamiliares de la primera fase del estudio, que es equivalente a viviendas con y sin usos de exterior, respectivamente. El consumo es superior durante todo el día en el caso de viviendas con usos de exterior pero, en general, la situación de los valores punta es similar (consumos mínimos durante la noche y máximos a primera y última hora del día).

La modulación horaria no sigue de forma estable los valores medios indicados sino que sufre una cierta variación estacional y diaria en estas modulaciones horarias. La representación de la distribución horaria en función del día de la semana, se ha incluido en la Figura 52. Se han agrupado los días laborables (de lunes a viernes) y los fines de semana (sábado y domingo). Lo más característico es, por un lado, el desplazamiento de retraso que presentan los valores punta de la curva correspondiente a los fines de semana en ambos tipos de vivienda, es decir, el pico que de lunes a viernes se produce entre las siete y las ocho de la mañana, los fines de semana se produce alrededor de las once. Por otro lado, hay que señalar el mantenimiento de la hora de ocurrencia de los valores mínimos y nocturnos en general.

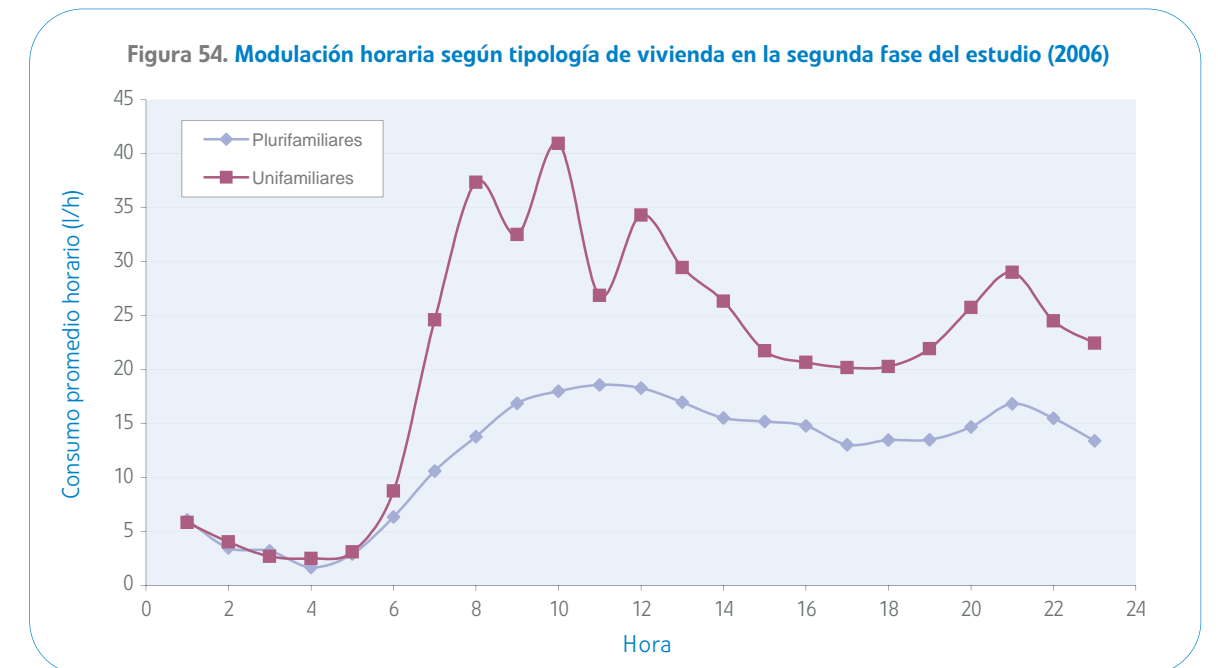


Se ha analizado la variación de los lunes, pero presenta un patrón de consumo muy similar al resto de días laborables de la semana, por lo que se ha presentado una distribución patrón para todos estos días.

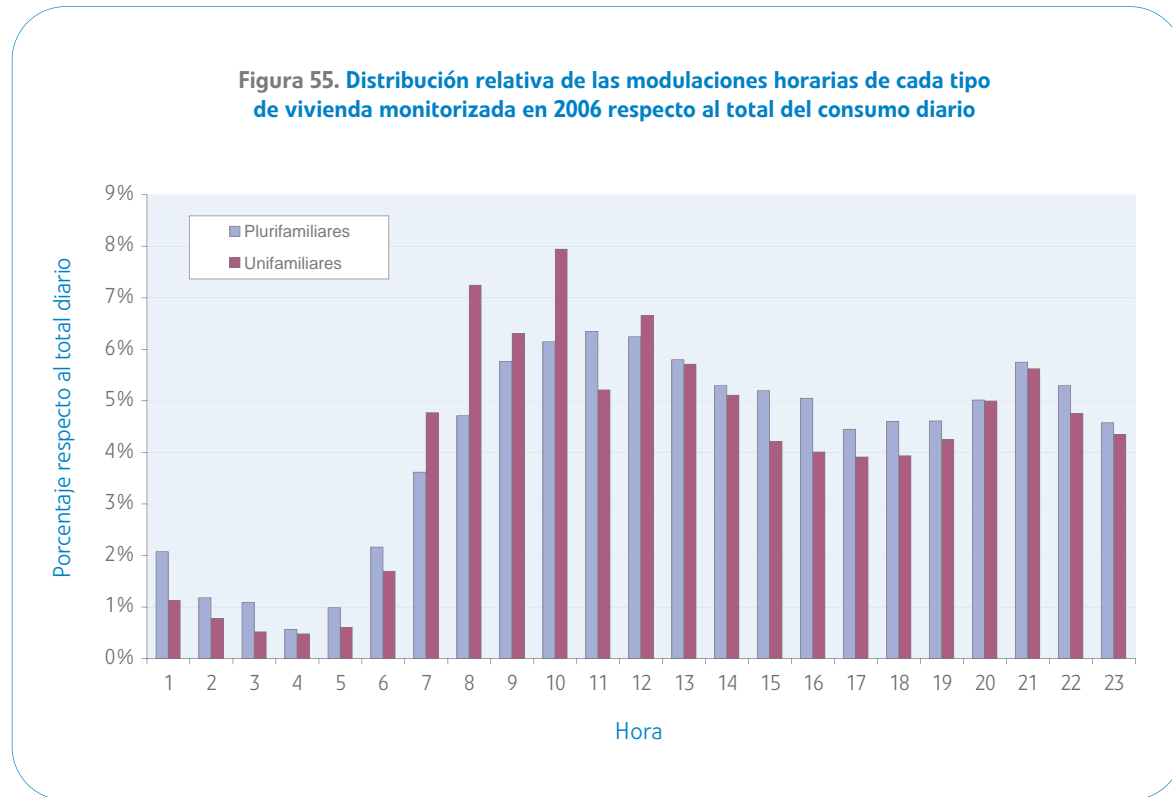
Para analizar las variaciones estacionales en el consumo promedio horario se ha seguido un procedimiento similar al anterior. La Figura 53 representa el consumo promedio horario diferenciando entre los meses más cálidos (de mayo a octubre) y los más fríos (de noviembre a abril) en viviendas unifamiliares y plurifamiliares. De nuevo, el consumo es superior en viviendas unifamiliares durante todo el día, y las fluctuaciones son más acusadas que en las plurifamiliares, en las que la modulación es mucho más suave y sufre menos variaciones. En verano, las viviendas unifamiliares alcanzan picos de consumo de 47 litros por hora a las ocho de la tarde (un 6 por ciento del consumo total diario), mientras que el máximo alcanzado en las plurifamiliares es de unos 19 litros por hora a las nueve de la noche (6 por ciento del consumo total diario). La forma de las curvas es muy similar en ambos periodos, aunque las variaciones de los valores de consumo en viviendas unifamiliares son más acusadas en invierno (el pico situado a las ocho es un 42 por ciento inferior respecto al anterior). Se puede observar que, al contrario que en las viviendas unifamiliares, en el caso de viviendas plurifamiliares no existe apenas variación estacional.



Las modulaciones horarias registradas en la segunda fase del proyecto (2006) se muestran en la Figura 54. También se comprueba que los consumos son siempre superiores en viviendas unifamiliares, especialmente desde primera hora de la mañana. En ambos casos, la forma de la curva muestra que los consumos son mínimos durante la noche y máximos durante las primeras horas de la mañana y al final de la tarde.



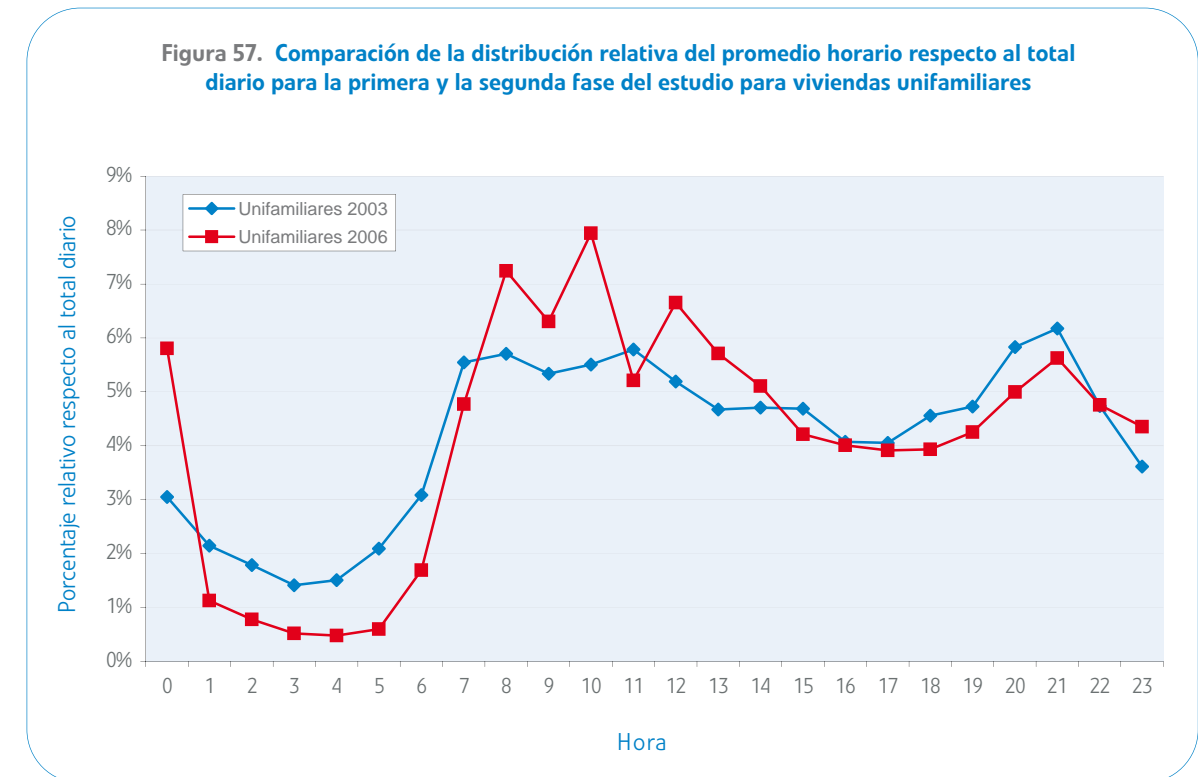
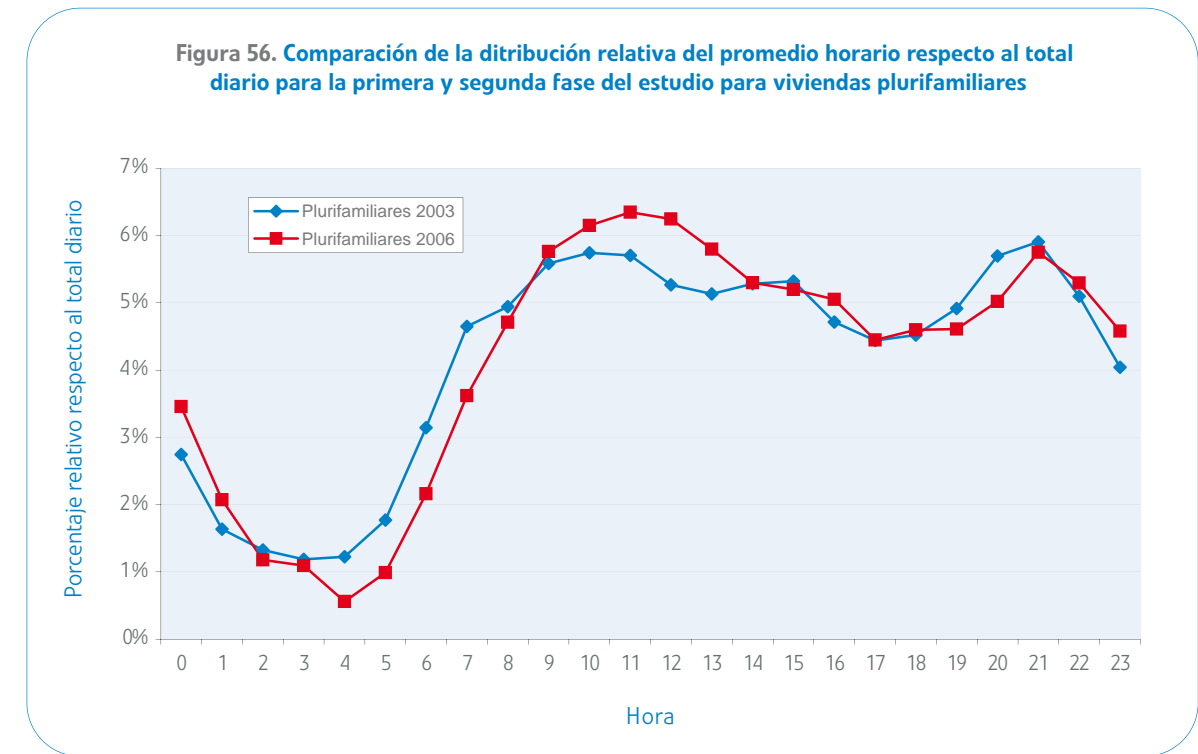
La distribución relativa de la modulación horaria correspondiente a la segunda fase del estudio respecto al consumo total diario se muestra en la Figura 55.



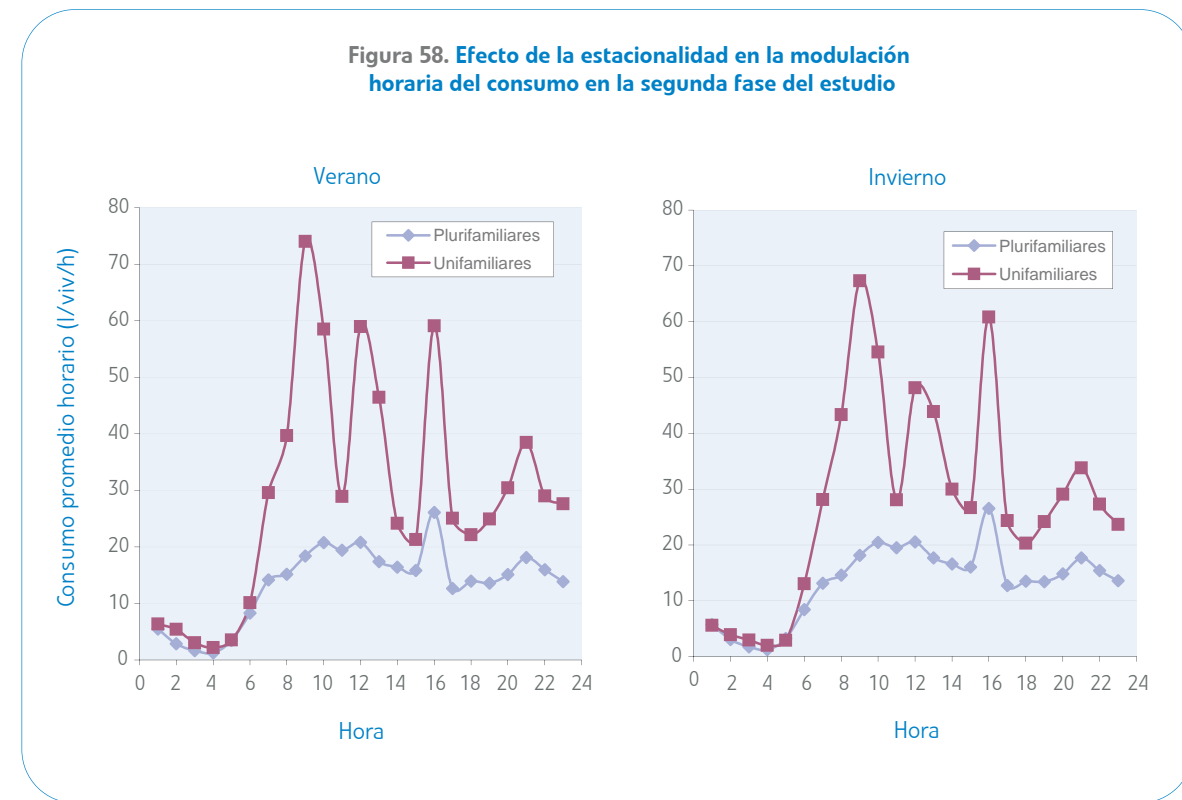
En las Figura 56 y 57 se compara la distribución relativa de modulaciones horarias de la primera y segunda fase del estudio.

En la Figura 56 se observa que la distribución relativa para viviendas plurifamiliares es muy similar para ambas fases del estudio. La distribución de la segunda fase es inferior a la de 2003 para las primeras horas de la mañana, resultando superior en las horas centrales del día. Por tanto, se podría tomar esta distribución relativa horaria como distribución tipo, teniendo siempre en cuenta que la muestra de 2006 es más completa, puesto que se ha realizado a lo largo de un año completo con más medidas que en la primera fase.

Sin embargo, en la Figura 57 se observa una distribución algo distinta entre cada fase del estudio, probablemente influida por las restricciones de sequía impuestas en el año 2006. De la misma forma que para viviendas plurifamiliares, la distribución es menor para primeras horas del día, siendo superior a partir de las ocho de la mañana.

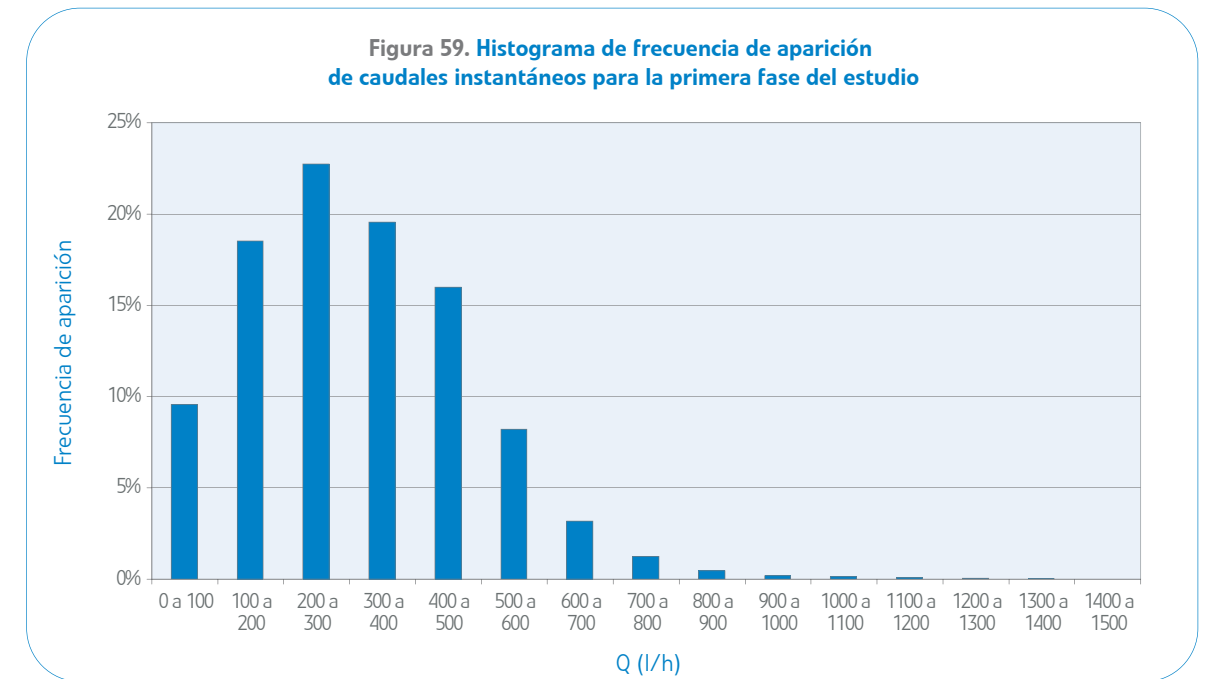


La Figura 58 muestra la variación estacional para cada uno de los tipos de vivienda. Al igual que en la primera fase, se ha estudiado la variación entre los meses de verano (mayo a octubre) y los meses de invierno (noviembre a abril) para cada uno de los tipos de vivienda. Como ocurría en la Figura 57, el consumo es superior en viviendas unifamiliares, especialmente a partir de primera hora de la mañana, aunque las fluctuaciones son mayores que en viviendas plurifamiliares, donde prácticamente no existen variaciones. Las viviendas unifamiliares alcanzan un máximo de consumo en verano con 74 litros por vivienda y hora a las nueve de la mañana y 67 litros a la misma hora en invierno. Esto evidencia que los valores de consumo en invierno son ligeramente inferiores a los consumos de verano, un 9 por ciento inferiores en el consumo punta a las nueve de la mañana. Sin embargo, en las viviendas plurifamiliares no existe prácticamente variación estacional.

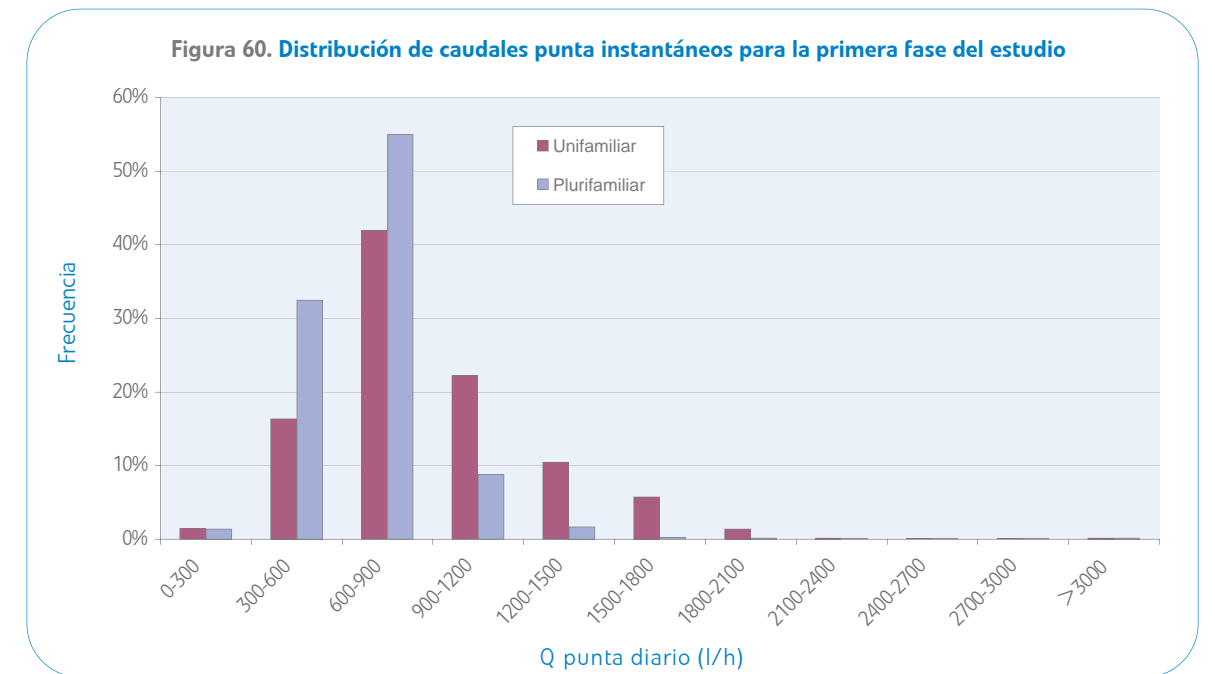


4.2.4. Caudales punta

Para la primera fase del estudio, al representar gráficamente la frecuencia de uso en cada vivienda de distintos rangos de caudal, se obtiene un histograma para todos los caudales registrados (Figura 59) en la totalidad de viviendas, obtenidos a partir de los datos de monitorización en continuo, que proporcionan el caudal instantáneo de cada pulso de consumo. Así, puede verse que el rango de caudales más empleado, con casi un 23 por ciento de frecuencia de aparición, se sitúa entre 200 y 300 litros por hora.

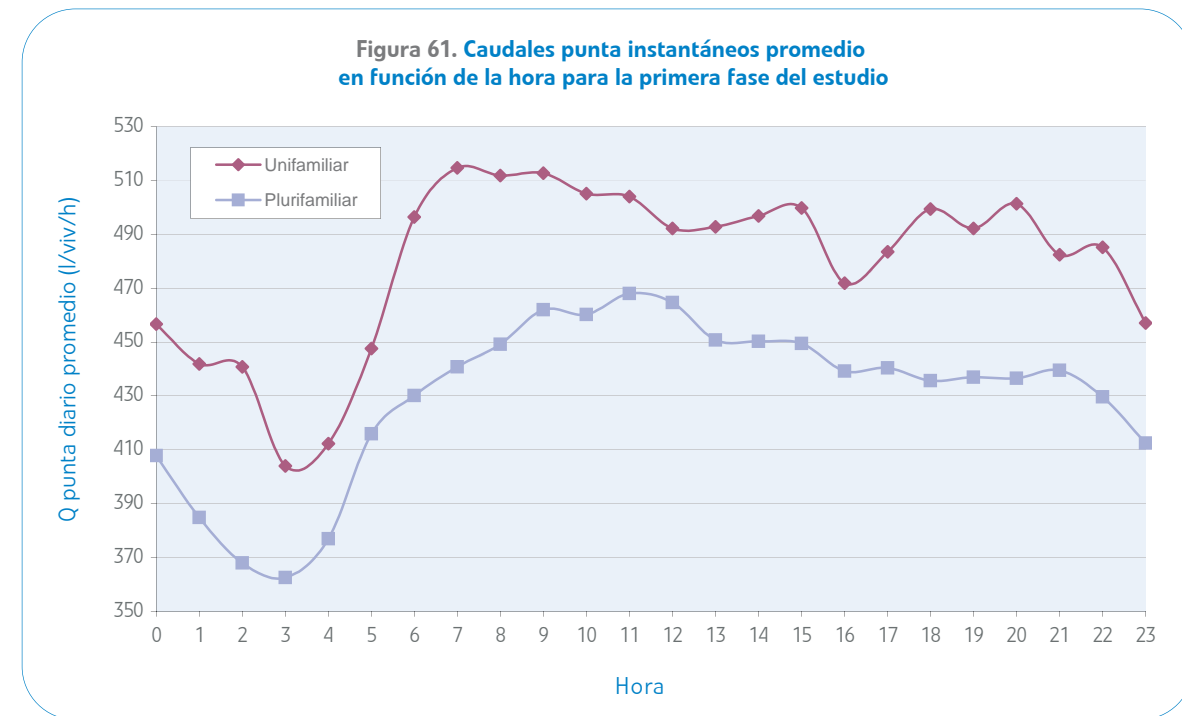


En comparación con esto, los caudales punta instantáneos son los caudales máximos registrados en las medidas en continuo en cada vivienda, cada día. Si se estudia la frecuencia de aparición de estos caudales punta se obtiene el histograma de la Figura 60, en la que se han diferenciado viviendas unifamiliares y plurifamiliares debido a que, en muchos casos, estos caudales son originados por el riego.



El rango más frecuente en ambos tipos de viviendas para esta fase del estudio se sitúa entre 600 y 900 litros por hora. Sin embargo, las frecuencias de aparición de caudales punta instantáneos de hasta 900 litros por hora son superiores en el caso de viviendas plurifamiliares, mientras que, a partir de ese valor, aumenta la frecuencia de aparición en viviendas unifamiliares. Esto puede deberse, como ya se ha mencionado, a que los usos de exterior son más frecuentes en valores altos de caudal.

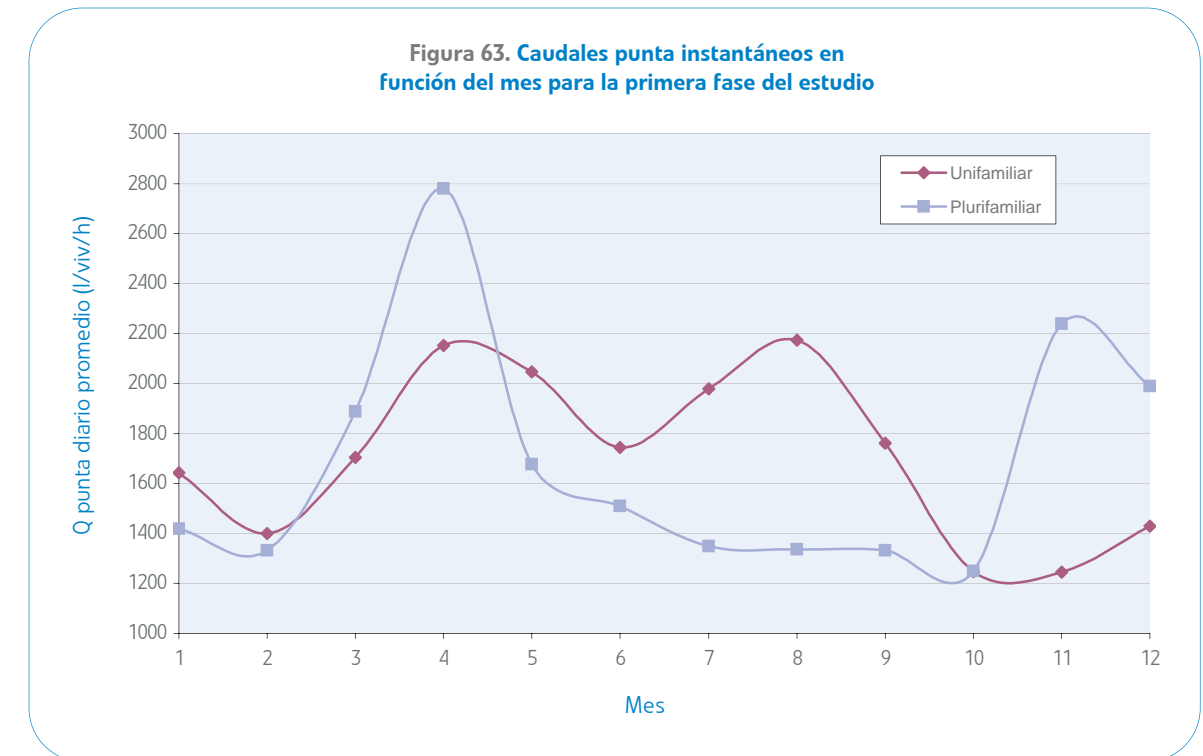
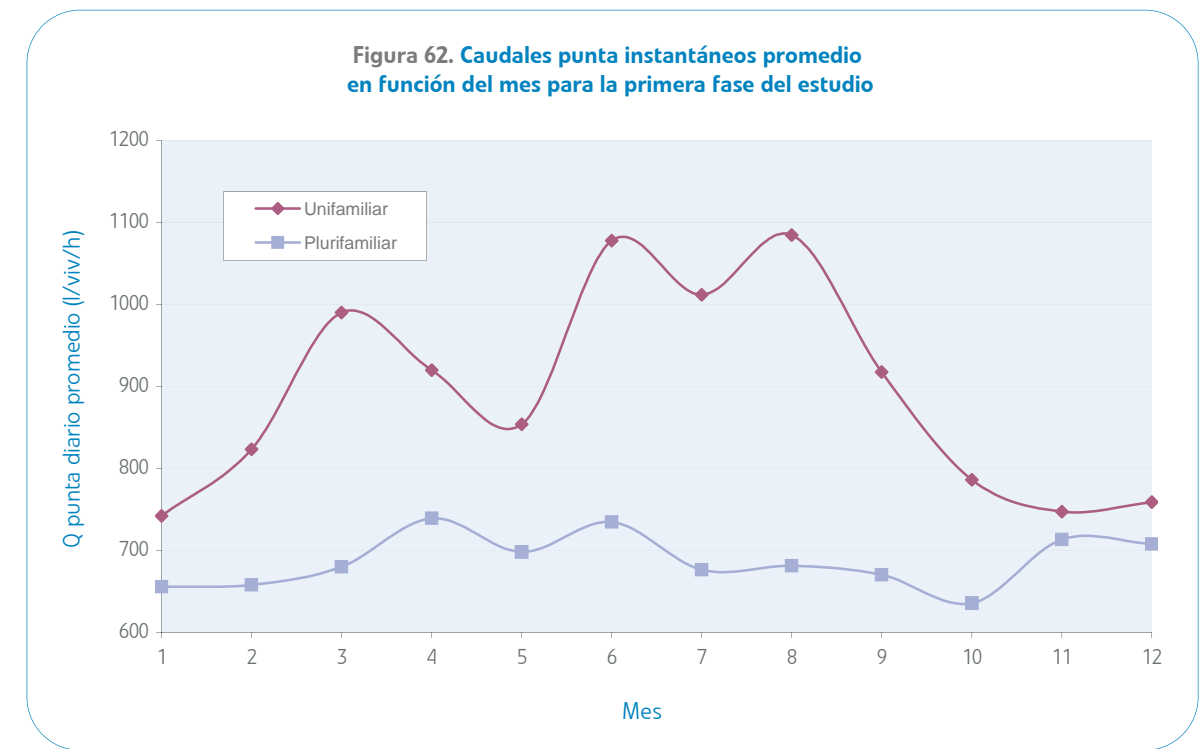
La Figura 61 muestra, para la primera fase del estudio, los caudales punta promedio de la muestra, en función de la hora del día en la que se producen, calculados a partir del máximo de caudal de las medidas en continuo, diferenciando de nuevo viviendas unifamiliares de viviendas plurifamiliares.



La curva de modulación resulta similar a la obtenida para el consumo (ver Figura 50). De nuevo, las viviendas unifamiliares presentan valores más altos de caudales punta durante todo el día.

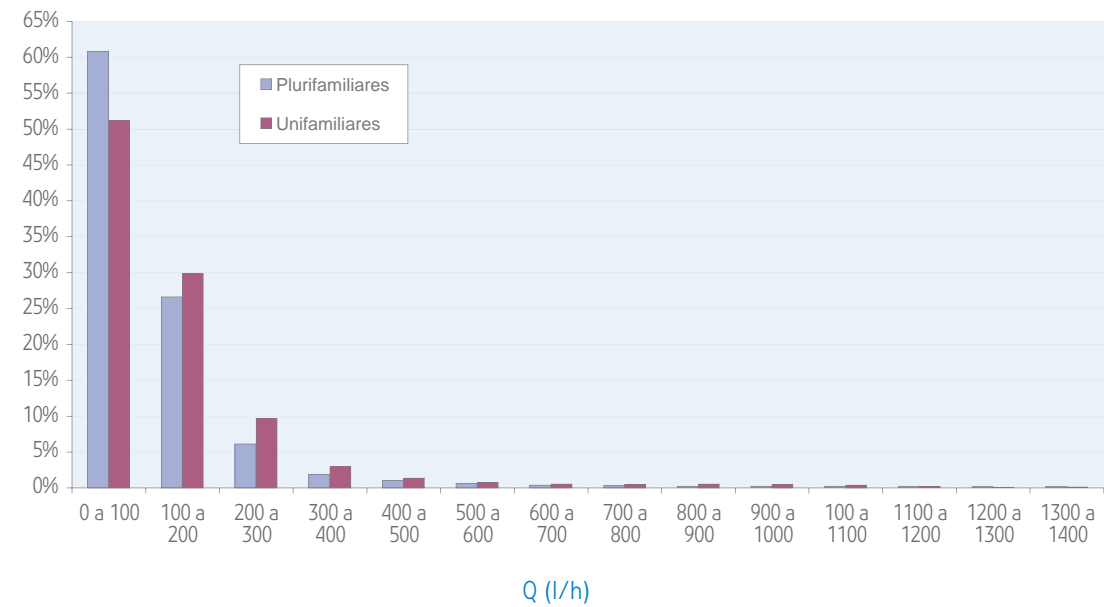
Si se analiza ahora la modulación de estos caudales punta instantáneos promedio en función del mes (Figura 62), se observa que hay poca variación estacional para las viviendas plurifamiliares, manteniendo un caudal punta promedio algo inferior a 700 litros por hora durante todo el año. Los caudales punta promedios para las viviendas unifamiliares, en cambio, sufren ciertas variaciones entre verano e invierno. En verano, los valores promedio de los caudales punta se sitúan entre 1.000 y 1.100 litros por hora, mientras que de octubre a febrero oscilan entre 750 y 850.

Al analizar los caudales punta para el total de viviendas unifamiliares y plurifamiliares en la Figura 63, calculados a partir de los valores totales de las medidas en continuo de la muestra, vemos de nuevo que la distribución en plurifamiliares es bastante constante durante gran parte del año, aunque los valores son aproximadamente el doble de los mostrados en la Figura 62. En unifamiliares, se aprecia un ligero aumento en las puntas de caudal durante primavera y verano



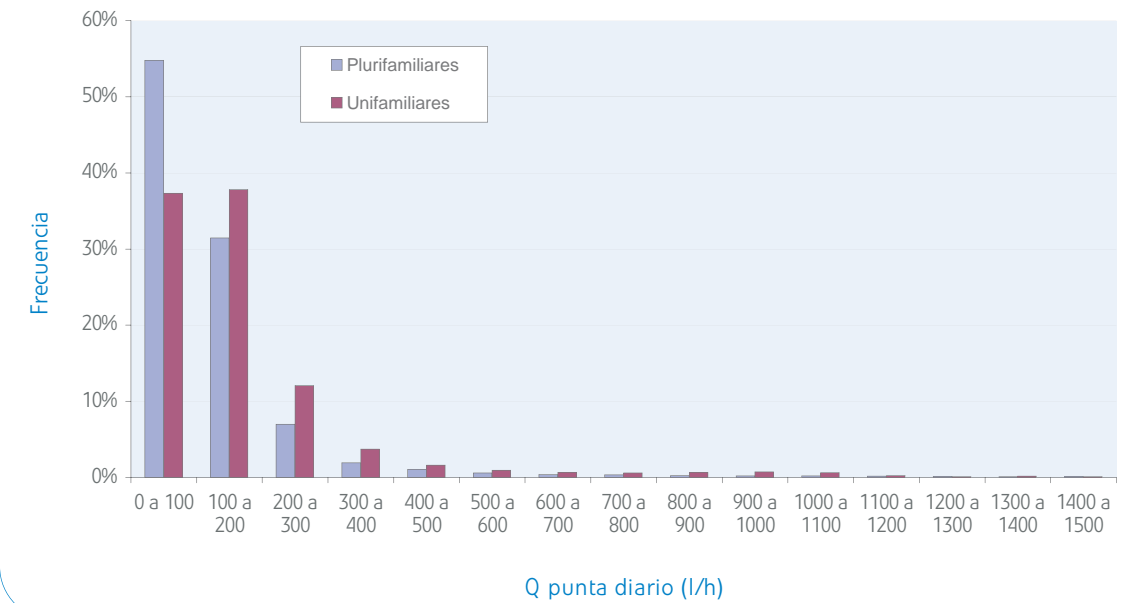
En la segunda fase no se realizaron monitorizaciones en continuo por lo que no se dispone de valores instantáneos. El análisis para la segunda fase del proyecto se limita a representar la frecuencia de uso de los distintos rangos de caudal para las viviendas plurifamiliares y unifamiliares. Resulta que, tanto para las viviendas plurifamiliares como unifamiliares (con un 61 y un 51 por ciento respectivamente), el rango de caudales con una mayor frecuencia de aparición es el comprendido entre 0 y 100 litros por hora. Esto se muestra en la Figura 64.

Figura 64. Histograma de frecuencia de aparición de caudales instantáneos para la segunda fase del estudio



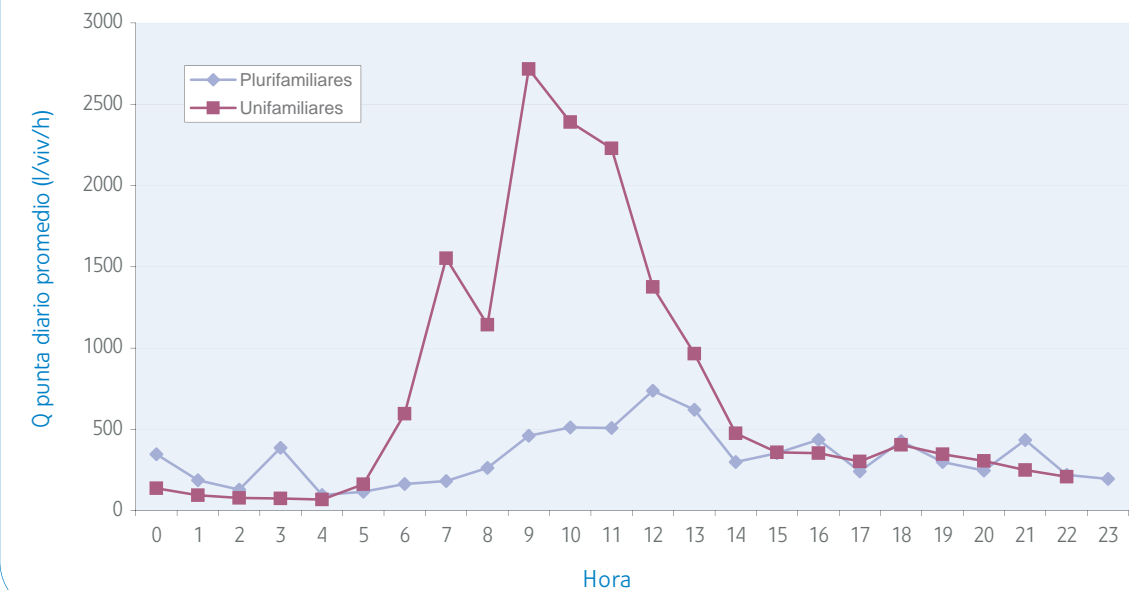
En la Figura 65 se analizan los caudales punta diarios y, como puede verse el rango más frecuente de aparición para los dos tipos de vivienda corresponde a 0-100 litros por hora. Sin embargo, mientras que para las viviendas plurifamiliares la frecuencia de aparición desciende desde el 55 al 31 por ciento en los rangos de 0-100 a 100-200 litros por hora, para las viviendas unifamiliares esta frecuencia se mantiene en torno al 37 por ciento para los dos intervalos de caudal. Además, para caudales superiores a 200 litros por hora, la frecuencia de aparición es mayor para viviendas unifamiliares que plurifamiliares, probablemente debido a que los caudales de riego que se emplean corresponden a mayores valores de caudal.

Figura 65. Distribución de caudales punta para la segunda fase del estudio



En la siguiente figura se muestra la distribución de caudales punta horarios para la segunda fase del estudio.

Figura 66. Caudales punta horarios para la segunda fase del estudio



4.2.5. Dotaciones por vivienda

El consumo promedio doméstico por vivienda y día en la primera fase del estudio (2003), calculado a partir de las monitorizaciones cada 15 minutos, con y sin días de consumo nulo, se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11. Muestra monitorizada en la primera fase del estudio (2003)

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Valor medio de los días con consumo	672 l/viv/día	330 l/viv/día
Valor medio del total de días monitorizados	627 l/viv/día	300 l/viv/día

El consumo promedio por vivienda en 2006, teniendo en cuenta todos los días en que se ha realizado la monitorización, con y sin días de consumo nulo, se aprecia en la Tabla 12.

Tabla 12. Muestra monitorizada en la segunda fase del estudio (2006)

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Valor medio de los días con consumo	552 l/viv/día	327 l/viv/día
Valor medio del total de días monitorizadas	499 l/viv/día	283 l/viv/día

4.3. Valoración de variables explicativas en el consumo de agua

En este punto se va a analizar la influencia que el contexto en el que ocurre el consumo del agua tiene sobre la magnitud del mismo.

Para analizar esta influencia se disponen de datos tanto de la primera como de la segunda fase del estudio, aunque considerando que el número de usuarios encuestados en la primera fase es muy superior al de la segunda, se va a tomar como referencia esta primera fase, realizando en algunos casos ampliaciones con los datos obtenidos en la segunda fase.

En primer lugar, se han establecido, entre las viviendas encuestadas en la primera fase, cinco grandes grupos o bolsas de consumo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Una vez definidos estos grupos, se han caracterizado las viviendas, encuadradas dentro de cada grupo, en distintos bloques: equipamiento, uso de equipamientos, tamaño de hogar, actitud hacia el consumo, y nivel de renta.

Al estudiar la incidencia de las variables en el consumo de agua (analizando y comparando valores de consumo anual), se han identificado una serie de variables muy relacionadas entre sí (superficie, número de habitaciones, número de cuartos de baño y equipamiento sanitario, ocupación de la vivienda) que mantienen una relación directa con el volumen de agua consumido.

Tipo de vivienda

Cabe destacar que el consumo es mayor en las unifamiliares que en las plurifamiliares, para todas las zonas y para ambas fases. Concretamente, las viviendas unifamiliares en zona residencial son las que presentan una media de consumo superior a todas las demás.

Antigüedad

Para las encuestas realizadas en la primera fase del estudio, las viviendas en el rango de cinco a diez años de antigüedad presentan máximos, no sólo de consumo, sino también de ocupación, número de habitaciones e inodoros, y superficie útil, a la vez que son las que tienen menor edad media de los ocupantes del hogar.

Sin embargo, debido a que uno de los objetivos de la segunda fase del estudio era la monitorización de viviendas de mayor ocupación y antigüedad, ha sido posible ampliar la información disponible con los nuevos datos obtenidos.

Según los resultados de las encuestas llevadas a cabo en la segunda fase, tanto para las viviendas plurifamiliares como unifamiliares, la antigüedad no influye de forma tan significativa en el consumo, aunque al igual que en el análisis de la primera fase parece influir ligeramente a la baja sobre éste.

Superficie útil

El consumo se incrementa al aumentar la superficie de la vivienda, lo cual, como ya se ha comentado, está estrechamente relacionado con la ocupación, el número de habitaciones, baños y aseos, y con el nivel de renta familiar. El intervalo de superficie con mayor consumo corresponde a viviendas de 71 a 110 metros cuadrados para la primera fase del estudio. Sin embargo, para la segunda fase, aunque la influencia de la superficie es directamente proporcional al consumo, no es hasta por encima de los 150 metros cuadrados cuando el consumo aumenta de forma significativa.

Equipamiento sanitario

En general, el consumo medio de agua se ve incrementado según aumenta el número de lavabos/fregaderos en las viviendas aunque esta variable también está relacionada con la mayor ocupación del hogar, la superficie y el número de habitaciones, el número de baños e inodoros, así como el mayor nivel de renta familiar. La excepción en la muestra se sitúa en las viviendas con dos lavabos o fregaderos, que registran un 8 por ciento menos de consumo que aquellas que tienen sólo uno.

En cuanto a la grifería, cabe destacar que el consumo de agua es un 4,77 por ciento mayor en las viviendas en las que toda la grifería de lavabos y fregaderos es monomando respecto de las viviendas en las que no lo es.

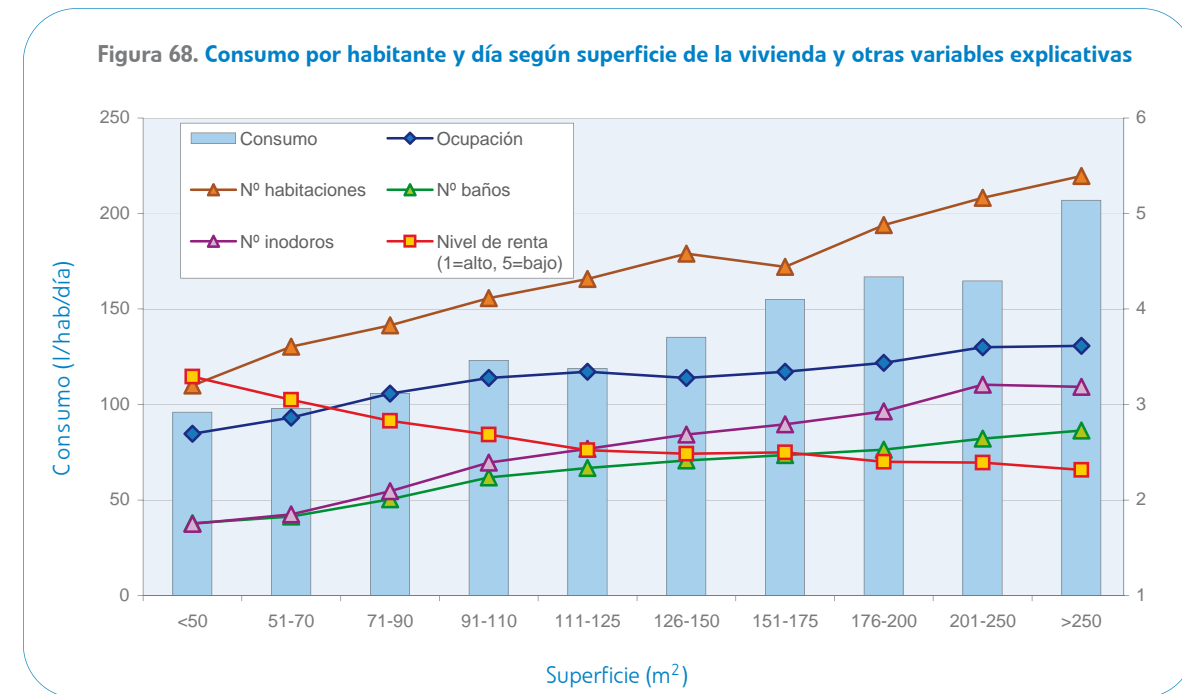
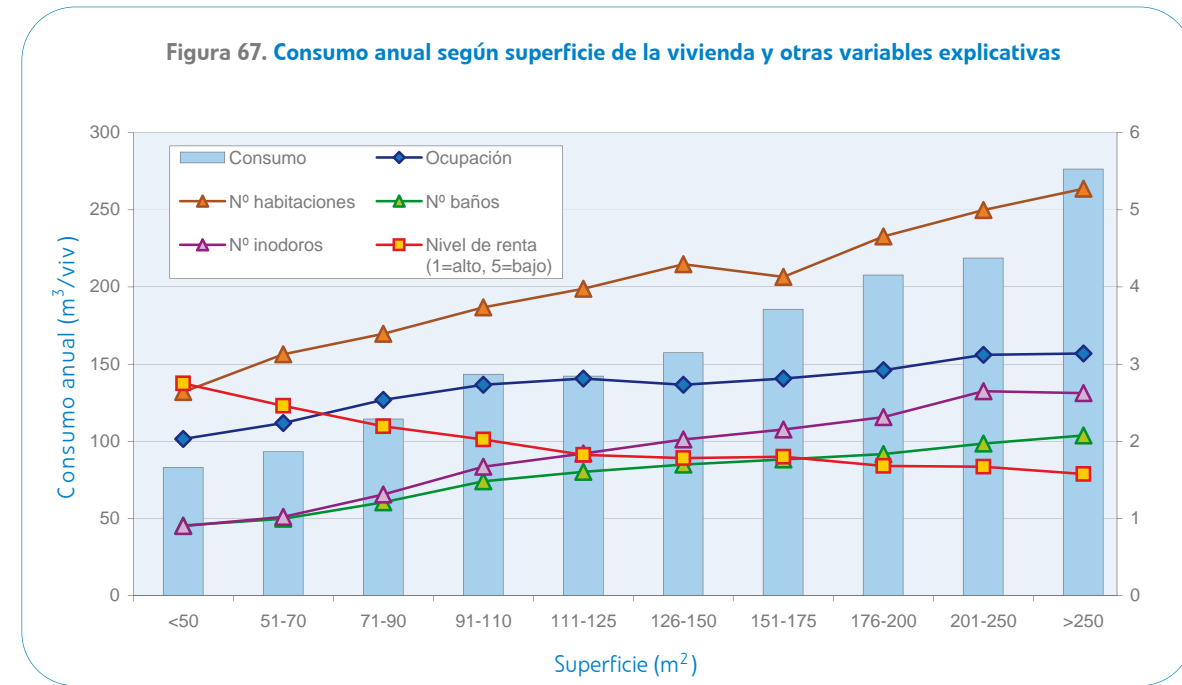
El número de inodoros también tiene una clara influencia directa en el consumo (el consumo de agua se duplica al pasar de uno a tres inodoros), pero está asociado a la ocupación y las características de la vivienda.

Respecto al tipo de cisternas, y contrariamente a lo que cabría esperar, el consumo de agua prácticamente no se ve reducido en las viviendas que tienen cisternas con dispositivos economizadores.

Por último, tener bañera en lugar de ducha implica mayor consumo. A igual número de bañeras que de duchas, siempre es menor el consumo si la vivienda tiene duchas. Las viviendas en las que sólo hay bañeras presentan un 37,54 por ciento más de consumo que aquellas que sólo tienen duchas.

Las siguientes figuras reflejan la estrecha relación existente entre las variables anteriores. A medida que aumenta la superficie de la vivienda, en el eje secundario se observa que también lo hacen los valores medios de ocupación, número de habitaciones, inodoros, y baños, así como el nivel de renta (según la encuesta, un valor de 1 corresponde al nivel de renta más alto, mientras que un valor de 5 corresponde al más bajo). Es lógico, por tanto, que una mayor superficie de vivienda implique un aumento en el consumo (eje principal),

dada la vinculación con el resto de variables. Esta tendencia se observa en ambas figuras, es decir, para el consumo anual por vivienda (Figura 67) y para el consumo por habitante y día (Figura 68).



Electrodomésticos

La tasa de penetración de lavadoras y lavavajillas es, según los resultados de las encuestas, del 96,4 y 48,9 por ciento respectivamente. El consumo de agua es mayor en viviendas con lavadora y/o lavavajillas; en las viviendas con lavadora, la diferencia del consumo es un 31,6 por ciento superior respecto de las que no la tienen, mientras que en el caso del lavavajillas esta relación es del 37,6 por ciento. Sin embargo, no hay que olvidar que la presencia de estos electrodomésticos, especialmente del lavavajillas, está muy vinculada con otras variables con gran influencia en el consumo, como la ocupación, la superficie de la vivienda, etc., lo que sin duda explica los mayores consumos, como se puede observar en la Figura 69 (influencia en el consumo anual por vivienda) y en la Figura 70 (influencia en el consumo por habitante y día). La presencia de estos electrodomésticos va pareja a la mayor ocupación, renta y superficie.

En cuanto a la frecuencia de uso, el paso de utilizar la lavadora una vez por semana (propio de hogares con una ocupación media de 1,8 personas) a poner cinco lavadoras semanales (algo habitual en hogares de 3,5 miembros) va asociado a un 76 por ciento más de consumo. Para el lavavajillas, este aumento es del 49 por ciento, lo que se explica solamente por la ocupación.

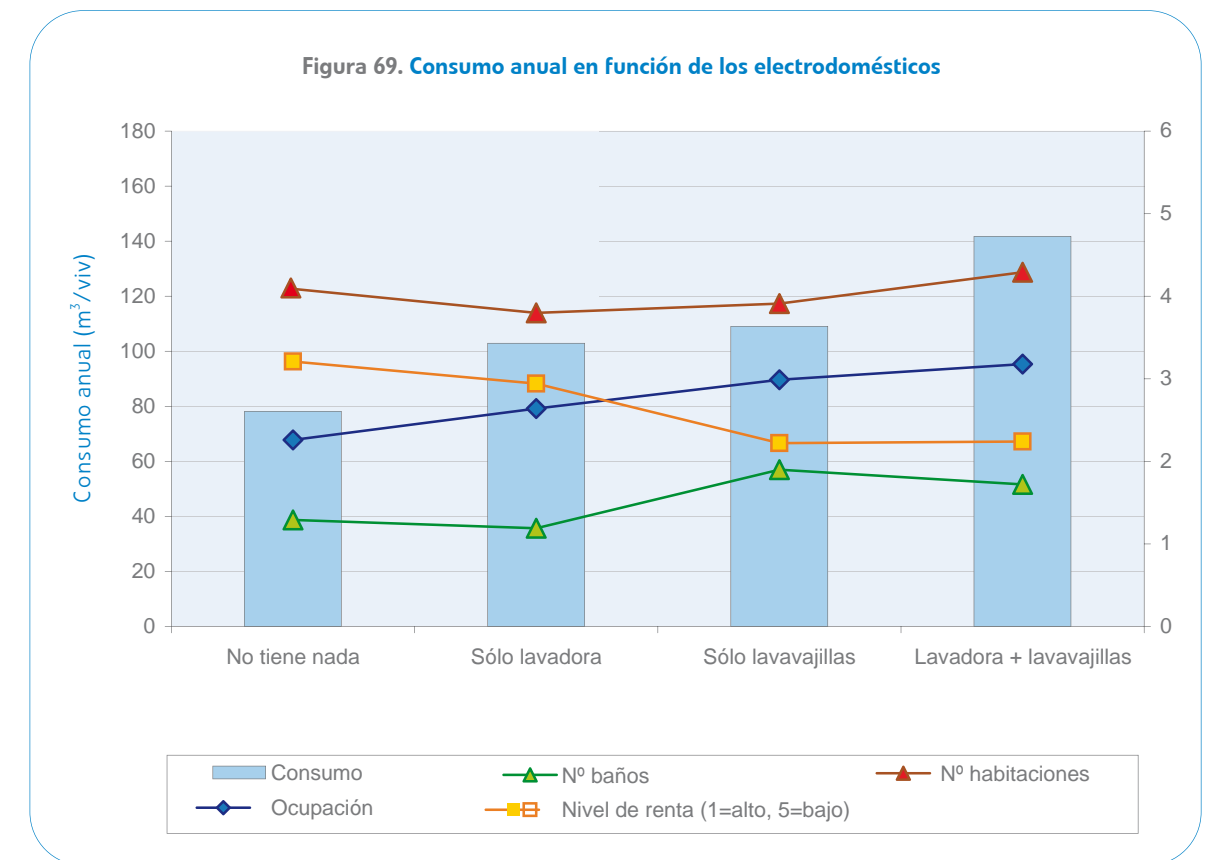
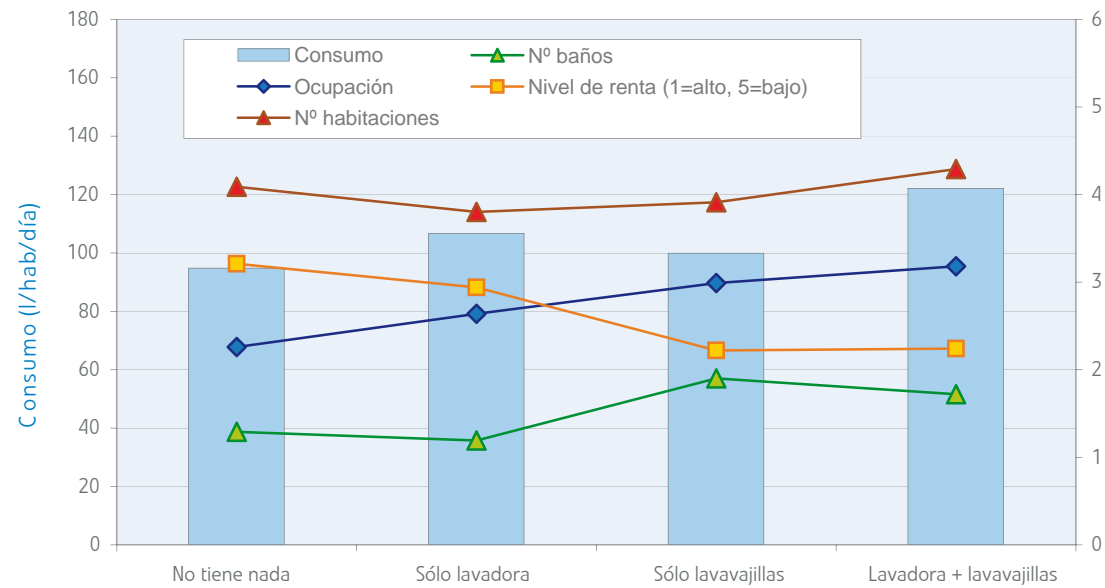


Figura 70. Consumo por habitante y día en función de los electrodomésticos



Terrazas y jardines

El consumo de agua cuando la vivienda no tiene terraza, balcones, azoteas o patios es sólo un 11,3 por ciento menor que cuando los tienen pero sin plantas o flores, y un 25,3 por ciento menor que cuando los tienen con plantas.

La presencia de jardín propio o parcela aumenta el consumo en al menos un 84 por ciento (valor medio). Sin embargo, hay que tener presente que la presencia de jardín o parcela va acompañada de una mayor superficie, equipamiento y ocupación de la vivienda. Por tanto, se pueden comparar valores relativos (consumo/superficie útil), y en ese caso, la diferencia no es significativa (Tabla 13). Por otro lado, la presencia de césped resulta determinante: los jardines con césped implican un 69 por ciento más de consumo que los que no lo tienen, si bien es cierto que su superficie es mayor.

Tabla 13. Influencia de la presencia de jardín en el consumo

	Consumo (m ³ /año)	Consumo/superficie útil (m ³ /m ²)
Sin jardín	115,30	1,32
Jardín con toma de agua independiente	212,71	1,38
Jardín sin toma de agua independiente	228,33	1,22

El tipo de riego también influye en el consumo. El menor consumo se registra en los jardines que utilizan riego manual, pese a que la superficie de estos jardines es mayor que la de jardines regados por goteo o que combinan goteo con manual. Esto se debe, probablemente, a que estos últimos suelen contar con césped: el 71,6 por ciento de los jardines con césped cuenta con riego automático. Por su parte, el mayor consumo se presenta en jardines que utilizan los tres sistemas de riego considerados: aspersores, goteo y manual; estas viviendas están asociadas a mayor nivel de renta y mayor superficie de jardín.

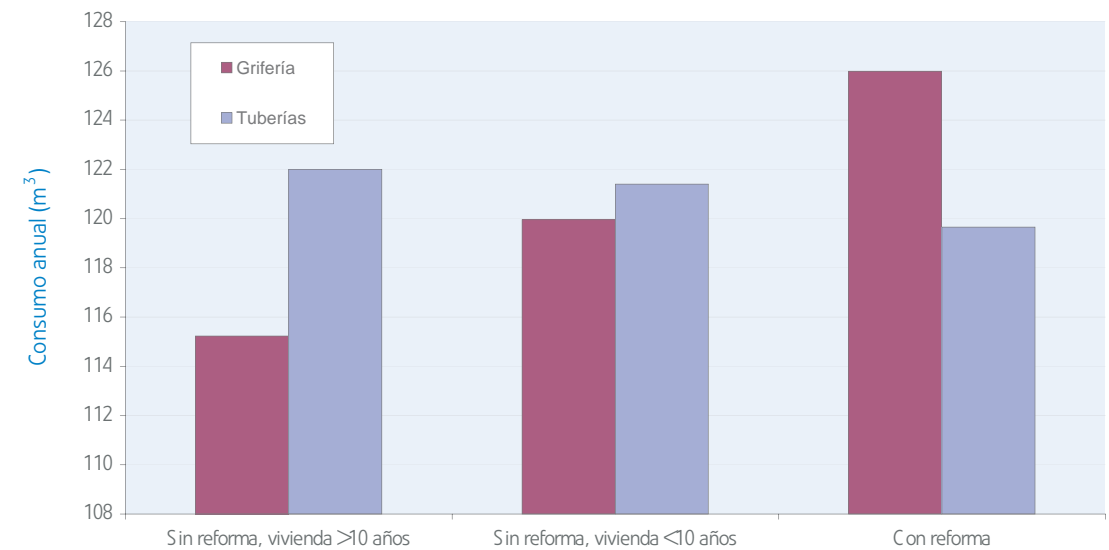
Piscina

Al igual que ocurre con los jardines, la presencia de piscina aumenta el consumo de agua en un 130 por ciento pero, de nuevo, este aumento es menor si se comparan metros cúbicos de consumo por metros cuadrados de superficie útil (9,2 por ciento), ya que el tener piscina individual implica una mayor superficie y nivel de renta. La capacidad y antigüedad de la piscina también influye directamente en el consumo de agua. La presencia de sistema de depuración y de duchas aumenta el consumo, pero van ligadas a una capacidad mayor. Hay que señalar que no se ha segregado el consumo directo de llenado de la piscina ni el de sus duchas.

Renovación de fontanería.

Las viviendas que indican haber cambiado la grifería muestran un aumento de consumo, lo que puede deberse a un mayor consumo de la grifería monomando. Sin embargo, las viviendas con renovación o reparación de tuberías o cañerías no registran apenas menores consumos que los que no lo han realizado (inferior al 2 por ciento). Esto queda reflejado en la Figura 71. La renovación de cisternas tampoco determina valores más bajos de consumo de agua (ahorro inferior al 1,8 por ciento), lo que respalda el punto anterior sobre las cisternas con dispositivos economizadores.

Figura 71. Consumo en función de las reformas del hogar



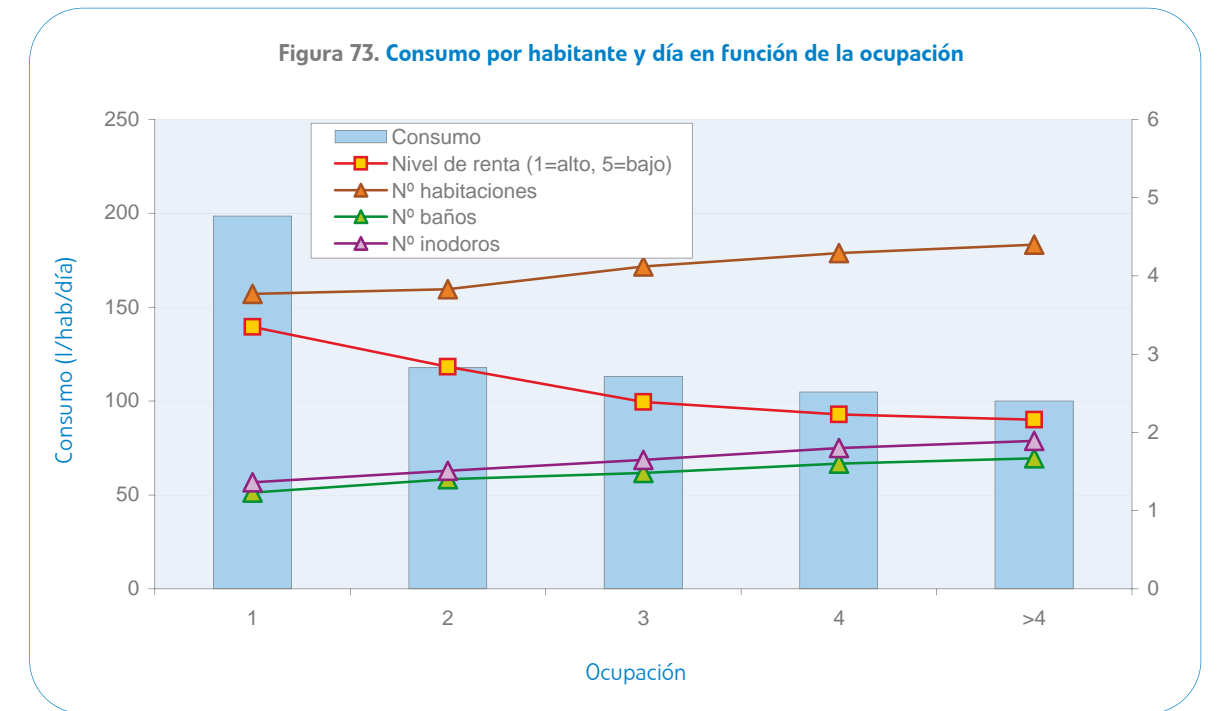
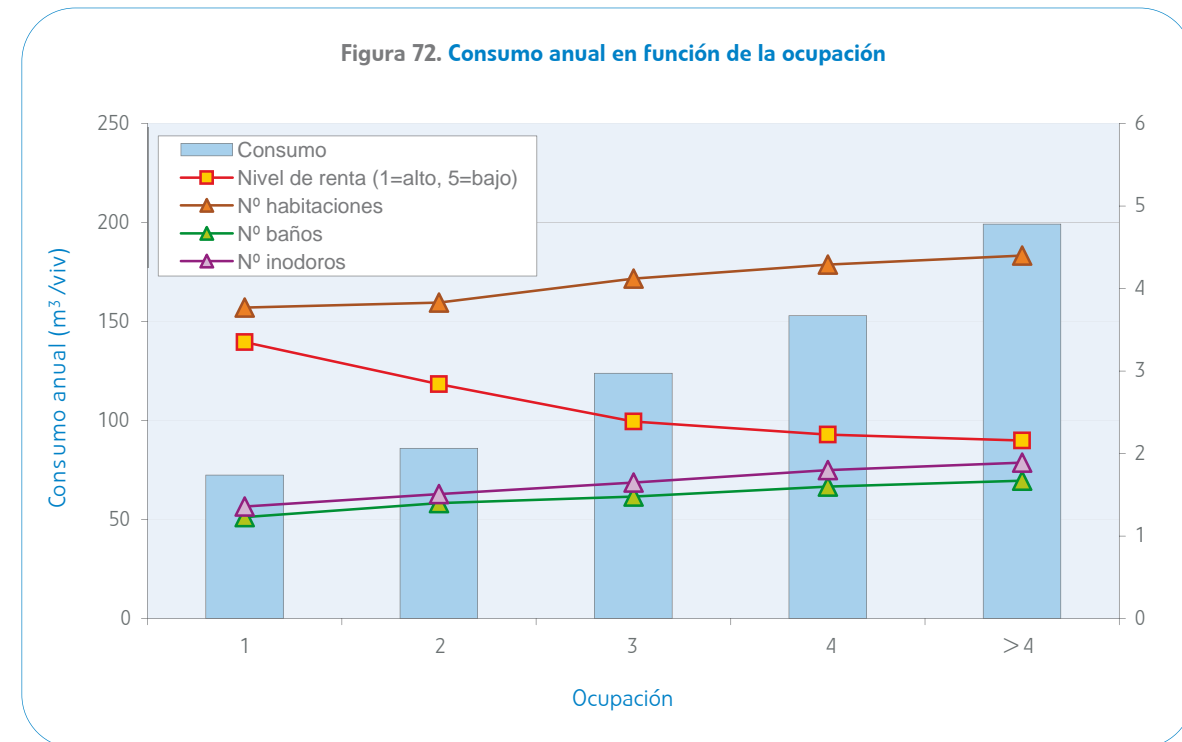
Concienciación

El diferente nivel de concienciación manifestado en la encuesta por los usuarios no se corresponde con diferencias en los consumos reales.

De las cuatro medidas para reducir el consumo consultadas explícitamente, sólo dos tienen alguna incidencia real en el consumo total: cerrar los grifos durante el lavado de dientes o el afeitado (4,7 por ciento menos de consumo), y revisar que los grifos estén bien cerrados (ahorro de 15,48 por ciento respecto de las viviendas en las que no existe esta preocupación). Las otras dos medidas consultadas (tener ligero conocimiento sobre la diferencia de consumo propio entre invierno y verano, y utilizar adecuadamente los dispositivos ahorradores instalados por cuenta propia) no parecen incidir en la esperada reducción de consumo.

Características familiares del hogar

Respecto a la ocupación, pasar de una a dos personas (sin apenas diferencia en las características de la vivienda) supone un aumento del consumo de un 18,6 por ciento. Sin embargo, el pasar de dos a tres personas conlleva un aumento porcentual mayor; 44 por ciento. La incorporación de una cuarta persona tiene un impacto menor (aumento de un 23,5 por ciento respecto a la ocupación de tres personas). La Figura 72 refleja la variación del consumo anual en función de la ocupación, así como la vinculación directa de esta variable con el equipamiento del hogar y el nivel de renta. Como es lógico, el consumo anual aumenta al aumentar la ocupación, mientras que el consumo por habitante y día (Figura 73) sigue la tendencia contraria, mostrando un cambio drástico a partir de los dos habitantes por vivienda.



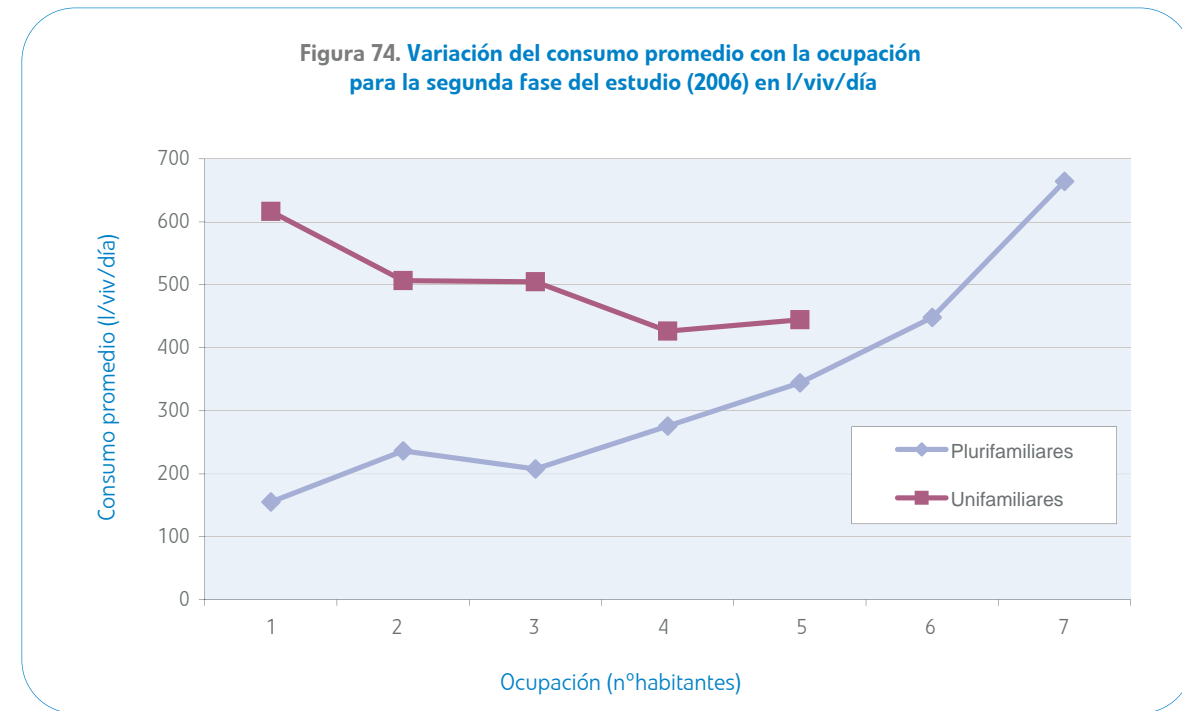
Las diferencias en la composición del hogar también inciden en el consumo, aunque no hay que perder de vista la relación entre mayor ocupación, tamaño de la vivienda y consumo. En la Tabla 14 vemos que un segundo hijo incide menos en el consumo que el primero, tanto para las parejas, como para los adultos solos. Además, el consumo de tres personas en forma de pareja más hijo es un 3,3 por ciento mayor que el de adulto más dos hijos.

Tabla 14. Influencia de la composición del hogar en el consumo

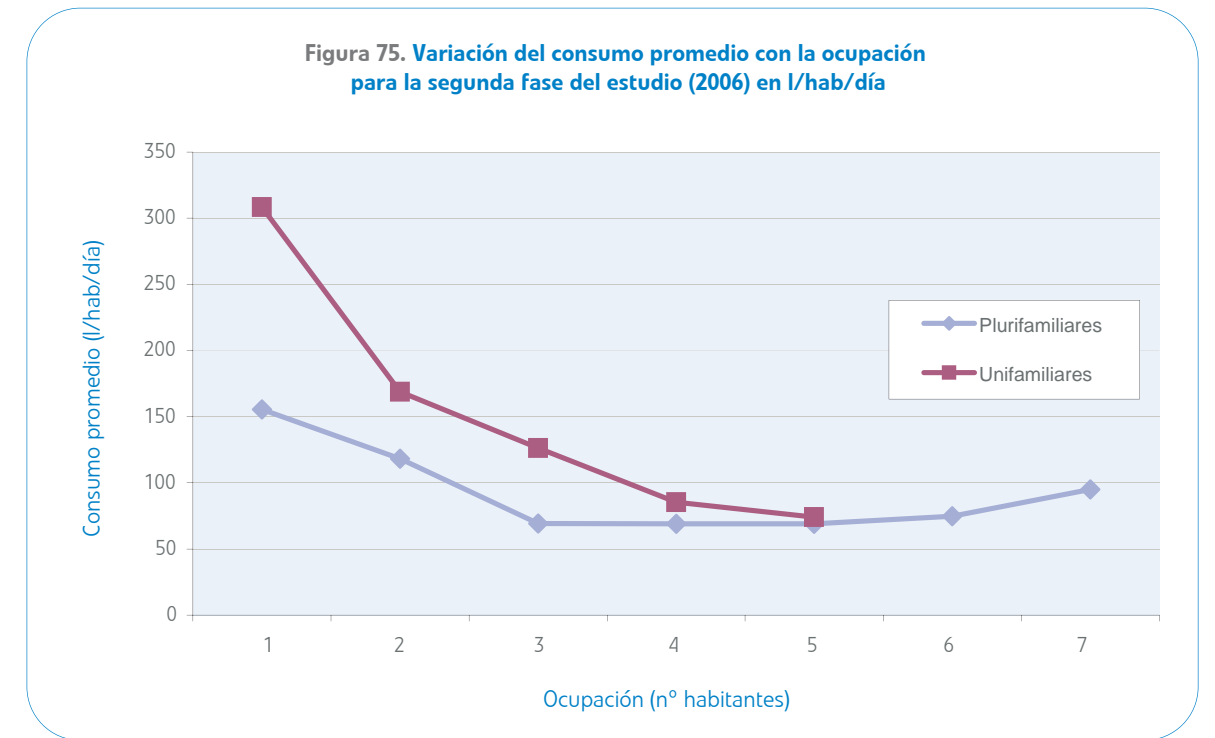
	Consumo %
Adulto solo	72,02
Pareja sin hijos	85,26
Pareja + 1 hijo	126,42
Pareja + 2 hijos	152,71
Pareja + 3 ó más hijos	199,25
Adulto + 1 hijo	94,46
Adulto + 2 hijos	122,37
Adulto + 3 hijos	170,32

Hay una relación directa entre mayor nivel de ingresos y mayor nivel de consumo, pero éste igualmente se registra en relación con el tamaño del hogar y las características de la vivienda, al estar correlacionadas entre sí, como se ve en las Figuras 72 y 73.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en la segunda fase del estudio (Figura 74), se observa que para viviendas plurifamiliares la variación es igual que para la primera fase del proyecto, ya que hay una tendencia clara de influencia directamente proporcional de la ocupación sobre el consumo hasta una ocupación de siete personas. Sin embargo, para viviendas unifamiliares, la tendencia es inversa, lo cual probablemente sea debido a la influencia de otros factores con influencia y peso diferente en ambos grupos.



Si expresamos la Figura 74 en litros por habitante y día (Figura 75), observamos que el consumo se dispara cuando la ocupación es muy baja. Para viviendas unifamiliares, el consumo desciende de forma menos acusada a partir de dos habitantes por vivienda, y para viviendas plurifamiliares, el consumo prácticamente se estabiliza para una ocupación de tres habitantes por vivienda.



Relación con la vivienda.

En las viviendas alquiladas se produce un mayor consumo medio de agua que en las viviendas habitadas por sus propietarios, y ello pese a que en la muestra éstas tienden a ser mayores en superficie, número de habitaciones, cantidad de baños e inodoros y apenas existen diferencias en cuanto a la ocupación. Según los datos de la encuesta, este mayor consumo de las viviendas alquiladas está relacionado con un menor nivel de concienciación y una edad media más baja de los ocupantes.

Se produce un mayor consumo al aumentar el tiempo de residencia de los habitantes, hasta el período de diez años. Entre diez y veinte años hay una ligera estabilización y posteriormente se registra un sucesivo descenso del consumo. Esta variación es paralela a las variaciones en la ocupación, la superficie útil, el número de habitaciones, baños e inodoros, según se aprecia en la Figura 76 (relación con el consumo anual por vivienda) y la Figura 77 (relación con el consumo por habitante y día).

Figura 76. Consumo anual en función del tiempo de residencia en la vivienda

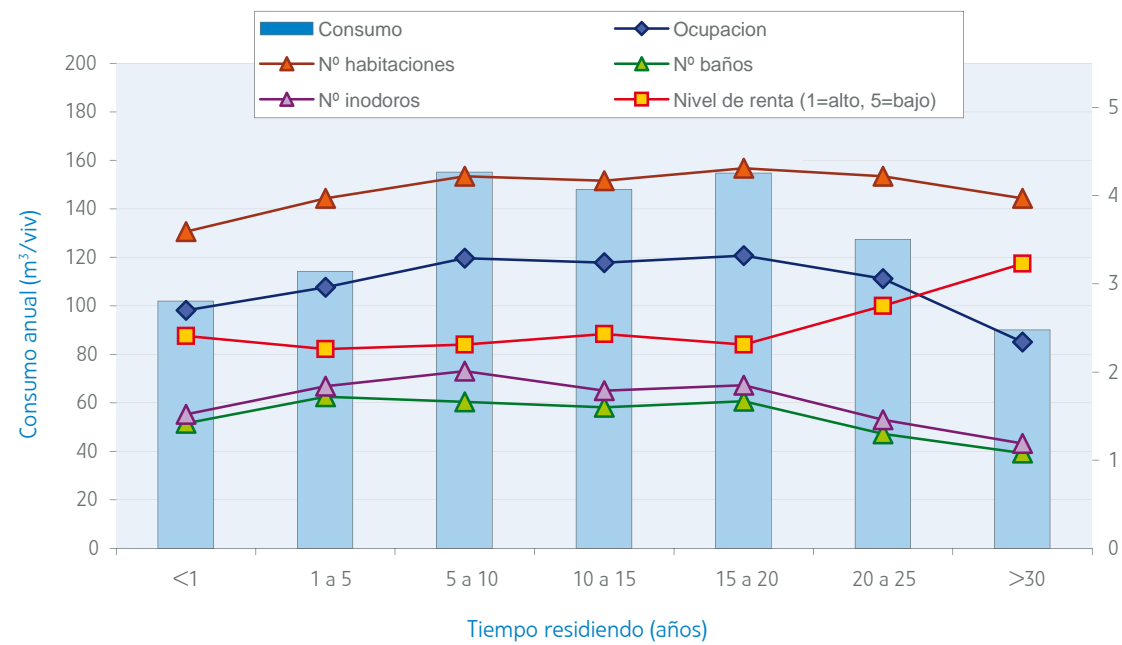
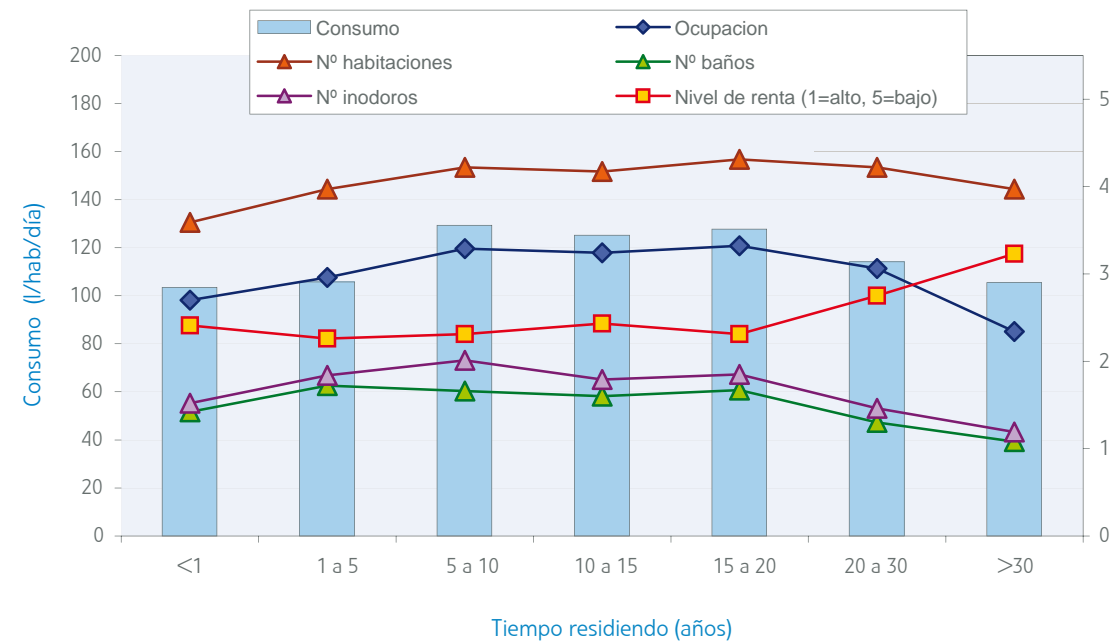


Figura 77. Consumo por habitante y día en función del tiempo de residencia en la vivienda

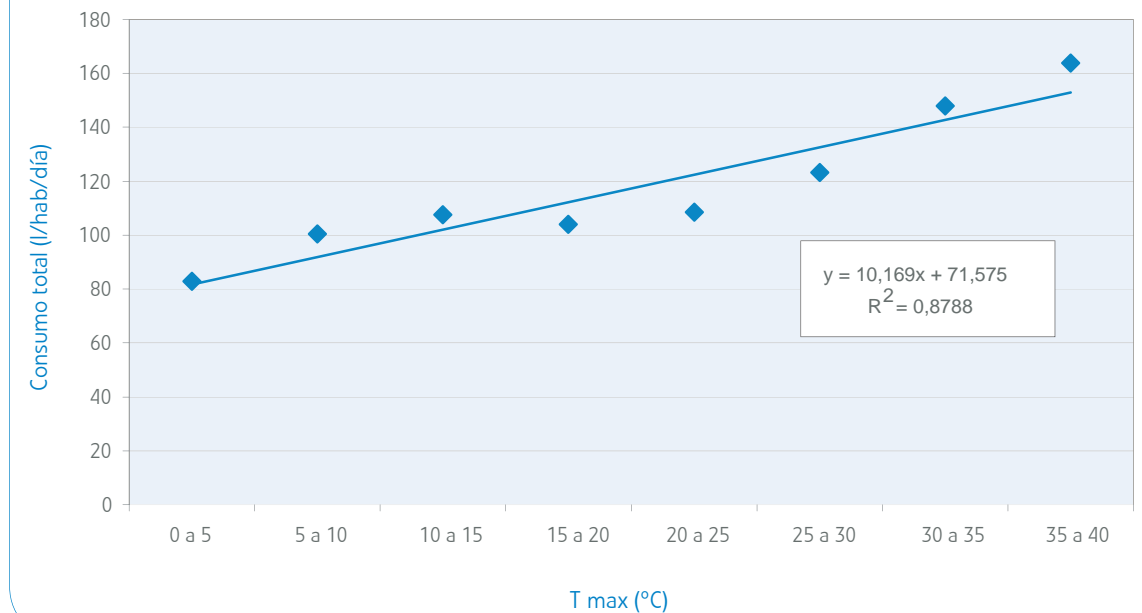


Factores climáticos

La temperatura y la precipitación tienen gran influencia en el consumo diario de agua, los registros de las campañas realizadas se han analizado para cuantificar y establecer las reglas que rigen esta influencia.

En primer lugar, según el análisis realizado para la muestra correspondiente a la primera fase del estudio, se ha comprobado que a mayor temperatura, mayor consumo, y en principio se ha podido establecer una primera correlación lineal entre la temperatura máxima diaria y el consumo promedio por habitante y día (Figura 78).

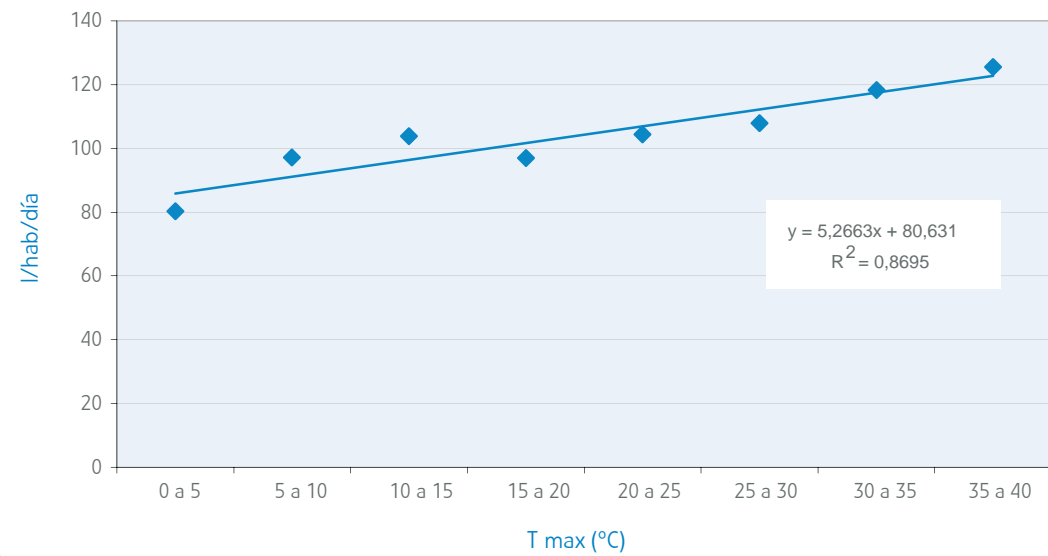
Figura 78. Efecto de la temperatura en el consumo de agua (interior y exterior) en la primera fase del estudio



El aumento de consumo total es progresivo hasta los 10 grados centígrados de temperatura máxima diaria, entre 10 y 25 grados permanece relativamente estable, y vuelve a aumentar para temperaturas superiores a 30 grados. Para temperaturas máximas próximas a los 40 grados centígrados, el consumo diario es prácticamente un 50 por ciento superior que para los días con temperaturas por debajo de los 5 grados.

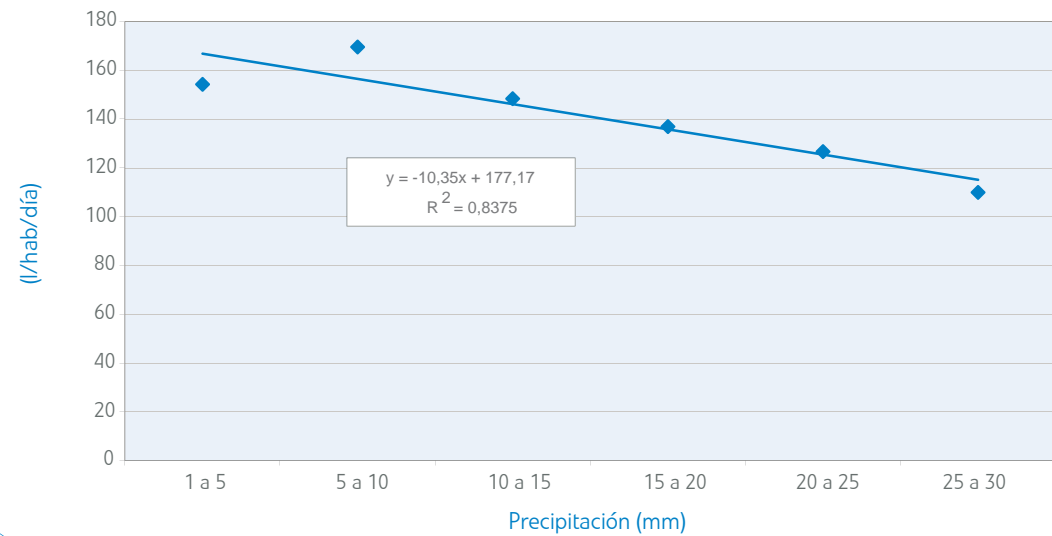
La Figura 79 muestra esta misma variación pero respecto al consumo de interior exclusivamente. La tendencia observada es la misma que en el caso anterior, aunque el coeficiente de correlación de una posible función lineal es ligeramente inferior. Se comprueba que la temperatura tiene un efecto directo tanto en el consumo doméstico global de agua como en el consumo exclusivamente de interior, aunque este efecto es mucho más acusado en las viviendas unifamiliares para los días de temperaturas máximas por encima de los 30 grados centígrados.

Figura 79. Efecto de la temperatura en el consumo de agua (sólo interior) en la primera fase del estudio



El efecto de la precipitación es el contrario, es decir, a mayores precipitaciones, menor consumo. Dado que las precipitaciones tienen efecto principalmente en las viviendas con usos de exterior, se ha correlacionado el consumo promedio diario por habitante en ese tipo de viviendas con las precipitaciones diarias registradas (Figura 80). En este caso, la correlación obtenida es superior que para la temperatura. El consumo de agua es hasta un 32,7 por ciento inferior cuando se producen precipitaciones de entre 20 y 25 milímetros respecto al consumo para precipitaciones de entre 0 y 5 milímetros.

Figura 80. Efecto de las precipitaciones diarias en el consumo en viviendas con exterior en la primera fase del estudio



Respecto a la muestra correspondiente a la segunda fase del estudio, no se ha podido establecer una correlación lineal con la temperatura como puede verse en la Figura 81 y Figura 82. Para realizar este análisis se han eliminado las medidas correspondientes a los días en los que el consumo ha sido nulo.

Figura 81. Efecto de la temperatura en el consumo de viviendas plurifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio

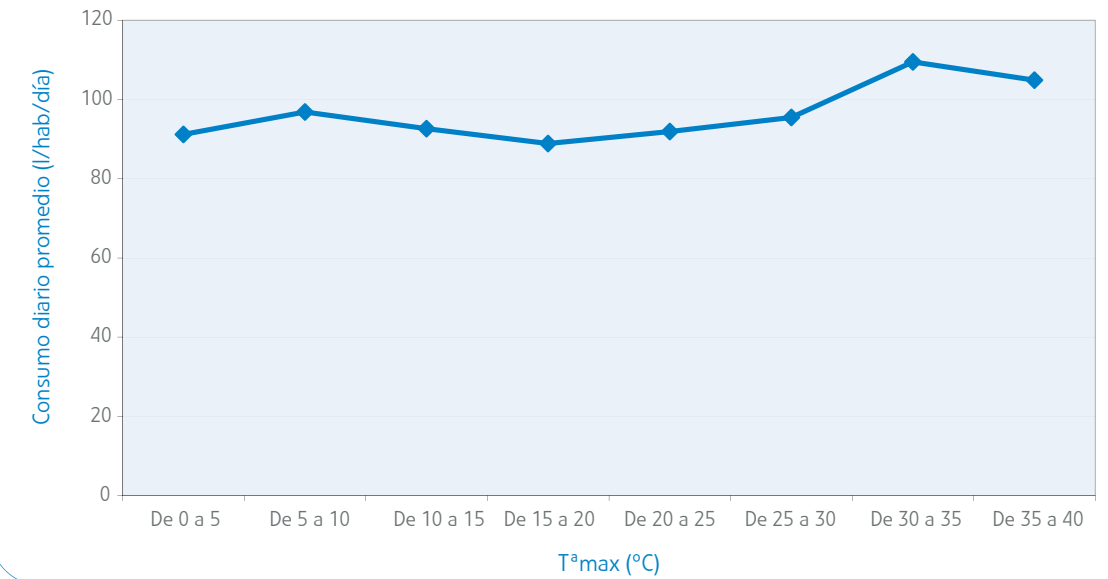
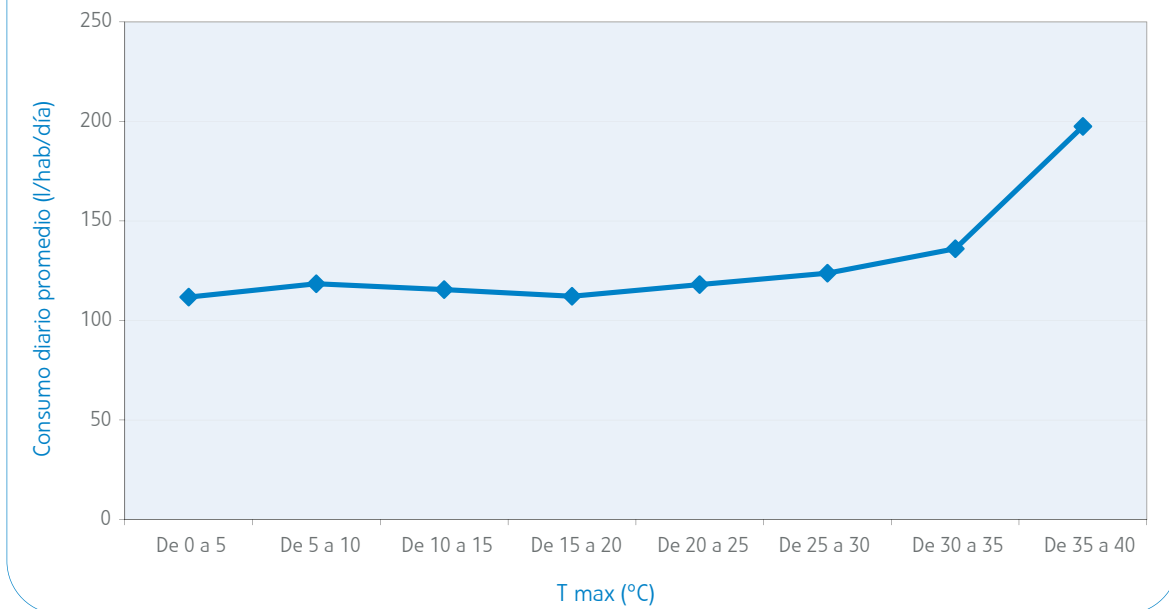


Figura 82. Efecto de la temperatura en el consumo de viviendas unifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio

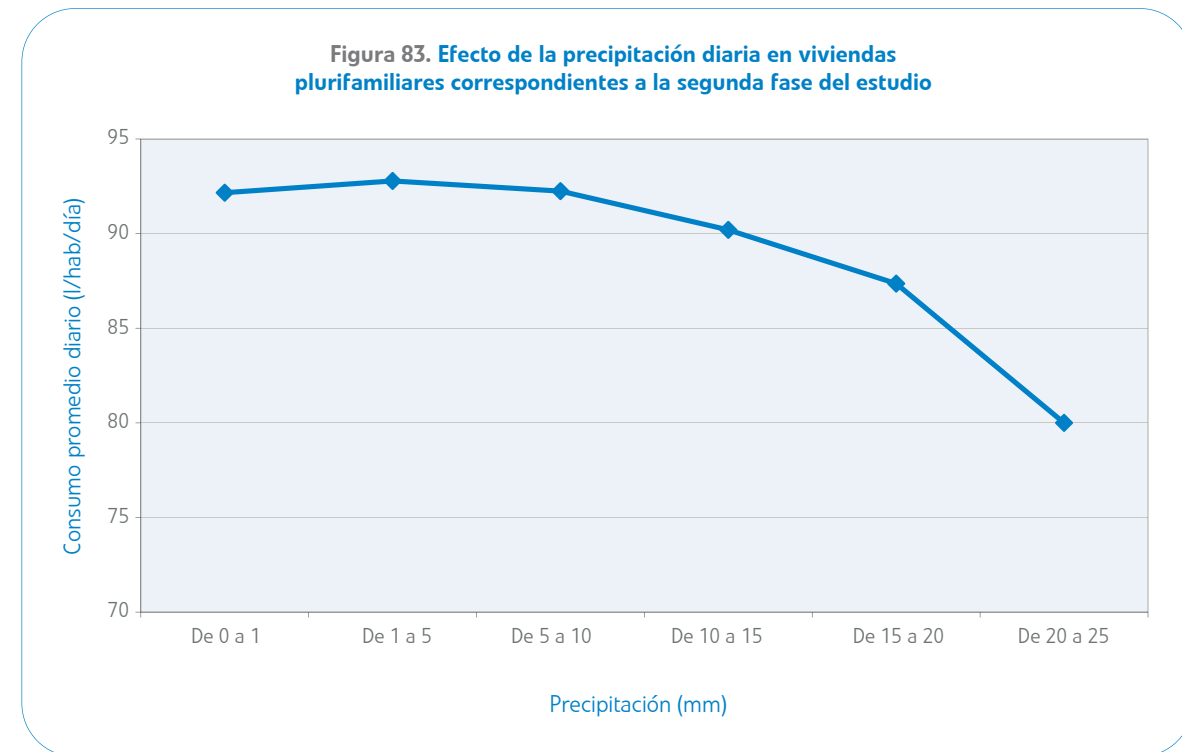


Para las viviendas plurifamiliares, en la Figura 81 puede observarse cómo el consumo es prácticamente independiente de la temperatura hasta el intervalo comprendido entre 25 a 30 grados centígrados. A partir de este punto el consumo aumenta con la temperatura y después disminuye a partir del intervalo comprendido entre 30 a 35 grados, probablemente debido al efecto vacacional, en el que gran parte de la población de la Comunidad de Madrid se ausenta en las épocas de mayor temperatura.

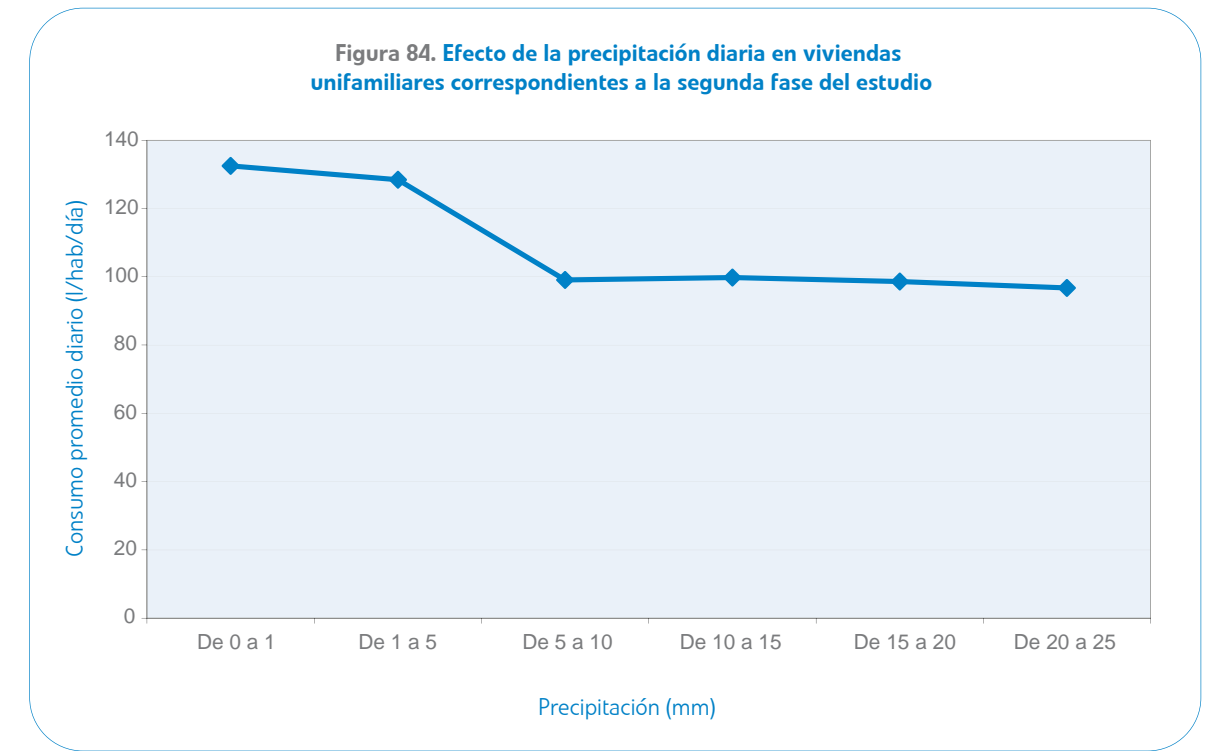
Respecto a las viviendas unifamiliares, el consumo es también prácticamente independiente de la temperatura hasta el intervalo comprendido entre 25 y 30 grados centígrados como puede verse en la Figura 82. A partir de este punto el consumo aumenta de forma prácticamente exponencial con la temperatura, debido al efecto del riego de jardines en estas viviendas con usos de exterior, sumando la influencia de la temperatura al efecto de reducción de agua en riegos inducido por la sequía.

El efecto de la precipitación puede analizarse a partir de la Figura 83 y 84.

Como queda reflejado en la Figura 83, para las viviendas plurifamiliares el consumo es prácticamente independiente de la precipitación hasta el intervalo comprendido entre 15 y 20 milímetros, a partir del cual el consumo empieza a disminuir ligeramente. Sin embargo, para las viviendas unifamiliares se aprecia una clara disminución del consumo a partir de los 5 milímetros de precipitación diaria, debido a la disminución del riego por el efecto de la lluvia.



En la Figura 84 puede observarse también cómo desde el intervalo de 5 a 10 milímetros en adelante el consumo es independiente de la precipitación, ya que la disminución del riego por la lluvia permanece constante.



En el *Análisis de segmentación de las variables que más discriminan el consumo de agua doméstico* se ha utilizado el análisis de segmentación o CHAID, una técnica estadística para segmentar o generar árboles. Utilizando como criterio la significación de un contraste estadístico, CHAID evalúa todos los valores de una variable predictora potencial. Funde los valores evaluados como estadísticamente homogéneos (similares) respecto a la variable criterio y conserva inalterados todos los valores que resulten heterogéneos (distintos). A continuación, selecciona la mejor variable predictora para formar la primera rama del árbol de decisión, de forma que cada nodo esté compuesto por un grupo de valores homogéneos de la variable seleccionada. Este proceso se repite hasta que el árbol se ha desarrollado por completo.

Mediante este análisis se ha detectado que la variable que más discrimina el consumo anual de agua doméstico en la Comunidad de Madrid (metros cúbicos por vivienda) es la presencia de jardín propio o parcela. A su vez, entre las viviendas sin jardín propio o parcela, la variable que más discrimina el consumo de agua es la ocupación de la vivienda. Para un mismo número de habitantes, la siguiente variable significativa sería el número de inodoros, como representación del equipamiento de los hogares. Por otro lado, en las viviendas con jardín o parcela la variable discriminante de los usos de interior es el número de cuartos de baño (también como representación del equipamiento); y para un mismo número de baños, de nuevo la ocupación sería la siguiente variable significativa.

Esta información permitió desarrollar para la muestra encuestada en 2003 un modelo de estimación del consumo mediante un análisis de regresión. Se elaboraron dos modelos de regresión, para viviendas con y sin jardín. El modelo para viviendas con jardín tiene un coeficiente de determinación (R^2) de 0,74, lo que significa que es capaz de explicar el 74 por ciento de las variaciones del consumo sin dispersión. Las variables presentes en este modelo, es decir, las que más influencia tienen en las variaciones de consumo, son el número de baños,

la ocupación y el nivel de renta. Para las viviendas sin jardín, este coeficiente es de 0,807, lo cual hace este modelo aún más potente, y las variables más influyentes son la ocupación, el número de inodoros (hay que recordar que se diferencia entre baños y aseos, de modo que número de inodoros no equivale a número de baños) y el nivel de renta. Las ecuaciones de ambos modelos son:

Con jardín

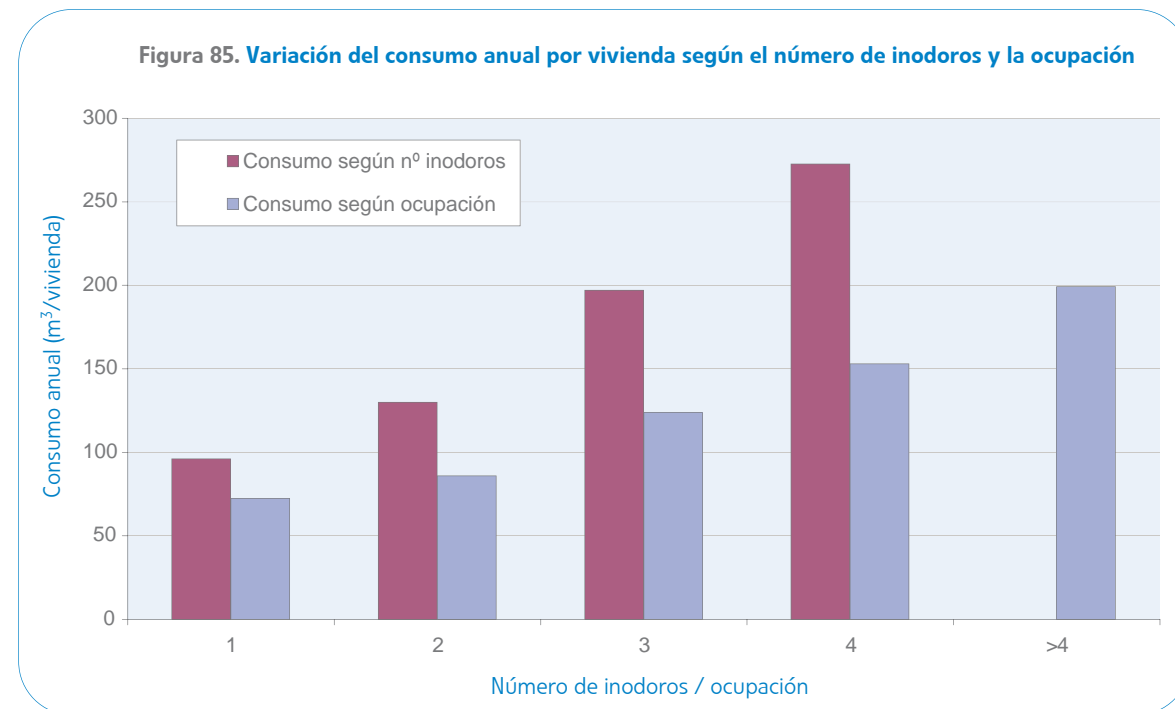
$$\text{Consumo anual (m}^3/\text{viv)} = 41,489 + 61,088 \cdot \text{n}^\circ \text{ baños} + 18,961 \cdot \text{ocupación} - 2,129 \cdot \text{nivel de renta}$$

Sin jardín

$$\text{Consumo anual (m}^3/\text{viv)} = 8,241 + 24,395 \cdot \text{ocupación} + 23,425 \cdot \text{n}^\circ \text{ inodoros} - 0,783 \cdot \text{nivel de renta}$$

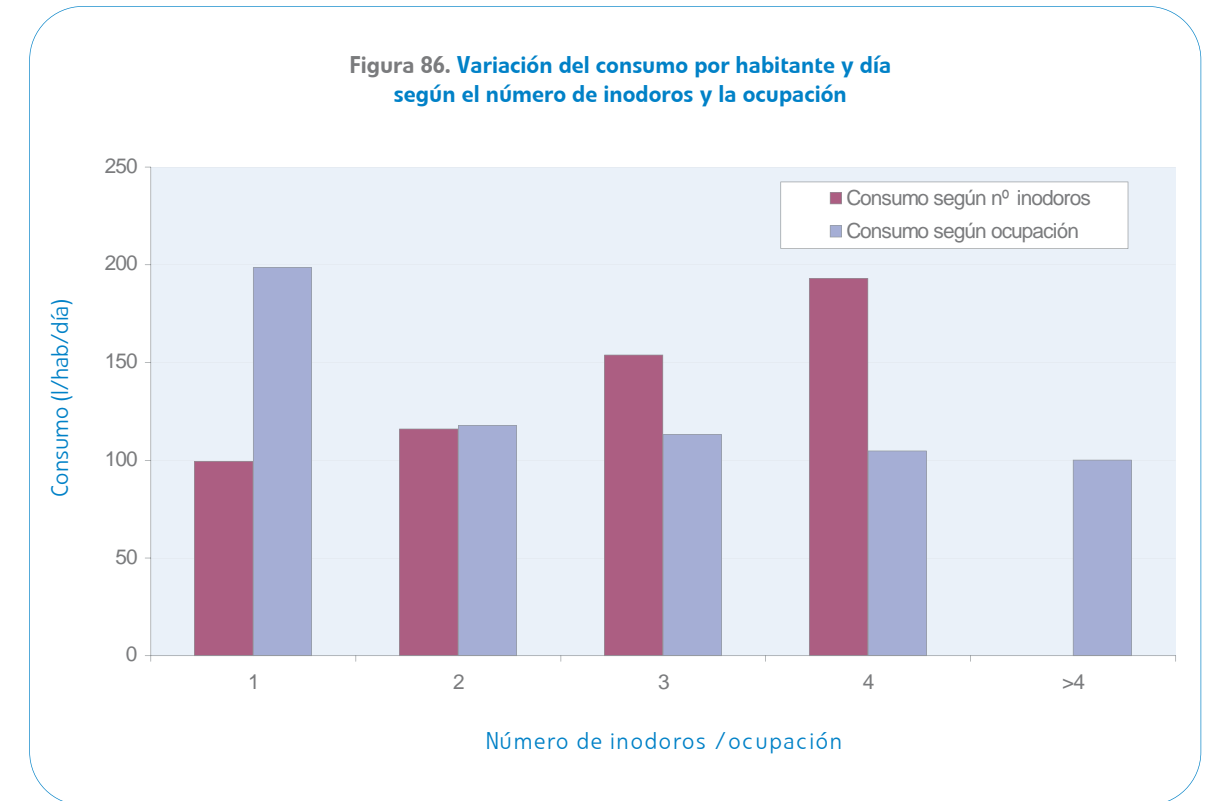
El signo negativo que aparece en el nivel de renta se debe a que este nivel aumenta al disminuir el valor numérico con el que se ha codificado (1 corresponde al nivel más alto, mientras que 5 es el nivel más bajo de renta).

En la Figura 85 se puede observar la influencia del consumo anual por vivienda con la ocupación y el número de inodoros.



Si se analiza el consumo por habitante y día (Figura 86), la influencia del número de inodoros es similar al caso anterior; sin embargo, un aumento en la ocupación hace disminuir este consumo. Esta disminución del consumo per cápita a medida que aumenta la ocupación se entiende como una *economía de escala*, y se detallará más adelante para determinados usos concretos. Es interesante destacar aquí la gran estabilización que presenta el

consumo per cápita a partir de dos ocupantes: se produce una disminución de un 41 por ciento del consumo unitario al pasar de uno a dos habitantes, mientras que al añadir más miembros al hogar las disminuciones son de sólo el 4, 7 y 5 por ciento respectivamente.



4.4. Distribución del consumo en los distintos usos

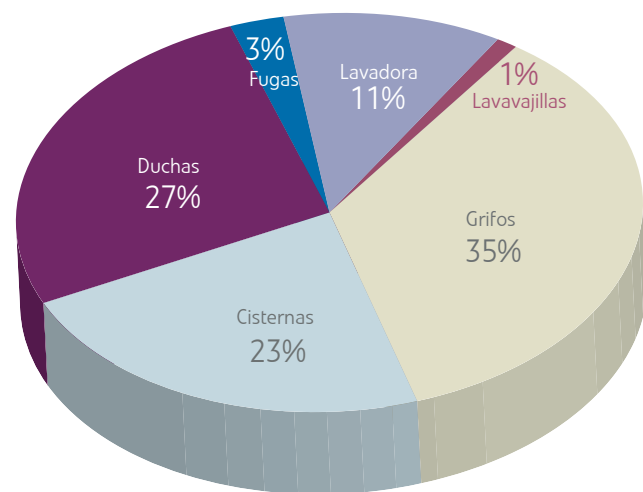
4.4.1. Distribución de usos finales

Uno de los objetivos principales del estudio era poder establecer una distribución de usos finales domésticos, con el fin de obtener una idea global tanto sobre cuánta agua se consume como sobre dónde es consumida. En este capítulo se expone la distribución de usos finales resultante de la monitorización en continuo de las viviendas de la muestra de la primera fase del estudio llevada a cabo a lo largo de 2002 y 2003. Adicionalmente, para usos de exterior se presentan también los datos de la monitorización llevada a cabo en 2006.

Para analizar la distribución de usos se han diferenciado las viviendas que sólo presentan uso interior (es decir, plurifamiliares, Figura 87), de las que también presentan uso exterior (unifamiliares, Figura 88).

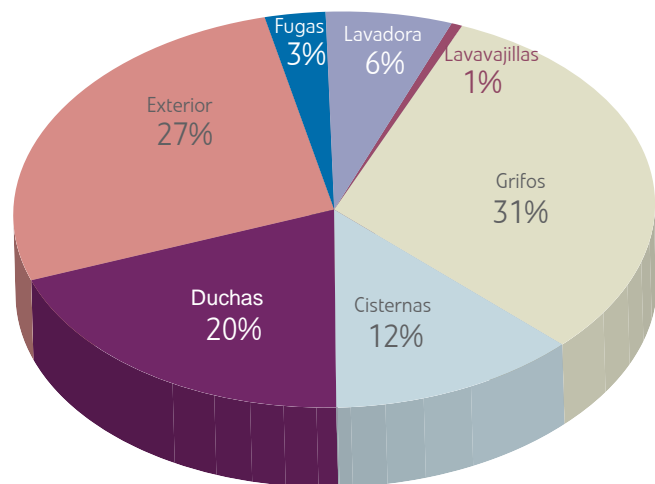
La distribución de usos se ha calculado teniendo en cuenta todos los días en que se llevó a cabo la monitorización en continuo de los distintos usos, tanto aquellos en los que ha habido consumo como los que no.

Figura 87. Distribución de usos finales en viviendas plurifamiliares



Consumo medio de la muestra medida 291 l/viv/día

Figura 88. Distribución de usos finales en viviendas unifamiliares

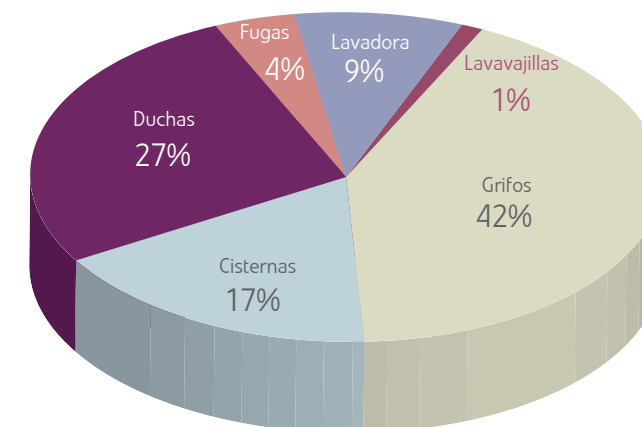


Consumo medio de la muestra media 633 l/viv/día

En líneas generales, los resultados reflejan que la mayor parte del consumo se realiza en grifos, seguido de duchas y cisternas en casos de viviendas plurifamiliares. En el caso de viviendas unifamiliares, el uso exterior representa el segundo destino (alcanzando un 27 por ciento del consumo total), por detrás de los grifos y seguido de duchas y cisternas.

Si se excluyen los usos de exterior en las viviendas unifamiliares y sólo se consideran los usos interiores, se obtiene la distribución de la Figura 89. Los grifos siguen siendo el uso principal (42 por ciento), al igual que ocurría en las plurifamiliares, seguidos de duchas (27 por ciento) y cisternas (17 por ciento). Sin embargo, la distribución de usos no es equivalente a la de viviendas que sólo presentan usos de interior, y el consumo medio por vivienda (462 litros por vivienda y día) es superior, lo que podría explicarse por el distinto peso de otros factores explicativos del consumo entre las muestras monitorizadas.

Figura 89. Distribución de usos finales de interior en viviendas unifamiliares



Consumo medio en usos de interior en la muestra 462 l/viv/día

En cuanto al consumo medio por vivienda y día para cada tipo, se observa que el consumo en las viviendas unifamiliares monitorizadas (633 litros por vivienda y día) es más del doble que en las plurifamiliares de la muestra (291 litros por vivienda y día). Esto puede explicarse tanto por la presencia de jardines como por el aumento en variables muy relacionadas entre sí como la superficie de la vivienda, el equipamiento sanitario, la ocupación y el nivel de renta, que suelen ir asociadas a este tipo de viviendas.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (*Indicadores sobre el agua. Serie 1996-2004*), el consumo promedio en 2001 fue de 474 litros por vivienda y día en la Comunidad de Madrid, un valor medio entre los obtenidos aquí para viviendas unifamiliares y plurifamiliares. El valor medio de consumo doméstico en la Comunidad de Madrid suministrado por Canal de Isabel II en 2003 fue de 398 litros por habitante y día sólo para viviendas principales.

Finalmente, se han analizado en detalle cada uno de estos usos, y los resultados del consumo, tanto por vivienda como por habitante y día, se recogen en la Tabla 15. Para el tratamiento de estos valores se debe tener siempre presente su vinculación con la muestra monitorizada y su relación con el total de la Comunidad de Madrid.

Tabla 15. Consumos diarios (por habitante y por vivienda) según uso final para la muestra monitorizada en 2003

		Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo por habitante y día (litros)	Cisternas	18,9 l/hab/día	19,4 l/hab/día
	Duchas	30,1 l/hab/día	22,5 l/hab/día
	Grifos	46,8 l/hab/día	30,1 l/hab/día
	Lavavajillas	0,3 l/hab/día	0,9 l/hab/día
	Lavadora	9,6 l/hab/día	9,6 l/hab/día
	Exterior	41,2 l/hab/día	-
	Fugas	4,5 l/hab/día	2,4 l/hab/día
Consumo por vivienda y día (litros)	Cisternas	78,9 l/viv/día	66,5 l/viv. día
	Duchas	124,9 l/viv/día	77,2 l/viv/día
	Grifos	194,4 l/viv/día	103,1 l/viv/día
	Lavavajillas	4,7 l/viv/día	3,1 l/viv/día
	Lavadora	40,0 l/viv/día	32,9 l/viv/día
	Exterior	171,4 l/viv/día	-
Fugas	18,9 l/viv/día	8,3 l/viv/día	

4.4.2. Cisternas de inodoro

Este punto analiza el consumo de agua en cisternas de inodoro como uso final. El uso de las cisternas de inodoro representa un 23 por ciento del consumo doméstico de agua en viviendas plurifamiliares, y un 17 por ciento del consumo interior en unifamiliares.

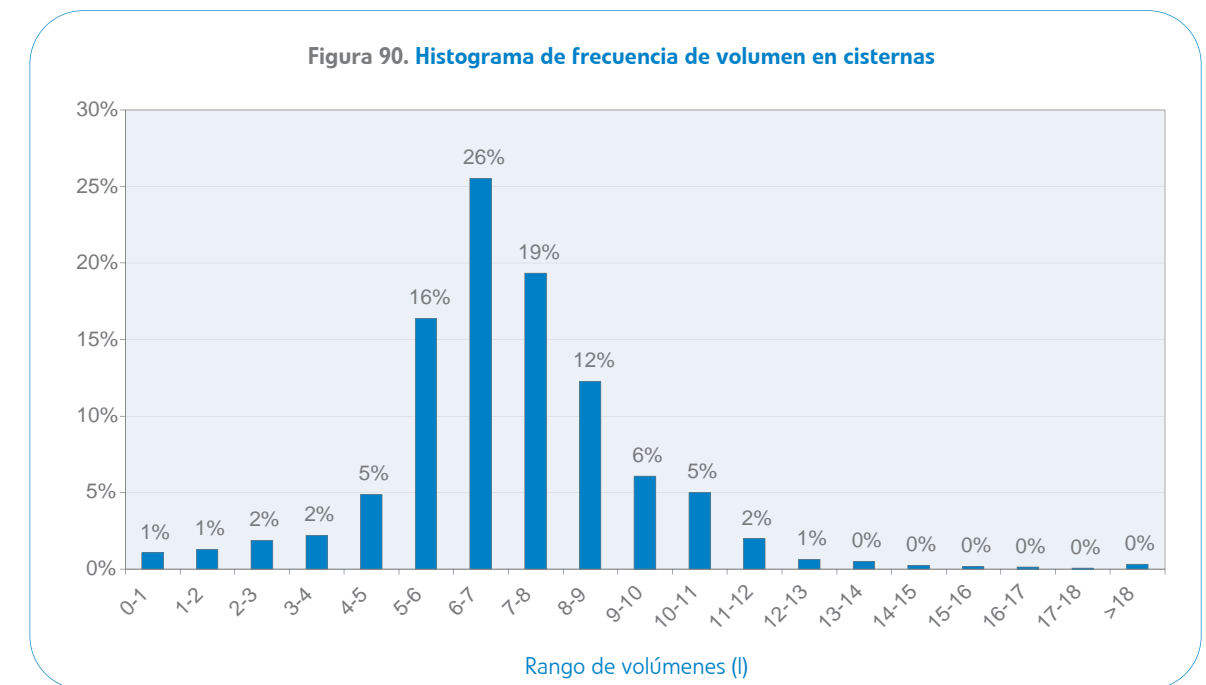
Frecuencia de consumo y ocupación

La frecuencia de empleo de cisternas es la siguiente:

Tabla 16. Frecuencia de uso de cisternas de inodoro y valores medios

Promedio de descargas por vivienda y día en muestra 2003		10,24
Promedio de descargas por habitante y día en muestra 2003		3,29
Valores medios por descarga en la muestra 2003	Volumen medio (l)	7,07
	Caudal máximo (l/h)	381,89
	Tiempos (minutos)	1,72

El histograma de frecuencia de volumen de descarga en las cisternas de la muestra de 2003 puede verse en la Figura 90.



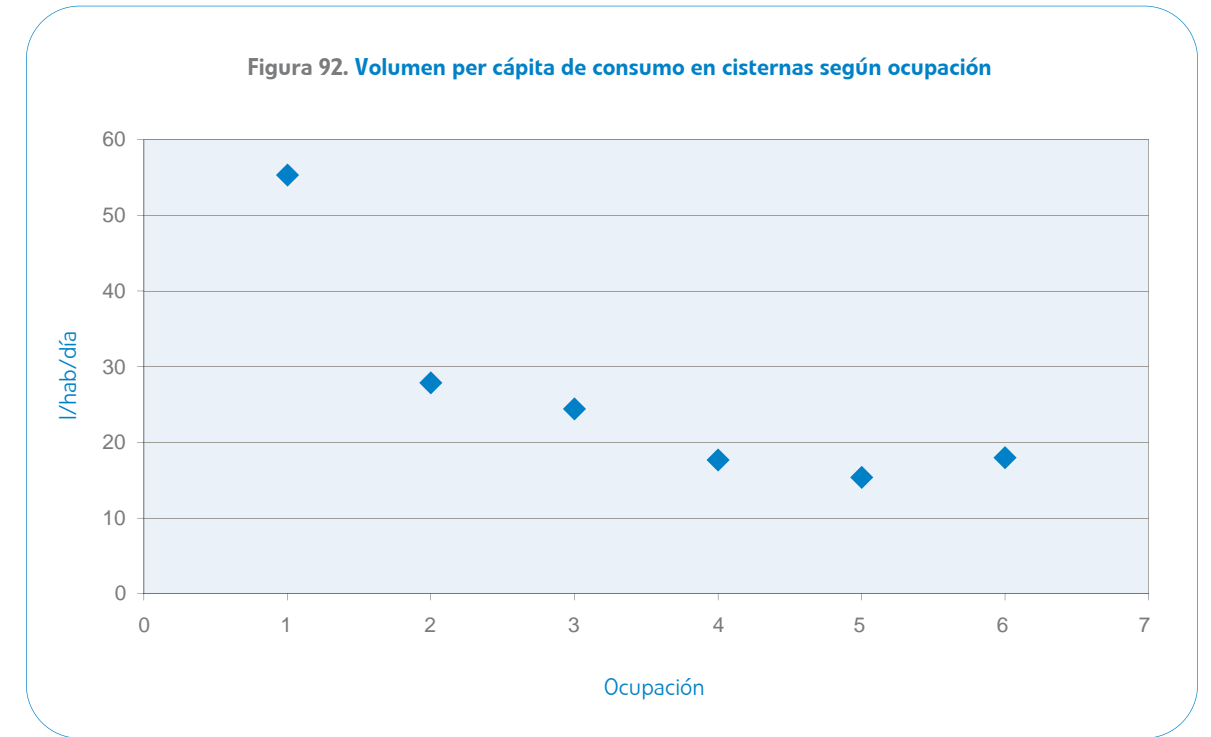
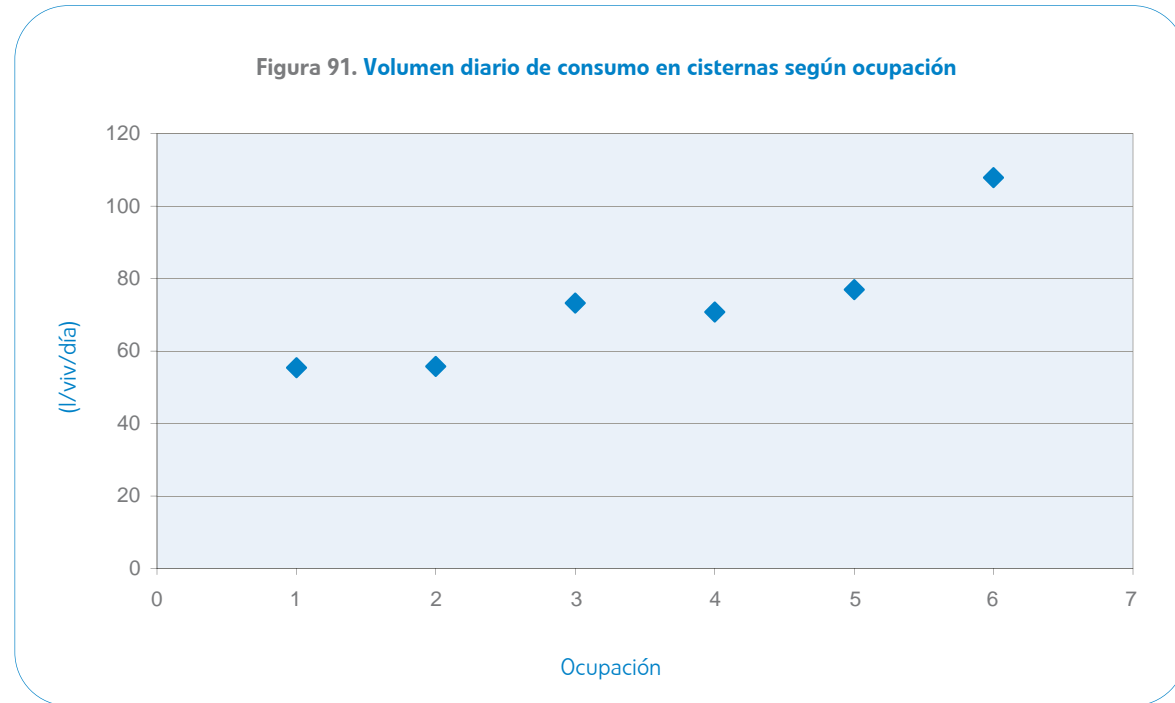
Esta figura muestra que el rango de volumen más habitual para este aparato se sitúa entre 5 y 9 litros, coincidiendo con el valor mencionado de volumen medio por descarga. El 43,5 por ciento de las cisternas monitorizadas consumía entre 6 y 8 litros por descarga, mientras que el 18,4 consumía entre 8 y 10 litros. Sólo el 9,1 por ciento tenía descargas de más de 10 litros. Se considera que cuentan con algún tipo de dispositivo ahorrador de agua (sistemas de doble pulsación o interrupción de descarga) todas aquellas cisternas cuyo consumo por descarga sea en algún momento inferior a 6 litros. El 27,8 por ciento de las cisternas de la muestra son de este tipo.

Los datos de consumo en cisternas (litros por habitante y día, litros por vivienda y día) en función del tipo de vivienda de la muestra se observan en la Tabla 17.

Tabla 17. Consumos en cisternas

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo en cisternas de inodoro por habitante y día	19 l/hab/día	19 l/hab/día
Consumo en cisternas de inodoro por vivienda y día	79 l/viv/día	66 l/viv/día

La ocupación es una variable muy influyente en el consumo doméstico en general, ya sea directa o indirectamente (una mayor ocupación suele ir asociada con otras variables como la superficie, el número de baños, etc...). El consumo de agua en inodoros está igualmente relacionado con la ocupación como se muestra en la Figura 91 pero, el consumo per cápita sólo muestra una relación lineal y disminuye a medida que aumenta el número de habitantes (Figura 92), como se ha comentado en el capítulo anterior para los consumos globales.

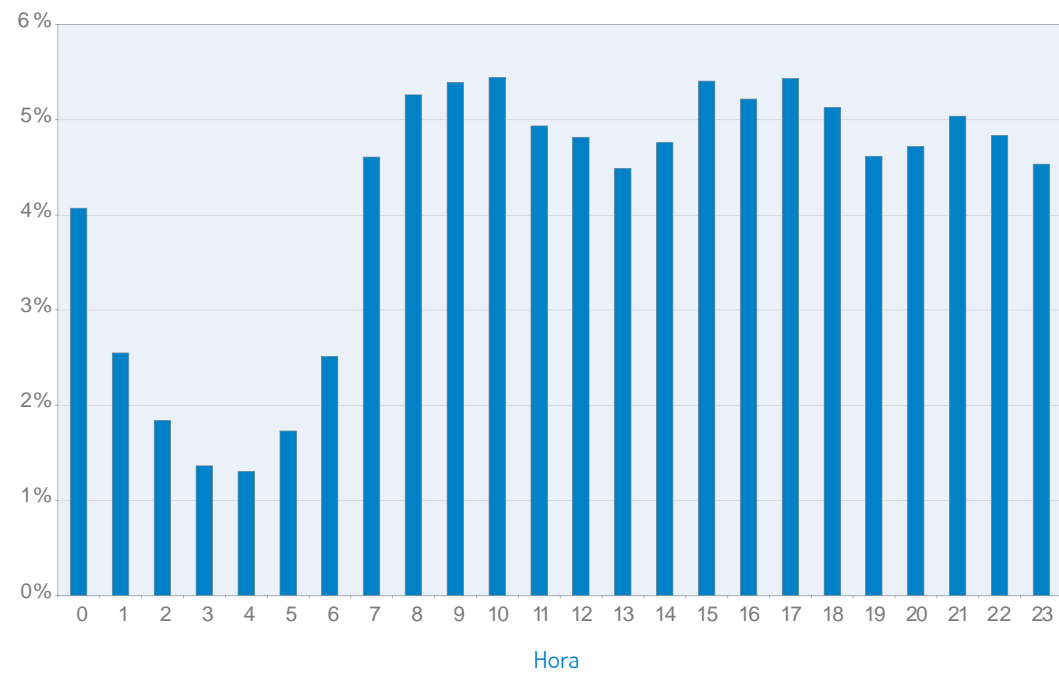


Modulación horaria

La Figura 93 muestra la distribución horaria del consumo en cisternas (volumen consumido en cisternas para cada hora concreta respecto del total).

Se puede observar que se produce una utilización bastante uniforme de las cisternas durante todo el día, y sólo de madrugada (desde la una hasta las seis de la mañana inclusive) disminuye significativamente el consumo. Se produce un mínimo de consumo hacia las tres o cuatro de la madrugada y a partir de ahí, el consumo aumenta progresivamente hasta alcanzar un nivel relativamente estable.

Figura 93. Modulación horaria del consumo en cisternas



4.4.3. Duchas

Este punto analiza el consumo de agua en duchas en función de distintas variables. El análisis en función de la hora del día proporciona una curva de modulación horaria para este uso. También se han analizado las variaciones estacionales según los meses. Por último, se ha tenido en cuenta la ocupación como variable influyente en el consumo.

Las duchas suponen el 27 por ciento del consumo en plurifamiliares y el 27 por ciento del consumo interior en unifamiliares.

Frecuencia de uso y ocupación

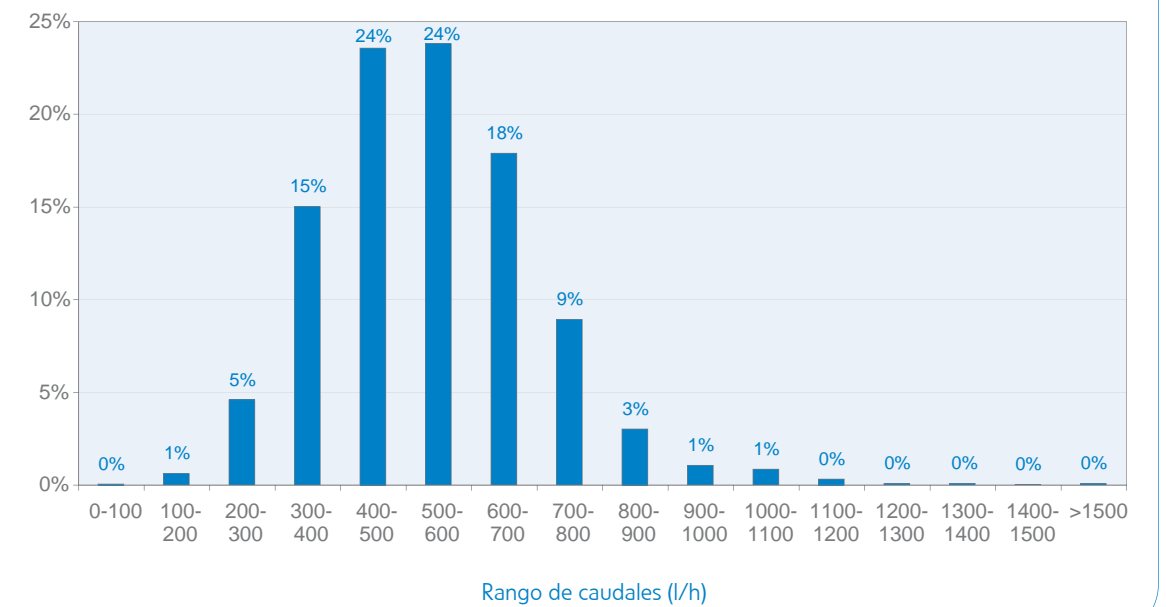
La frecuencia de empleo de duchas es la siguiente:

Tabla 18. Frecuencia de uso y valores medios para duchas según la muestra de 2003

Promedio de utilización de duchas por vivienda y día en muestra 2003	1,69	
Promedio de utilización duchas por habitante y día en muestra 2003	0,50	
Valores medios de una ducha en la muestra 2003	Volumen medio (l)	69,15
	Caudal máximo (l/h)	537,60
	Tiempo (minutos)	8,13

El histograma de frecuencia de rangos de caudal empleado en duchas puede verse en la Figura 94.

Figura 94. Histograma de frecuencia de caudales en duchas en muestra 2003



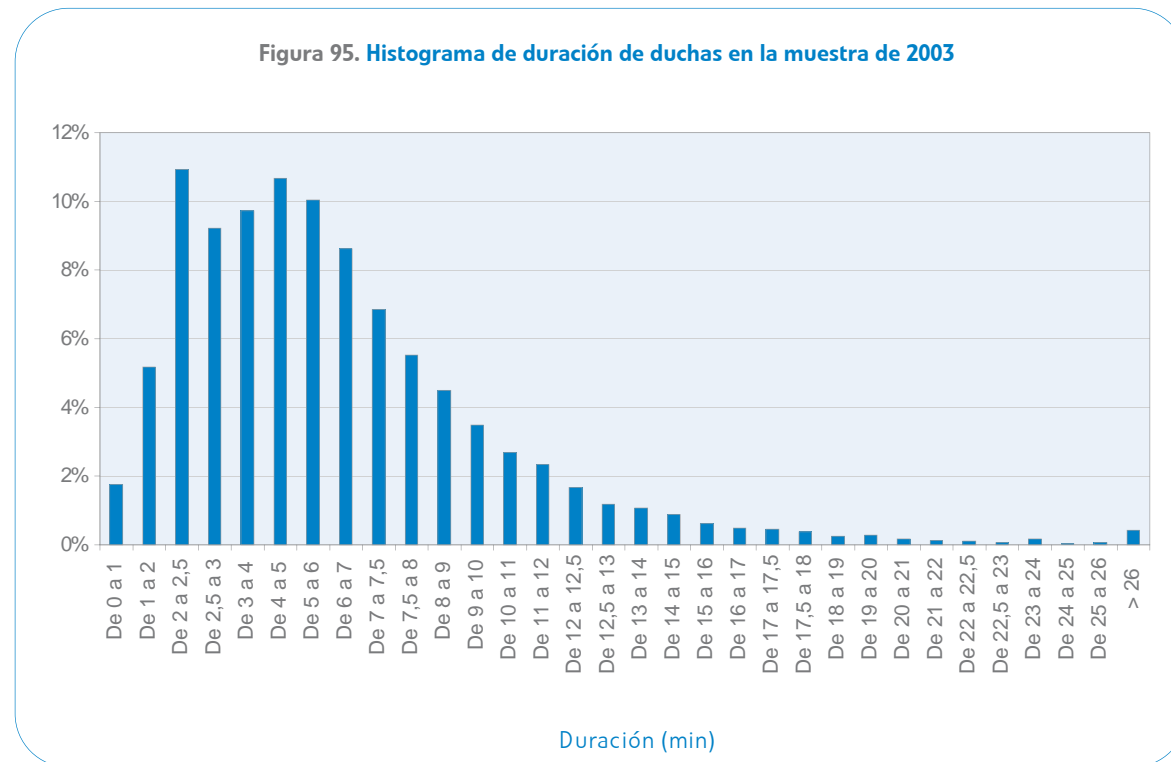
En ella se observa que el rango de caudales más habitual se sitúa entre 300 y 700 litros por hora (80,3 por ciento del total de duchas). Sólo un 14,4 por ciento de las duchas utilizaron un caudal superior a 700 litros por hora, y un 5,3 por ciento utilizaron un caudal inferior a 300.

Los datos de consumo en duchas (litros por habitante y día, litros por vivienda y día) en función del tipo de vivienda fueron:

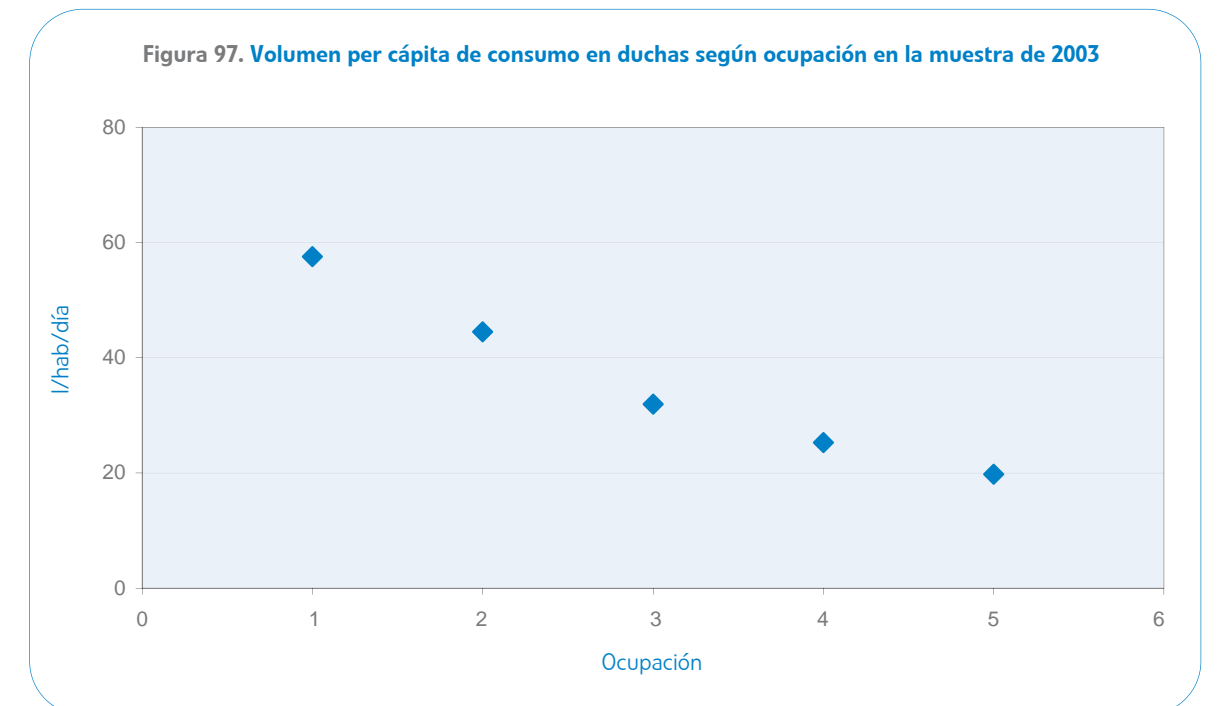
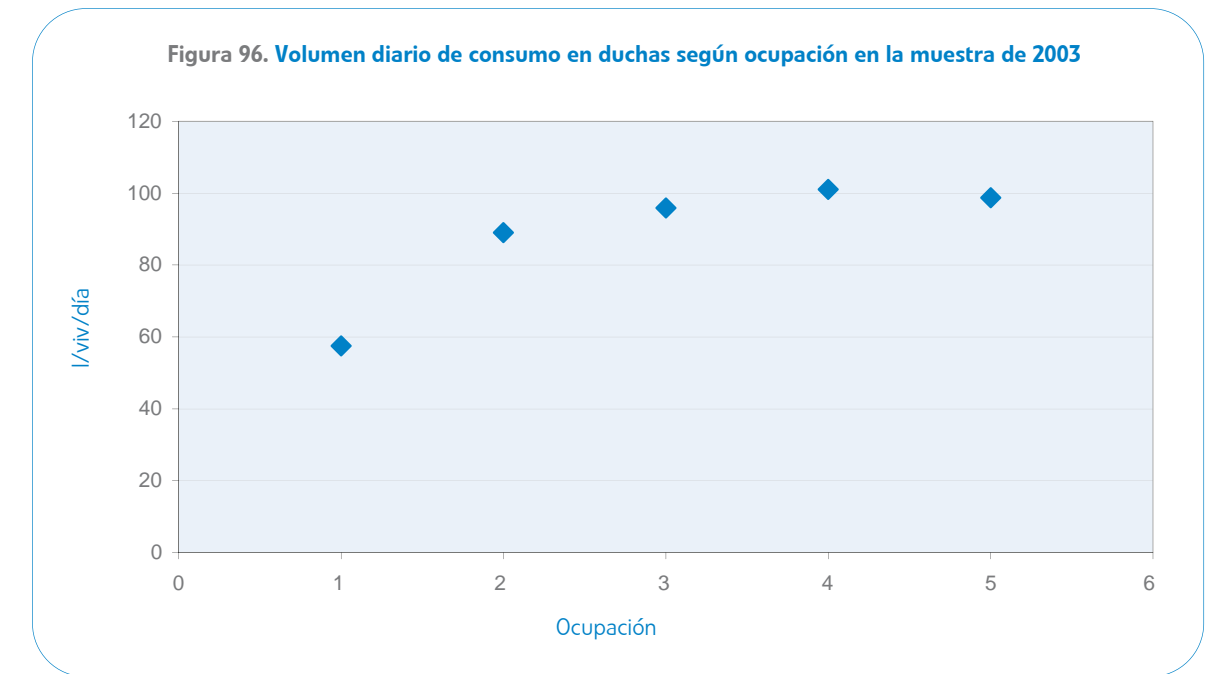
Tabla 19. Consumo en duchas en la muestra 2003

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo en duchas por habitante y día en muestra 2003	30 l/hab/día	23 l/hab/día
Consumo en duchas por vivienda y día en muestra 2003	125 l/viv/día	77 l/viv/día

Como puede observarse en la Figura 95, la mayor frecuencia de duración de las duchas se sitúa en el intervalo comprendido entre los 3 y los 7 minutos, es decir, predominan las duchas cortas sobre las de mayor duración.

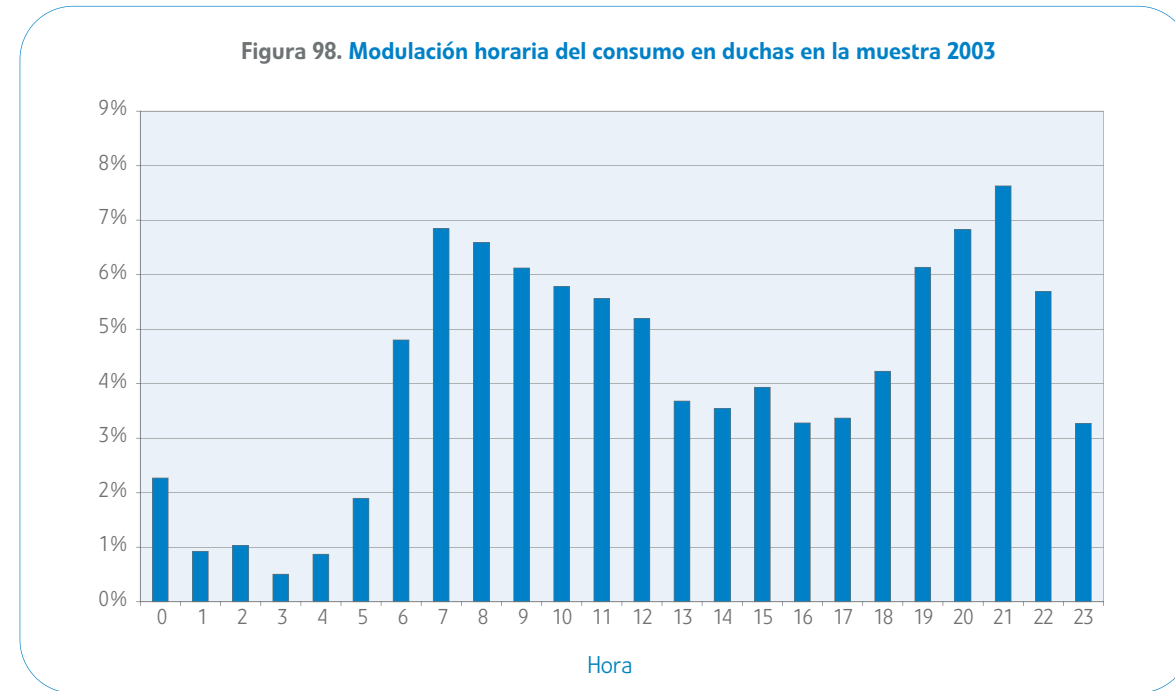


Las Figura 96 y 97 representan el volumen medio diario consumido en duchas en función de la ocupación, y la variación del volumen per cápita diario con esta misma variable. En el caso de las duchas, sigue cumpliéndose el aumento no lineal de consumo a medida que aumenta la ocupación, al igual que la disminución del consumo per cápita.



Modulación horaria

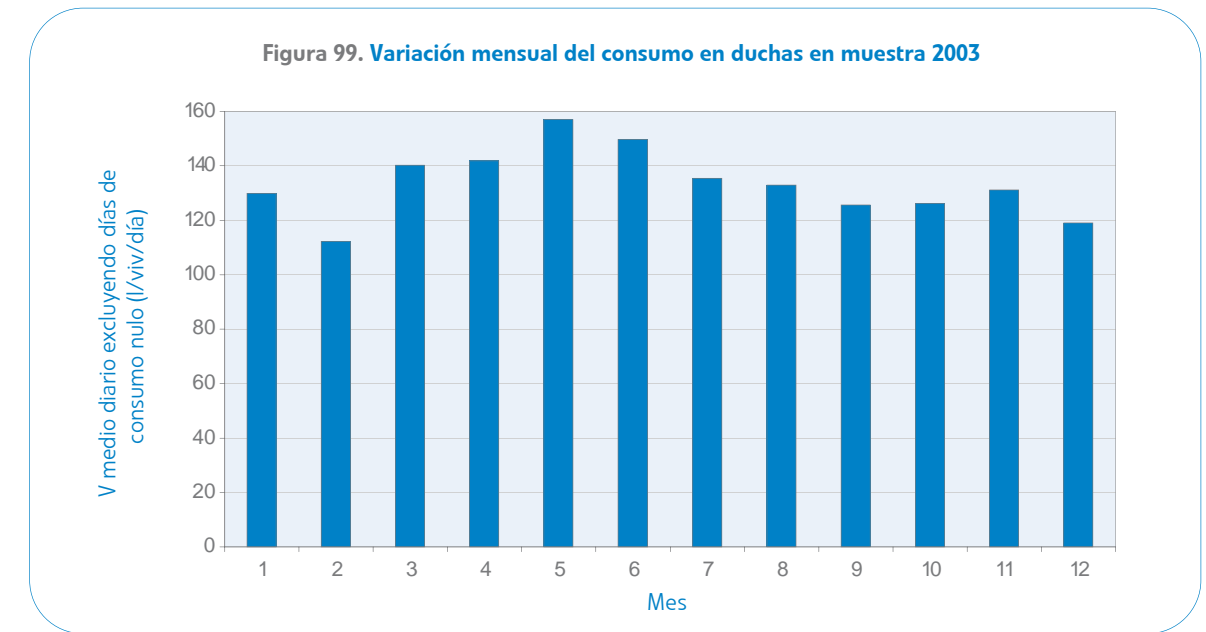
La Figura 98 muestra la modulación horaria del consumo en duchas, representada con el peso del volumen consumido en duchas, para cada hora concreta, respecto del total.



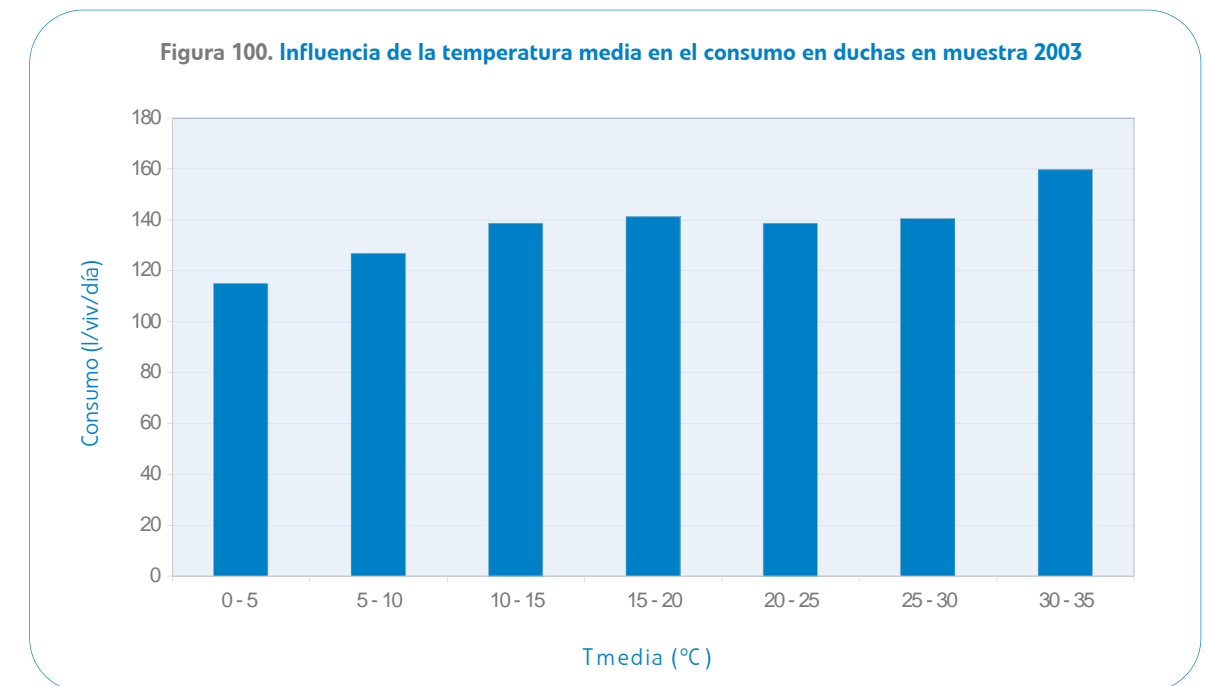
El consumo en duchas se concentra a lo largo de la mañana y de la tarde. Los picos de demanda se producen entre las siete y las ocho de la mañana y alrededor de las nueve de la noche. Los consumos más bajos se producen durante la madrugada.

Modulación mensual

Para estudiar las variaciones estacionales en el consumo de agua en duchas de interior, la Figura 99 representa el volumen medio diario consumido en estas duchas (en litros por vivienda y día, excluyendo los días de consumo nulo) en función del mes. Se observa que el consumo en duchas no sigue una pauta definida en función de los meses, al combinarse efectos de ausencias parciales en vacaciones o utilización de piscinas y duchas en espacios de exterior.



Sin embargo, sí existe una cierta relación entre la temperatura media registrada y el volumen consumido en duchas por vivienda y día (Figura 100). Para temperaturas medias de entre 10 y 30 grados centígrados, el volumen consumido en duchas se mantiene estable y ronda los 140 litros por vivienda y día (excluyendo los días de consumo nulo), mientras que para temperaturas de entre 30 a 35 grados centígrados el consumo aumenta un 14 por ciento (hasta los 160 litros por vivienda y día). Estas diferencias de uso en duchas explica la práctica totalidad de las variaciones en uso de interior vinculadas a la temperatura máxima diaria.

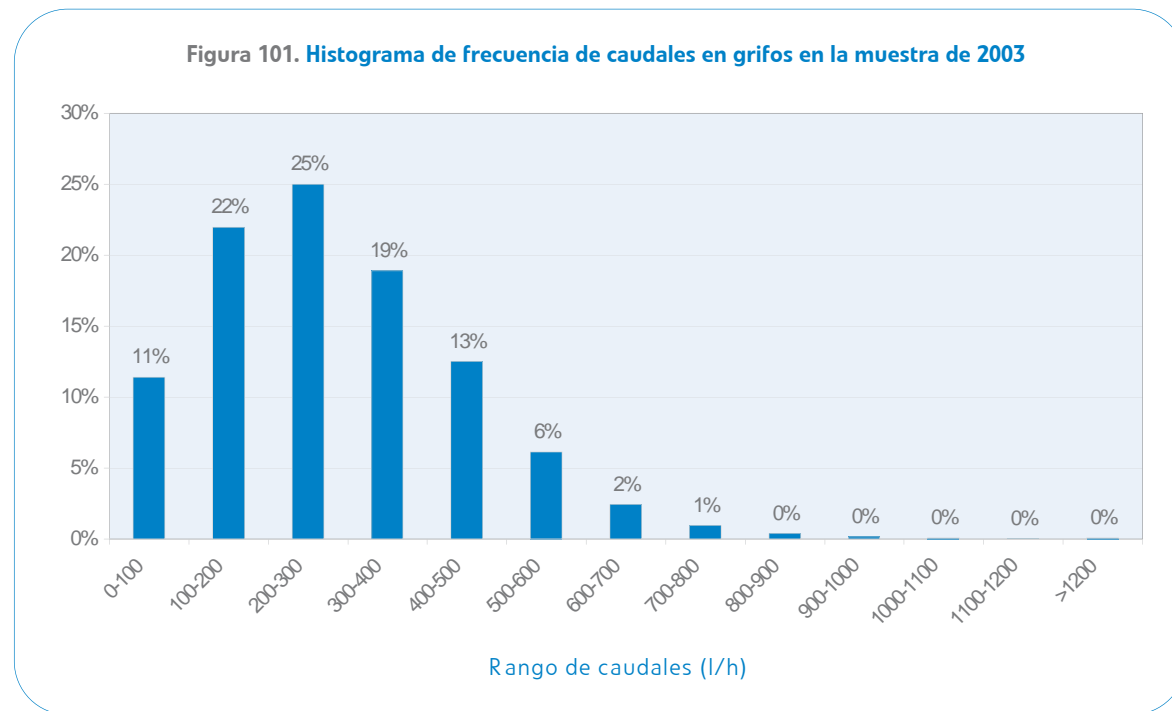


4.4.4. Grifos

El agua destinada a grifos representa el mayor porcentaje del consumo total tanto en viviendas plurifamiliares (35 por ciento) como en unifamiliares (42 por ciento de los usos de interior).

Consumo diario y ocupación

Al igual que en el caso de cisternas de inodoro y duchas, se ha obtenido el histograma de frecuencia de caudales empleados en los grifos (Figura 101). Los grifos que se encuentran instalados en lavabos y fregaderos suministran en su mayor parte caudales que se encuentran por debajo de los 300 litros por hora (58 por ciento del total). A partir de 800 litros por hora su representación es prácticamente nula.

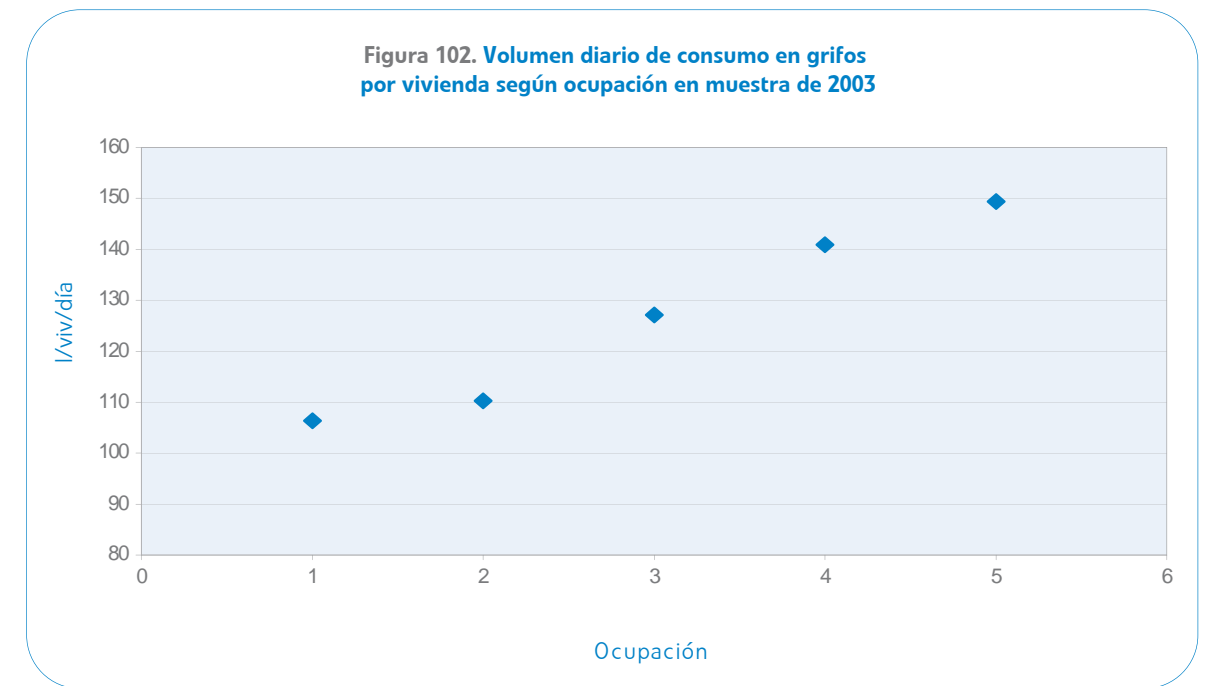


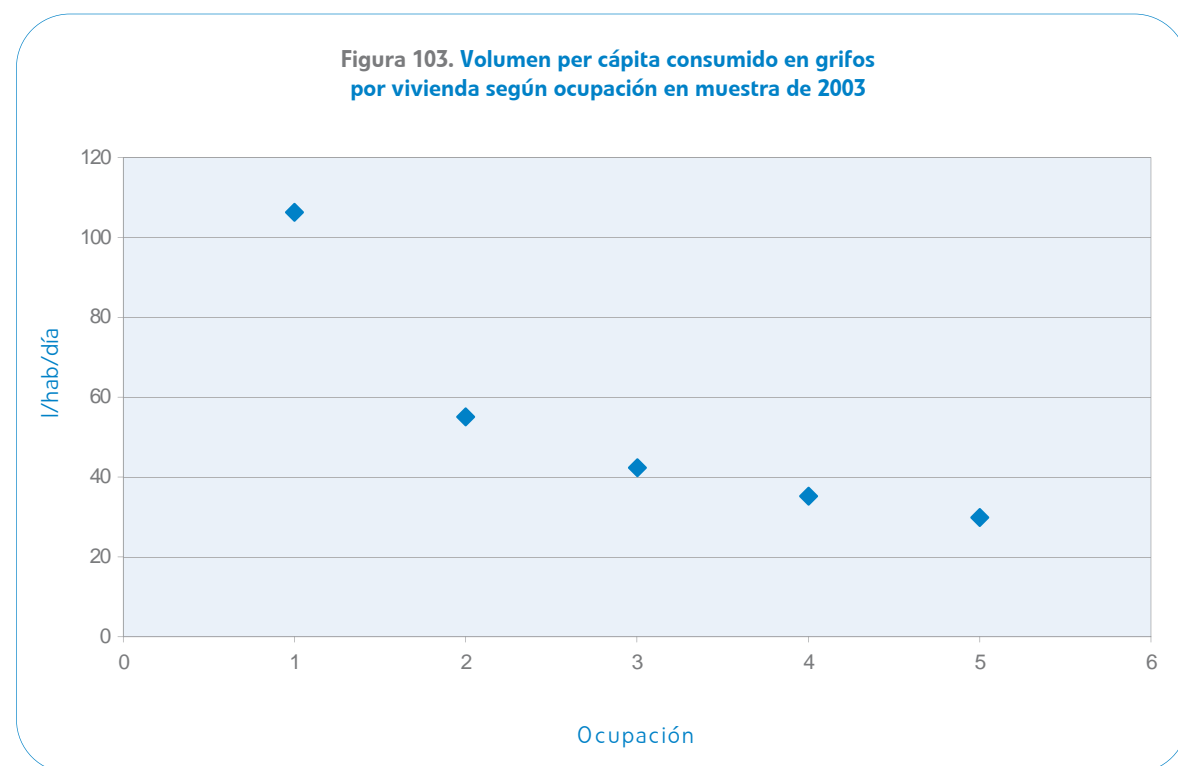
Los datos de consumo registrados en grifos (litros por habitante y día, litros por vivienda y día) en función del tipo de vivienda se ilustran en la Tabla 20.

Tabla 20. Consumo en grifos en muestra 2003

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo en grifos por habitante y día en muestra 2003	47 l/hab/día	30 l/hab/día
Consumo en grifos por vivienda y día en muestra 2003	194 l/viv/día	103 l/viv/día

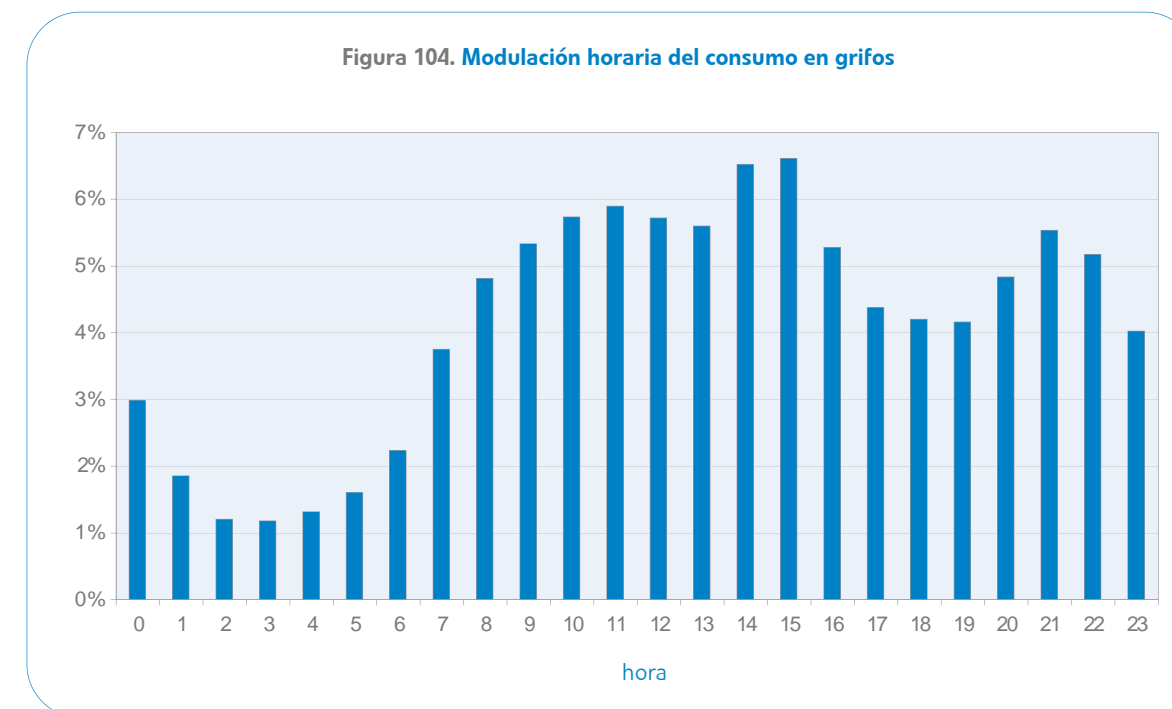
Al igual que ocurría con las duchas y las cisternas, la ocupación es una variable clave en el consumo. La Figura 102 muestra cómo el volumen medio diario consumido en grifos aumenta en función de la ocupación, mientras que la Figura 103 muestra cómo disminuye el volumen per cápita diario por vivienda con esta misma variable. La forma sigue patrones parecidos a los de otros tipos de uso con un cambio brusco a partir de dos habitantes por vivienda.





Modulación horaria

La Figura 104 muestra el peso del volumen consumido en grifos para cada hora concreta respecto del total. Se comprueba que existe una cierta dependencia del consumo en grifos respecto a la hora del día. Presenta un pico de consumo alrededor de las dos y tres de la tarde, posiblemente debido a la preparación de la comida y la posterior limpieza. De la misma forma, el consumo también aumenta ligeramente a la hora de la cena (entre las ocho y las diez). El consumo más bajo se produce en las horas de madrugada (entre las dos y las cinco), para, a partir de ahí, aumentar durante toda la mañana hasta llegar al pico de la hora de comer.



4.4.5. Lavavajillas

Si analizamos el consumo de agua en lavavajillas como uso final, podemos obtener datos más precisos sobre la frecuencia media de su uso diario y la tasa de penetración del lavavajillas en dichas viviendas, así como de la influencia que tiene el lavavajillas en el consumo de agua en grifos y en la distribución global de usos. El peso de este uso en la distribución global es bajo, sólo un uno por ciento, tanto en viviendas unifamiliares como en plurifamiliares.

Sólo las viviendas monitorizadas en continuo durante el estudio aportan datos sobre el uso residencial del lavavajillas. Hay casos de viviendas en las que aparece un uso del lavavajillas muy esporádico, una vez cada diez, veinte o incluso treinta días, que puede deberse a un error en la caracterización del uso (que fuera por ejemplo una lavadora en lugar de un lavavajillas), a periodos vacacionales, o a que simplemente se tenga lavavajillas pero no se utilice de forma regular. En cualquier caso, esas viviendas se han excluido de la muestra para el cálculo de la frecuencia de uso, ya que no son representativas (el criterio utilizado ha sido excluir toda vivienda con una frecuencia igual o inferior a 0,13, que equivale a un uso mínimo del lavavajillas de una vez por semana, 0,14). Del mismo modo, estas viviendas tampoco se han tenido en cuenta para calcular la tasa de penetración ni la distribución global de usos, ya que no se puede determinar con certeza si poseen o no lavavajillas. En total, de las 273 viviendas monitorizadas en continuo (cada segundo), se desestimaron 31 por este motivo.

Consumo diario

Los datos de consumo en lavavajillas (litros por habitante y día, litros por vivienda y día) en función del tipo de vivienda monitorizada se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Consumo en lavavajillas en la muestra 2003

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo en lavavajillas por habitante y día en muestra de 2003	0,3 l/hab/día	0,9 l/hab/día
Consumo en lavavajillas por vivienda y día en muestra de 2003	4,7 l/viv/día	3,1 l/viv/día

Tasa de penetración y frecuencia de uso

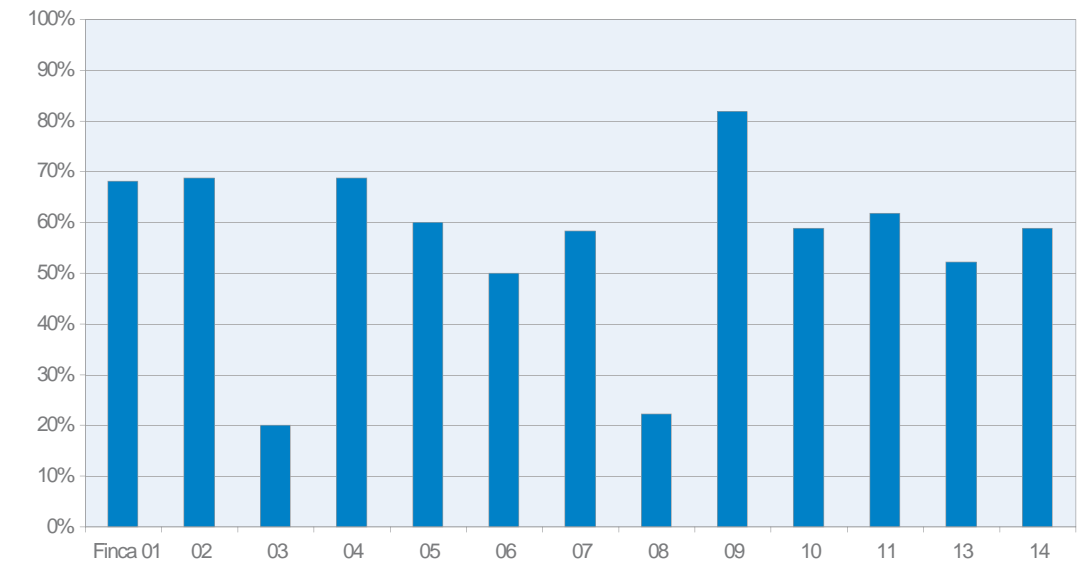
Los datos obtenidos respecto a penetración y frecuencia de uso en el análisis estadístico de los resultados se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Tasa de penetración y frecuencia de uso del lavavajillas en muestra de 2003

Número de viviendas con lavavajillas	128	Tasa media de penetración 53 %
Frecuencia media de lavados diarios	0,44	

El 53 por ciento de las viviendas monitorizadas disponían de lavavajillas, y la frecuencia media de uso diario del mismo se situó en 0,44. Esto significa que el lavavajillas se utiliza una media de tres veces por semana. Sin embargo, estos valores presentan ciertas variaciones en función de la finca monitorizada. Cada finca engloba una serie de viviendas con ciertas características similares (tipo de vivienda, antigüedad, ocupación, nivel de renta, etc.). La distribución de la tasa de penetración en función de la finca monitorizada se muestra en la Figura 105.

Figura 105. Tasa de penetración del lavavajillas en función de la finca en muestra de 2003



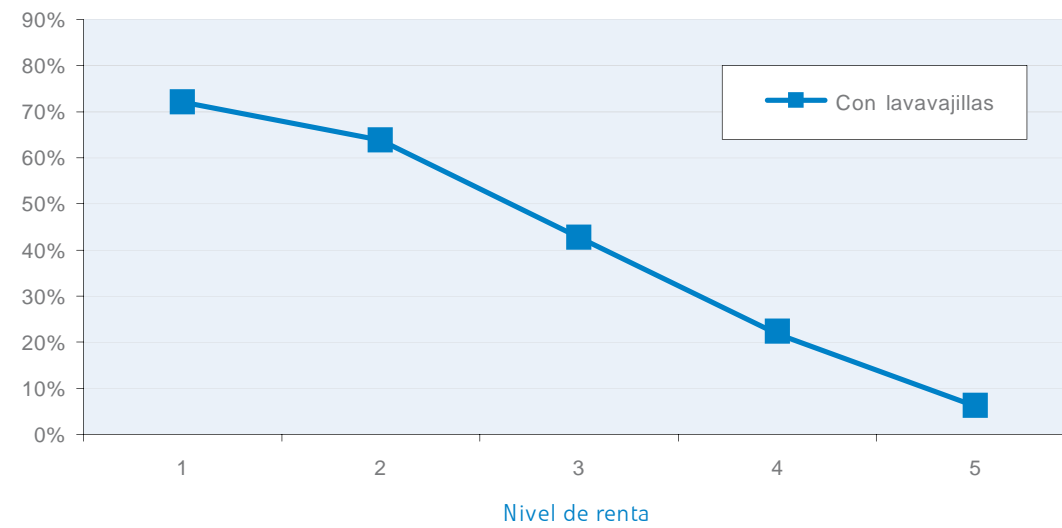
Del análisis de esta distribución, cabe destacar que la mayor tasa de penetración se presenta en la finca 09 (82 por ciento), que corresponde a un edificio de viviendas tipo dúplex de construcción antigua, terminado con materiales de calidad alta y propietarios de poder adquisitivo medio-alto. Por el contrario, las fincas que registran menor presencia de lavavajillas son la finca 03 y la finca 08 (21 por ciento), ambas de construcción seminueva con materiales de calidad media-baja y propietarios de poder adquisitivo medio-bajo.

Por tanto, se puede aceptar que existe una relación clara entre la presencia de lavavajillas y otros factores importantes en el consumo de agua, como el nivel de renta y la ocupación. Según el análisis de segmentación de variables realizado en la primera etapa del proyecto a través de 4.625 encuestas a usuarios de la Comunidad de Madrid, la variable que más discrimina el consumo de agua doméstico en la Comunidad de Madrid es la presencia de jardín propio o parcela. La ocupación y el nivel de renta también resultaron ser variables significativas. Para confirmar estas conclusiones, a continuación se analizan con más detalle cómo influyen estas variables en la tasa de penetración del lavavajillas.

En primer lugar, la tasa de penetración del lavavajillas en viviendas con jardín o parcela propia asciende al 78,8 por ciento, lo que supone un aumento significativo respecto al valor medio (53 por ciento).

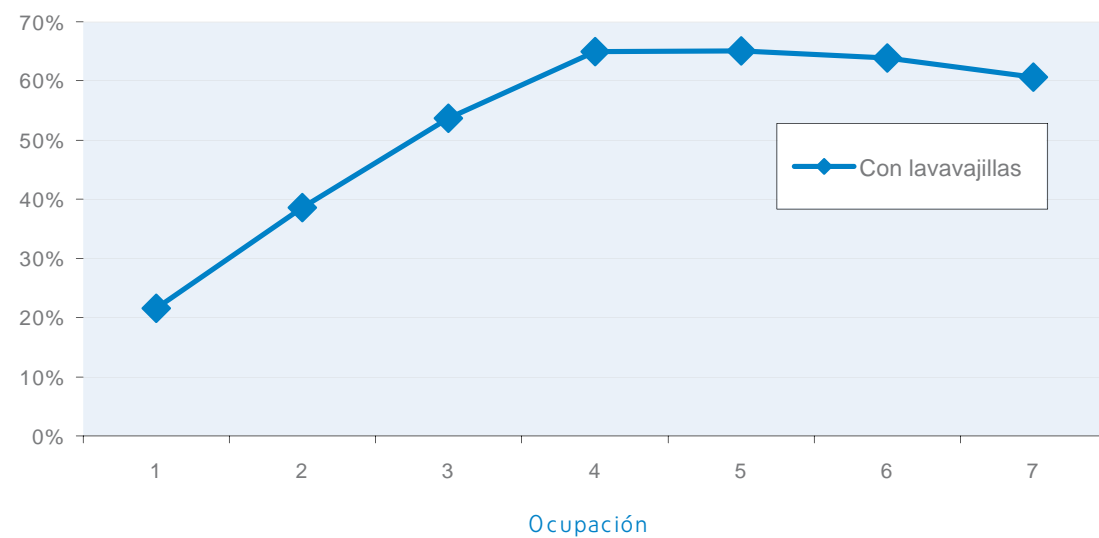
En general, la presencia de jardín va ligada al nivel de renta. En los resultados de dichas encuestas se observó que la tasa de penetración de lavavajillas (declarada por los usuarios en las mismas), variaba enormemente en función del nivel de renta (también declarado en la encuesta, donde "1" corresponde al más alto y "5" al nivel más bajo). Esta variación se muestra en la Figura 106. Para los niveles de renta más altos, la penetración del lavavajillas es máxima, alcanzando un 71 por ciento, mientras que de las viviendas con nivel de renta más bajo sólo el 7 por ciento dispone del aparato.

Figura 106. Tasa de penetración del lavavajillas en función del nivel de renta (según las encuestas previas de 2003)



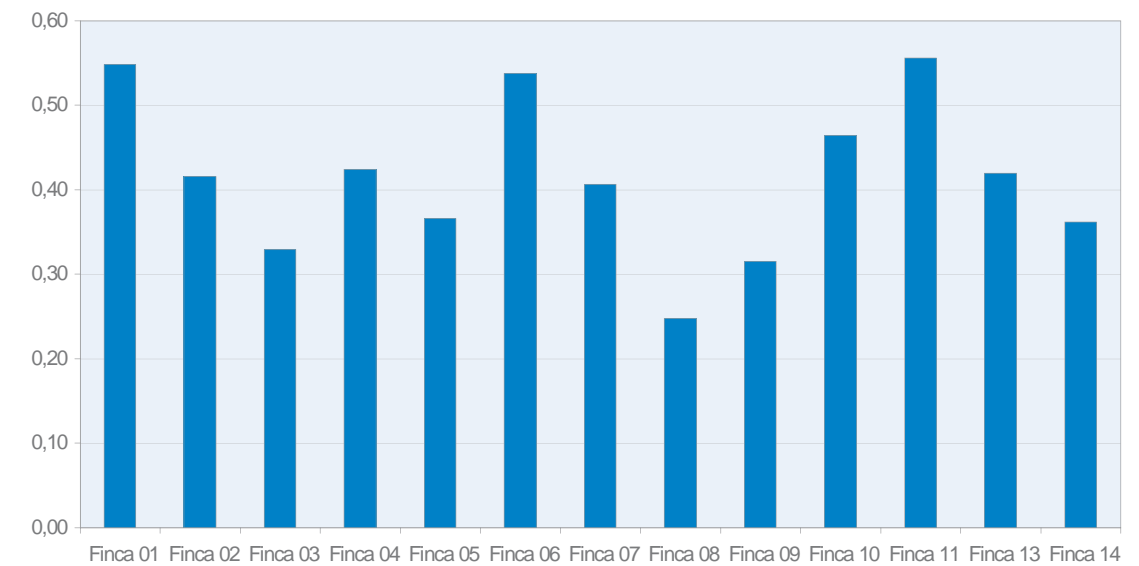
Finalmente, la ocupación de la vivienda también influye en la presencia de este electrodoméstico. Si se relaciona la tasa de penetración con la ocupación (Figura 107), se observa que la presencia de lavavajillas va aumentando a medida que aumenta la ocupación; presenta un valor máximo (65 por ciento) para una ocupación de cuatro y cinco personas y a partir de ahí se estabiliza.

Figura 107. Tasa de penetración del lavavajillas en función de la ocupación (según las encuestas previas de 2003)



Si ahora se hace el mismo análisis para la frecuencia de uso, se pueden observar también variaciones en función de la finca (Figura 108). Como se ha mencionado antes, la frecuencia media de lavados diarios es 0,44, pero existen variaciones entre las distintas fincas, con valores desde 0,25 hasta 0,56.

Figura 108. Frecuencia diaria de uso del lavavajillas en función de la finca en la muestra de 2003

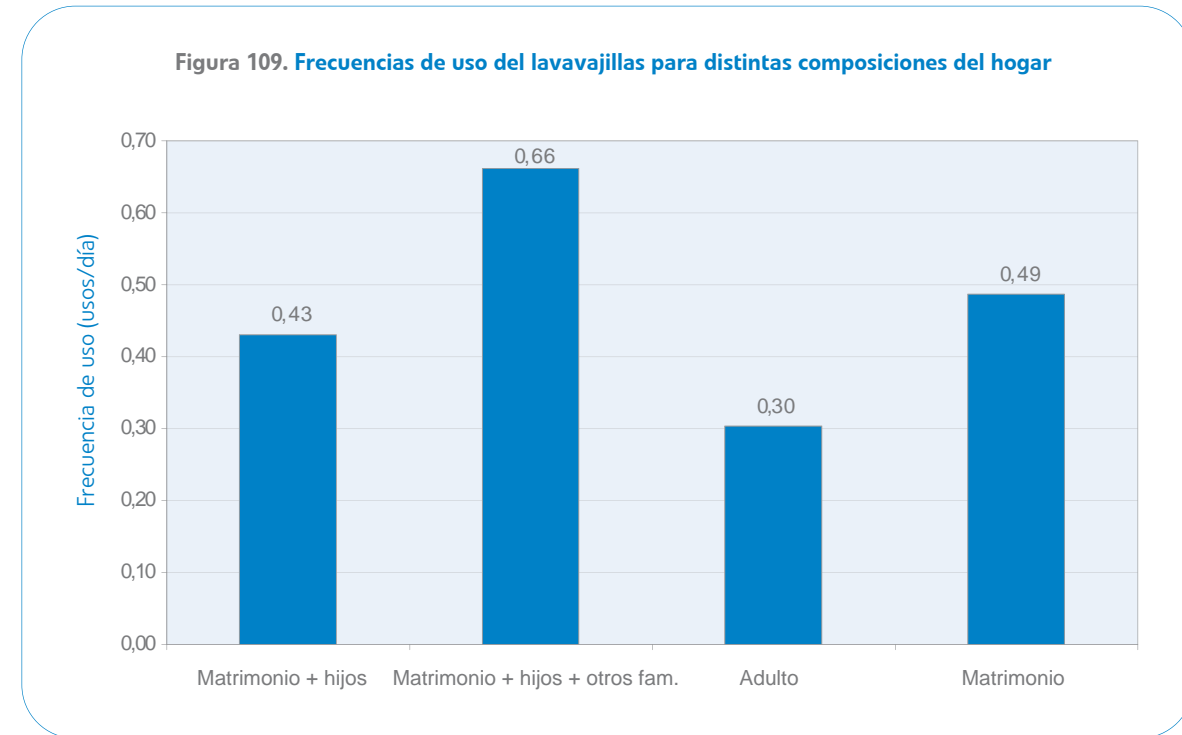


Estas variaciones en función de la finca se deben, entre otras cosas, a la influencia de la composición del hogar en la frecuencia de uso. Las viviendas monitorizadas se pueden clasificar en cuatro tipos de situaciones familiares, y se ha analizado la frecuencia de uso del lavavajillas para cada una de estas composiciones del hogar. La distribución de cada tipología de composición familiar respecto del total de viviendas con lavavajillas se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Tipos de composiciones familiares en la muestra 2003

Composición familiar	% sobre el total de viviendas con lavavajillas
1 Matrimonio con hijos	86 %
2 Matrimonio con hijos y otros familiares	5 %
3 Adulto solo	2 %
4 Matrimonio solo	7 %

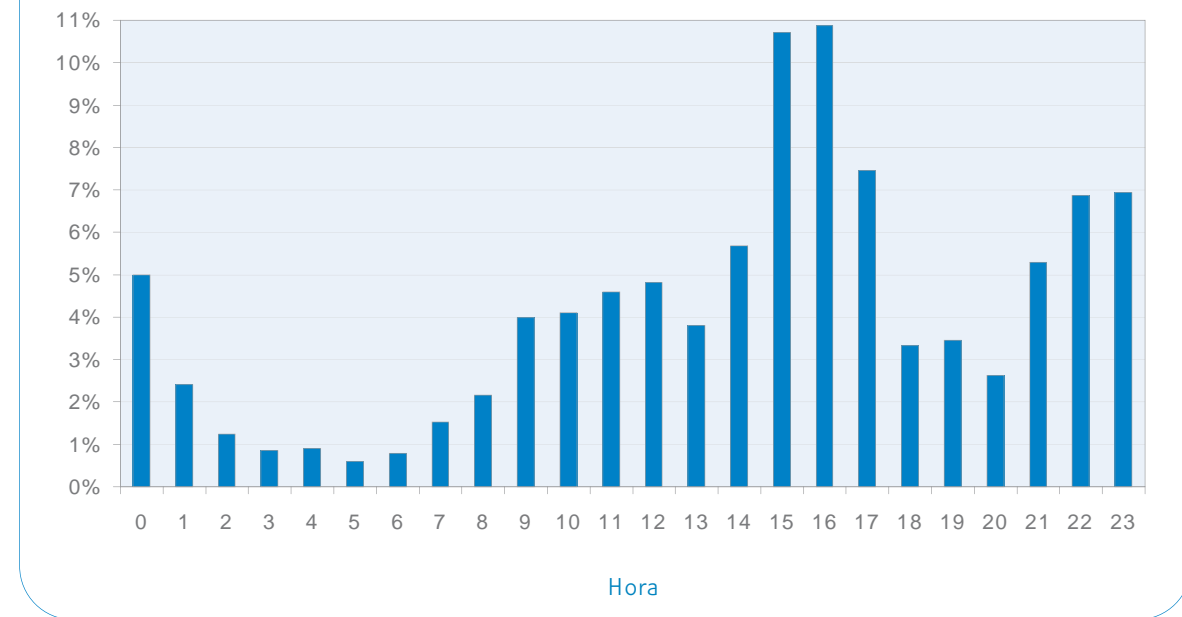
La Figura 109 representa las frecuencias de uso correspondientes a estas composiciones de los hogares. La mayoría de viviendas con lavavajillas monitorizadas están ocupadas por un matrimonio con hijos (86 por ciento), y presentan una frecuencia de uso prácticamente igual a la media obtenida para la totalidad de viviendas con lavavajillas (0,44). Se observa cómo los valores más altos y bajos de frecuencia de uso corresponden a situaciones de matrimonio con hijos y otros familiares (situación 2) y de adulto solo (situación 3), respectivamente. Es decir, los valores extremos de frecuencia de uso corresponden a situaciones de ocupaciones (previsiblemente) máximas y mínimas.



Modulación horaria

Finalmente, si se representa el porcentaje de lavados registrados según la hora del día (Figura 110) se obtiene la curva de modulación o distribución horaria del uso del lavavajillas. Como era de esperar, el uso del lavavajillas está fuertemente condicionado por la hora del día. El consumo nocturno es prácticamente nulo y las horas de mayor consumo se concentran después de comer, entre las tres y las cinco de la tarde, y después de cenar, entre las nueve y las doce.

Figura 110. Modulación horaria del uso del lavavajillas



Volumen consumido, duración y caudal medio por lavado

Las tres variables más significativas de un ciclo de lavado del lavavajillas son el volumen de agua consumido, el caudal empleado y el tiempo de lavado. Las siguientes figuras representan los histogramas de frecuencia de cada una de estas variables.

La Figura 111 muestra que la gran mayoría de los lavados registrados (87,7 por ciento) consumieron menos de 25 litros, y el promedio se situó en 18,6 litros. Muy pocos lavados superaron los 30 litros (5,6 por ciento del total).

En cuanto al tiempo o duración del lavado, hay que aclarar que este término se refiere únicamente al tiempo de lavado en el que se produce consumo de agua, no al tiempo total de los ciclos y programas de lavado. En la Figura 112 se ve que la mayoría de los lavados se situaron entre 100 y 400 segundos, es decir, entre 1,7 y 4,7 minutos de consumo de agua.

Figura 111. Histograma de frecuencia del volumen de lavado en lavavajillas en la muestra de 2003

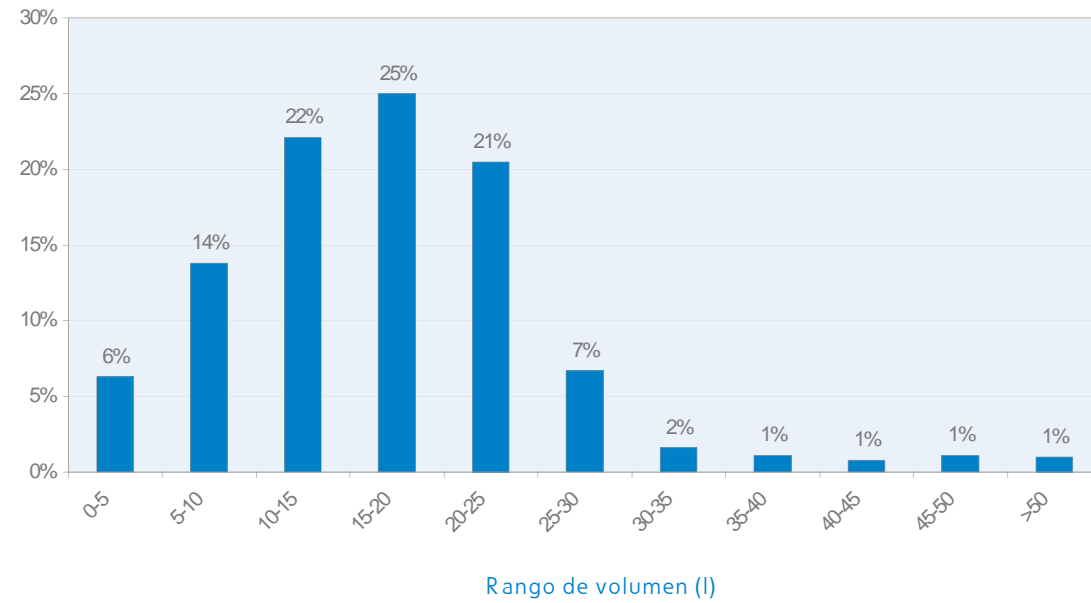
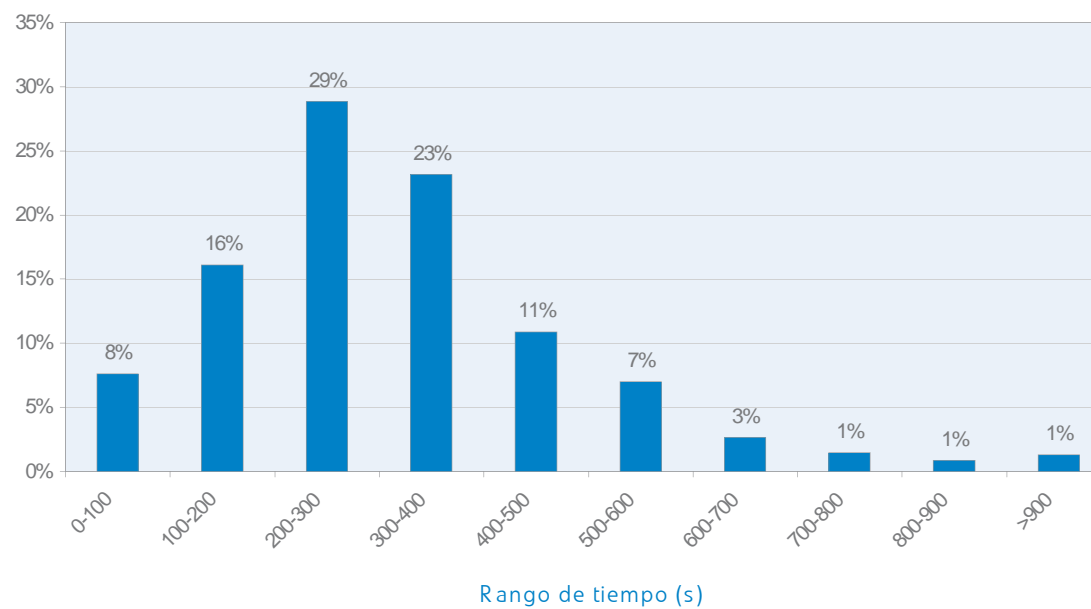
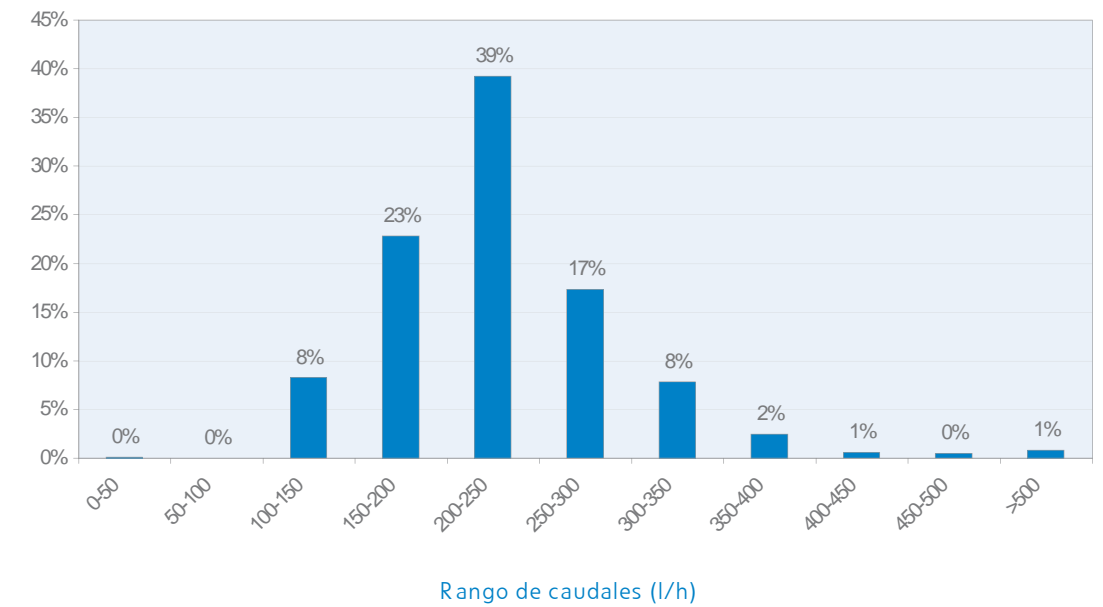


Figura 112. Histograma de frecuencia del tiempo de lavado en lavavajillas en la muestra de 2003



Finalmente, en la Figura 113 se aprecia que el caudal más frecuente durante los lavados se situó entre 200 y 250 litros por hora. Prácticamente no se registraron caudales inferiores a 100 ni superiores a 400 litros por hora.

Figura 113. Histograma de frecuencia del caudal de lavado en lavavajillas en muestra de 2003



4.4.6. Lavadora

De la misma forma que se han analizado los datos de consumo del lavavajillas, se han estudiado los consumos y el uso de otro electrodoméstico como la lavadora. Concretamente, se han obtenido datos precisos sobre la frecuencia media de uso diario de la lavadora y su tasa de penetración de esta en las viviendas del estudio, así como del volumen consumido, la duración y el caudal medio de un ciclo de lavado. Este electrodoméstico representa el 11 por ciento del consumo en viviendas plurifamiliares y el 9 por ciento del consumo de interior en unifamiliares.

Al igual que ocurría con el lavavajillas, sólo se han considerado las viviendas que fueron monitorizadas en continuo. En este caso también hay viviendas en las que aparece un uso de la lavadora muy esporádico, y se ha seguido el mismo criterio que se aplicó al estudio del lavavajillas: se ha excluido de la muestra toda vivienda con una frecuencia igual o inferior a 0,13, que equivale a un uso mínimo de la lavadora de una vez por semana (0,14). En este caso, el número de viviendas excluidas es menor, sólo ocho de las 273 tuvieron que desestimarse.

Consumo diario

Los datos de consumo en lavadora (litros por habitante y día, litros por vivienda y día) en función del tipo de vivienda se aprecian en la Tabla 24.

Tabla 24. Consumos en lavadoras en la muestra 2003

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo en lavadora por habitante y día en la muestra de 2003	10 l/hab/día	10 l/hab/día
Consumo en lavadora por vivienda y día en la muestra de 2003	40 l/viv/día	33 l/viv/día

Tasa de penetración y frecuencia de uso

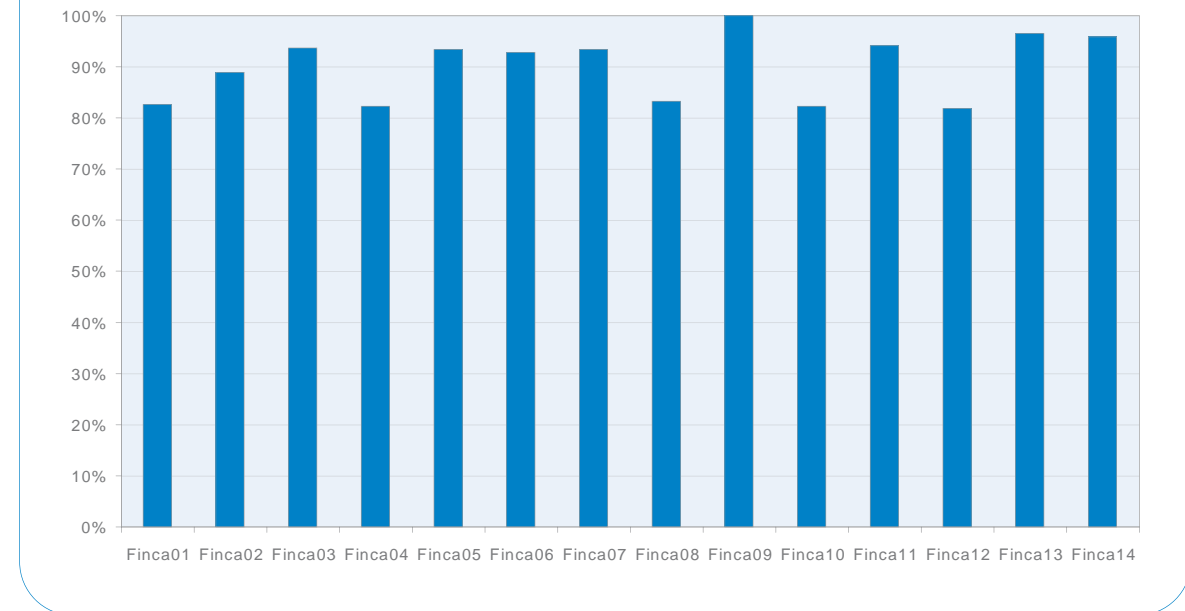
Los datos obtenidos en el análisis estadístico de los resultados se muestran en la Tabla 25. Vemos que la tasa media de penetración es del 91 por ciento, y la frecuencia media de uso diario se sitúa en 0,69. Esto significa que la lavadora se utiliza una media de 4,8 veces por semana. Sin embargo, al igual que ocurría con el lavavajillas, este valor presenta grandes variaciones en función de la finca monitorizada.

Tabla 25. Tasa de penetración y frecuencia de uso de la lavadora en muestra 2003

Número de viviendas con lavadora de la muestra de 2003	240	Tasa media de penetración:	91 %
Frecuencia media de lavados diarios	0,69		

De forma análoga a lo expuesto para el lavavajillas, se van a analizar la tasa de penetración y la frecuencia de uso en función de diversas variables. La distribución de la tasa de penetración en función de la finca monitorizada se muestra en la Figura 114.

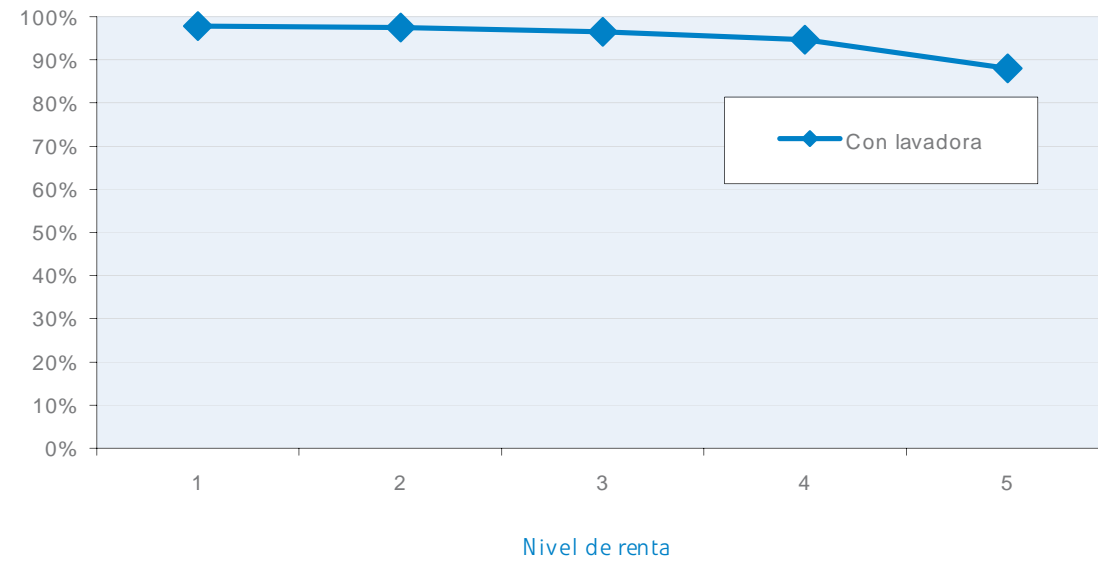
Figura 114. Tasa de penetración de la lavadora en función de la finca



Cabe destacar que la mayor tasa de penetración (100 por ciento) se presenta en la finca 09, que corresponde a un edificio de viviendas tipo dúplex de construcción antigua, terminado con materiales de calidad alta y propietarios de poder adquisitivo medio-alto, y que también presentaba la mayor tasa de penetración del lavavajillas. Mientras que las tasas de penetración más bajas para el lavavajillas se situaban en un 21 por ciento, en el caso de la lavadora los valores más bajos son del 82 por ciento, lo cual confirma que la lavadora es un electrodoméstico mucho más extendido que el lavavajillas, al que algunas personas aún consideran como un aparato del que se puede prescindir o no prioritario en el hogar.

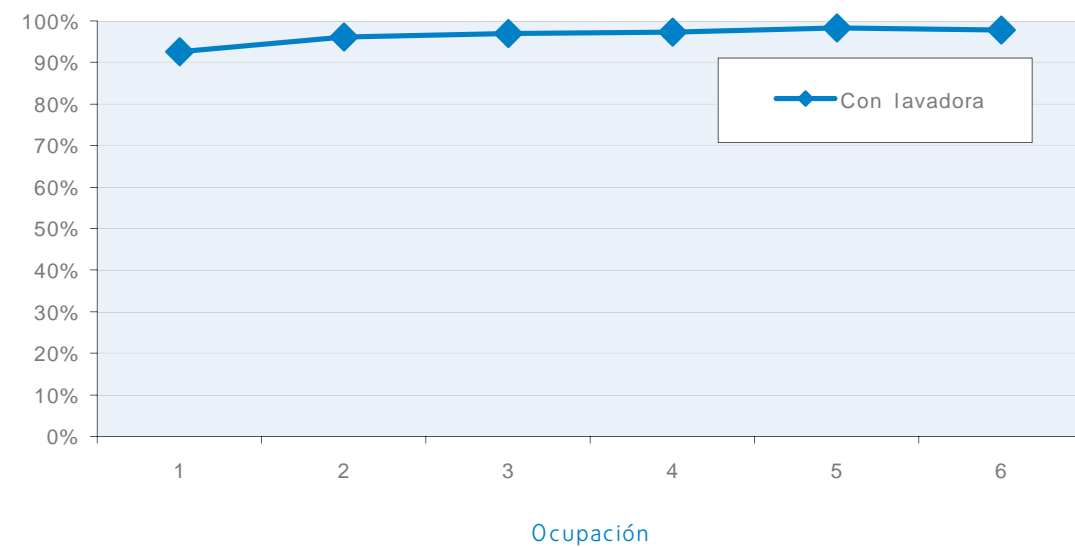
Por tanto, podemos pensar que existe una relación entre la presencia de lavadora y otros factores importantes en el consumo de agua, como el nivel de renta y la ocupación. La relación con estas variables ya se analizó en el caso del lavavajillas, y la tendencia para la lavadora es la misma, aunque corresponde a porcentajes de penetración mucho mayores. A modo de ejemplo, la tasa de penetración más baja es de un 88 por ciento (Figura 115) y se da en el caso de las rentas más bajas (nivel 5), mientras que para este mismo segmento de la muestra la penetración del lavavajillas era del 7,20.

Figura 115. Tasa de penetración de la lavadora en función del nivel de renta (según las encuestas previas de 2003)



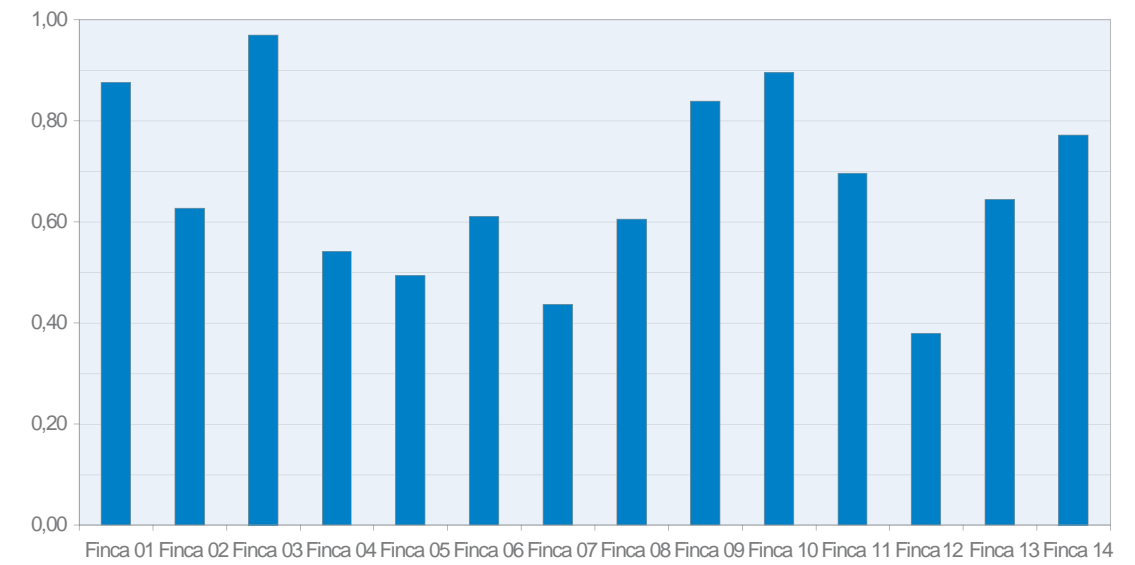
La Figura 116 muestra la tasa de penetración en función de la ocupación, y vemos que en todos los casos la presencia de la lavadora es superior al 90 por ciento. Las ocupaciones de más de seis miembros no se han tenido en cuenta, puesto que representan sólo el 1,1 por ciento del total de viviendas y no son representativas.

Figura 116. Tasa de penetración de la lavadora en función de la ocupación (según las encuestas previas de 2003)



Si se hace el mismo análisis para la frecuencia de uso, se observan también variaciones en función de la finca (Figura 117).

Figura 117. Frecuencia de uso de la lavadora en función de la finca

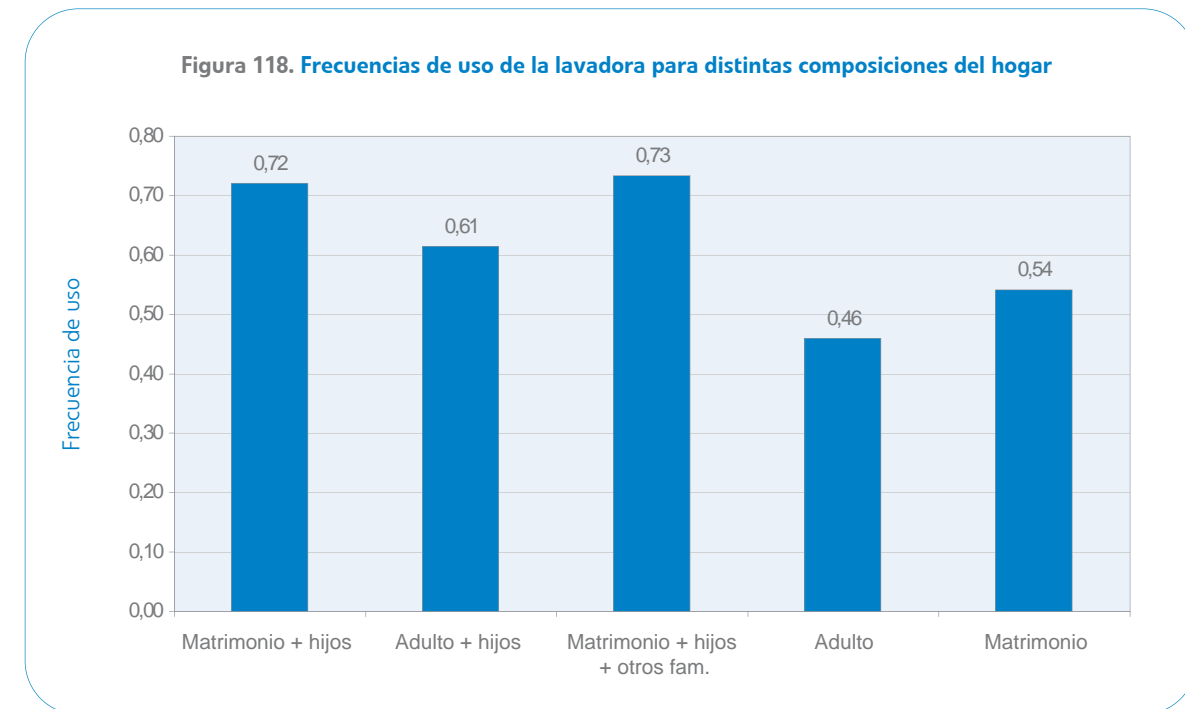


La composición del hogar es posiblemente el factor más influyente en estos valores de frecuencia de uso. Las viviendas monitorizadas se pueden clasificar en cinco tipos de situaciones familiares, y se ha analizado la frecuencia de uso de la lavadora para cada una de estas composiciones del hogar. La distribución de cada tipología de composición familiar respecto del total de viviendas con lavadora se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Tipos de composiciones familiares en la muestra

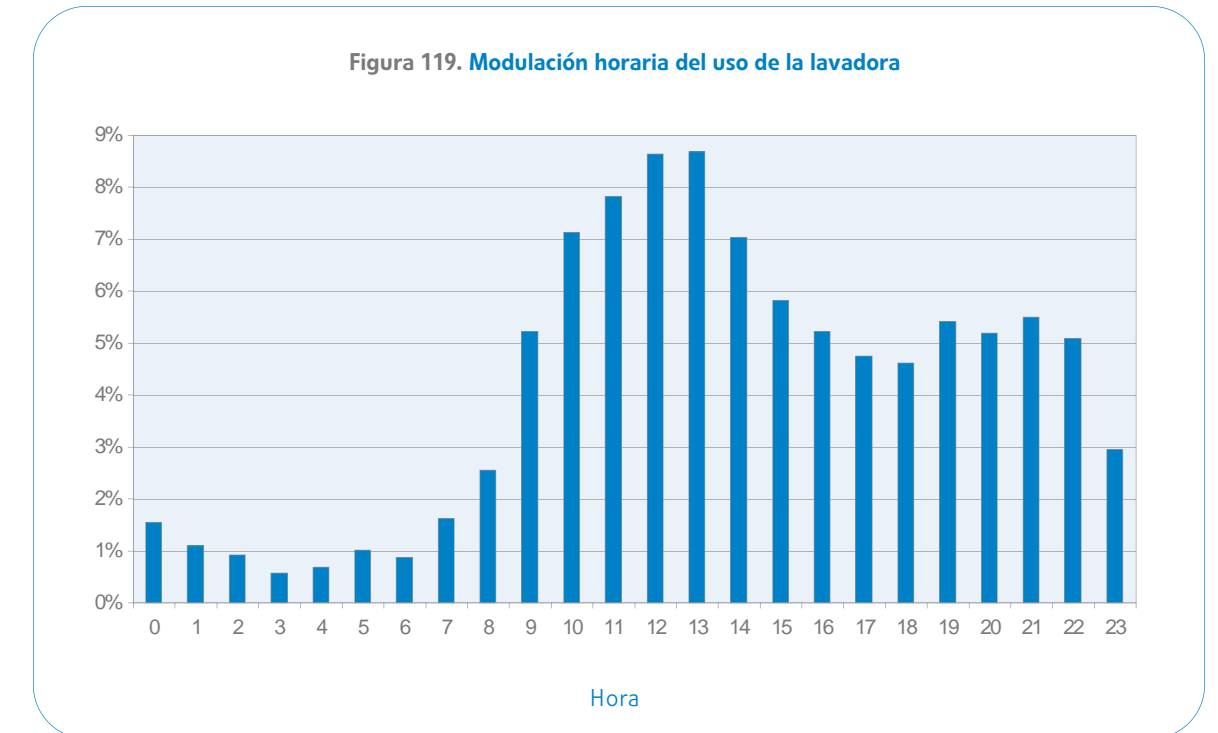
Composición familiar	% sobre el total de viviendas con lavadora
1 Matrimonio con hijos	80%
2 Padre/madre con hijos	1%
3 Matrimonio con hijos y otros familiares	3%
4 Adulto solos	7%
5 Matrimonio solo	9%

La Figura 118 representa las frecuencias de uso correspondientes a estas composiciones de los hogares. Análogamente a lo que ocurría con el lavavajillas, la mayoría de viviendas con lavadora monitorizadas están ocupadas por un matrimonio con hijos (80 por ciento), y presentan una frecuencia de uso prácticamente igual a la media obtenida para la totalidad de viviendas con lavavajillas (0,72). De la misma manera, los valores más altos y bajos de frecuencia de uso corresponden a situaciones de matrimonio con hijos y otros familiares (situación 3) y de adulto solo (situación 4), respectivamente. Es decir, los valores extremos de frecuencia de uso corresponden a situaciones de ocupaciones (previsiblemente) máximas y mínimas.



Modulación horaria

En el caso de las lavadoras también se ha estudiado la modulación horaria de su uso, representando el porcentaje de lavados registrados según la hora del día (Figura 119). Como era de esperar, el uso de la lavadora está fuertemente condicionado por la hora del día. El consumo nocturno es prácticamente nulo y las horas de mayor consumo se concentran por la mañana, entre las diez y las dos.

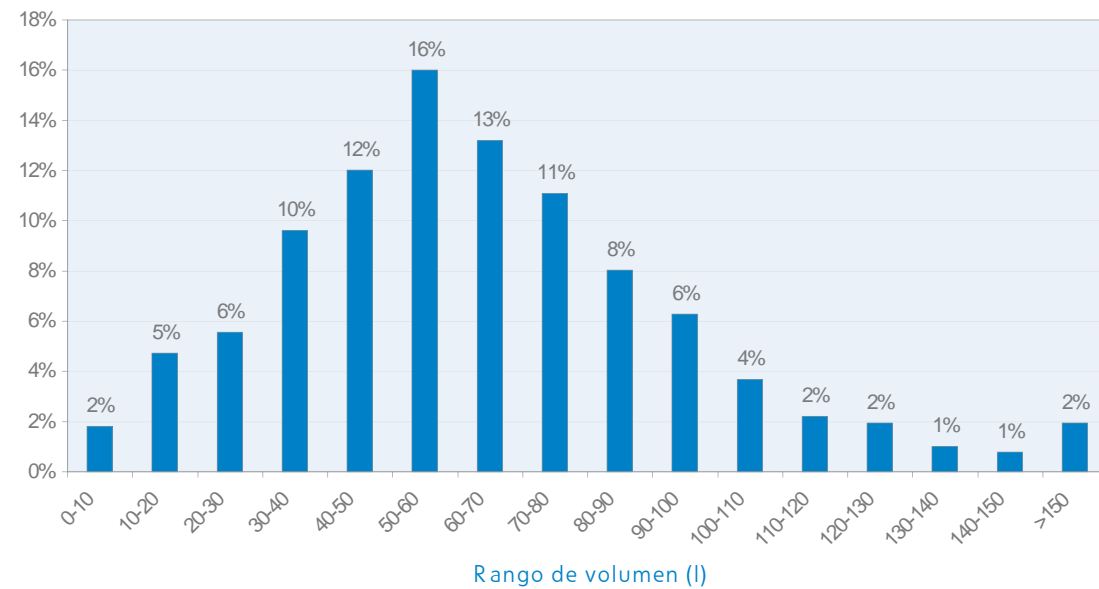


Volumen consumido, duración y caudal medio por lavado

Siguiendo el mismo procedimiento que para el caso de los lavavajillas, se han analizados las frecuencias de aparición de los distintos volúmenes, caudales y tiempos de lavado en lavadoras.

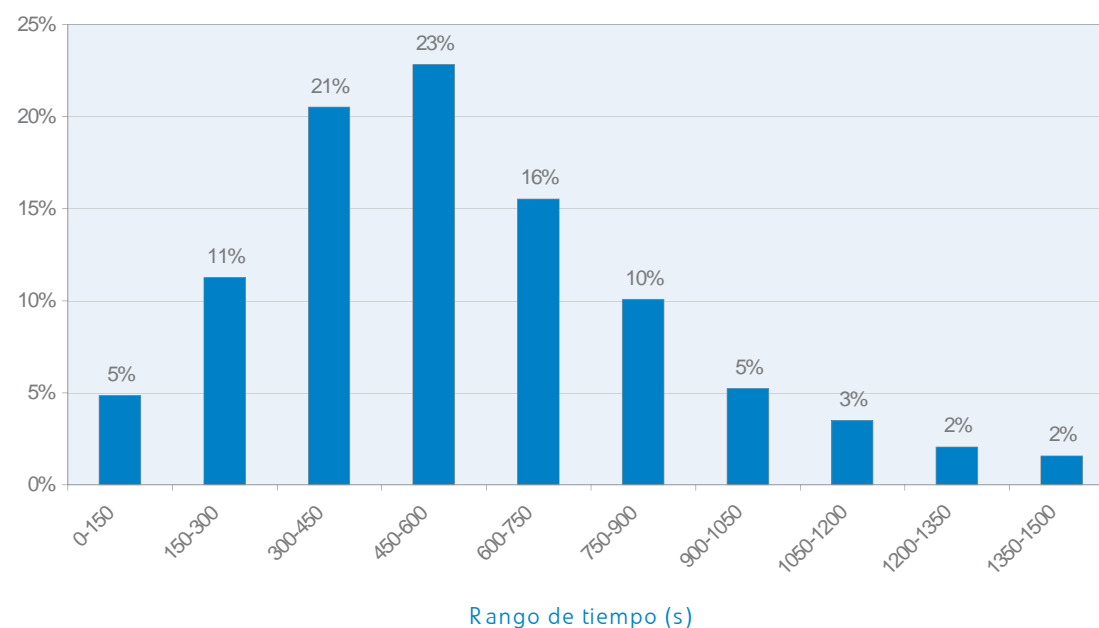
La Figura 120 muestra el histograma de frecuencia de los distintos rangos de volumen de lavado. La mayor parte de los lavados registrados consumieron entre 40 y 70 litros (un 41,2 por ciento del total). El volumen promedio fue de 63,8 litros por lavado, bastante superior al obtenido para los lavavajillas (18,6 litros).

Figura 120. Histograma de frecuencia del volumen de lavado en lavadora en la muestra de 2003



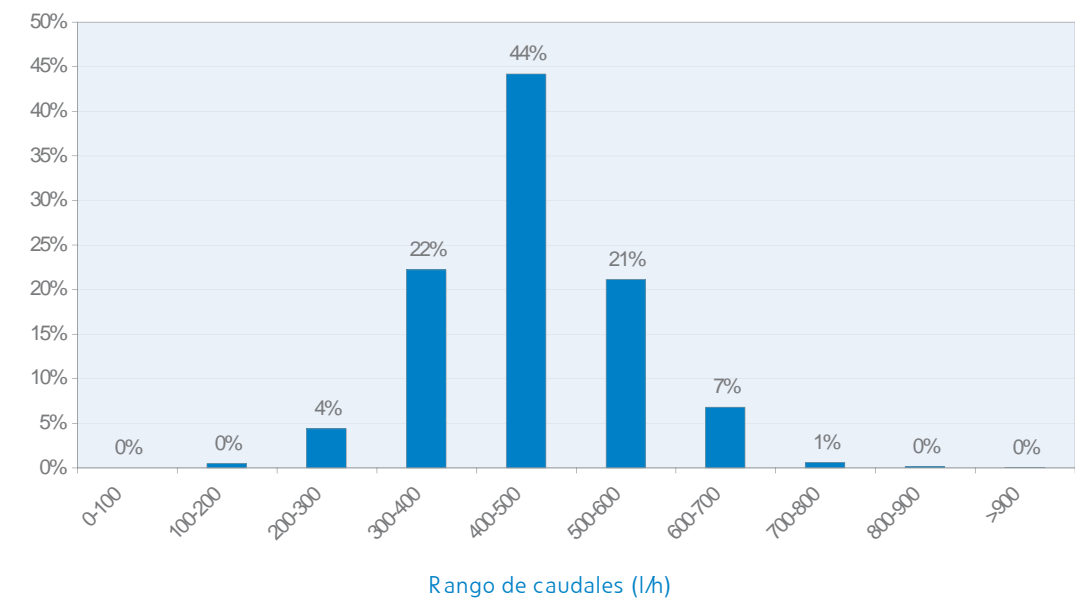
La distribución de los distintos tiempos de lavado (entendido como tiempo de consumo de agua) se observa en la Figura 121. Los tiempos para la lavadora son aproximadamente el doble que para el lavavajillas. La mayoría se concentran entre 300 y 750 segundos (58,9 por ciento), es decir, 5 y 12,5 minutos.

Figura 121. Histograma de frecuencia del tiempo de lavado en lavadora en la muestra de 2003



Por último, el caudal más frecuente (Figura 122) se muestra entre 400 y 500 litros por hora (44 por ciento), y no se registraron apenas caudales inferiores a 200 ni superiores a 700 litros por hora. Esta es la variable que presenta menos dispersión. Estos valores de caudal son mucho mayores que los empleados por los lavavajillas (entre 200 y 500 litros por hora, mayoritariamente).

Figura 122. Histograma de frecuencia del caudal de lavado en lavadora en la muestra de 2003



4.4.7. Uso exterior

Dentro del uso de exterior, a diferencia del resto de usos finales, se van a poder comparar los datos de las monitorizaciones realizadas en las dos fases del estudio, ya que uno de los objetivos de la segunda fase era precisamente ampliar la información sobre usos de exterior.

En el presente punto se analiza el consumo de agua para usos de exterior en función de diversas variables. El análisis en función de la hora del día proporciona una curva de modulación horaria para este uso. Para estudiar las variaciones estacionales se observa el consumo según los meses. Finalmente, también se han analizado los consumos exteriores en función del tipo de riego empleado y de la superficie del jardín.

Dentro de la muestra monitorizada en la primera fase del estudio, el uso exterior es el segundo más importante en viviendas unifamiliares, por detrás de los grifos y en la misma proporción que las duchas, con un 27 por ciento del consumo total, lo cual es indicativo de jardines de tamaño pequeño-mediano.

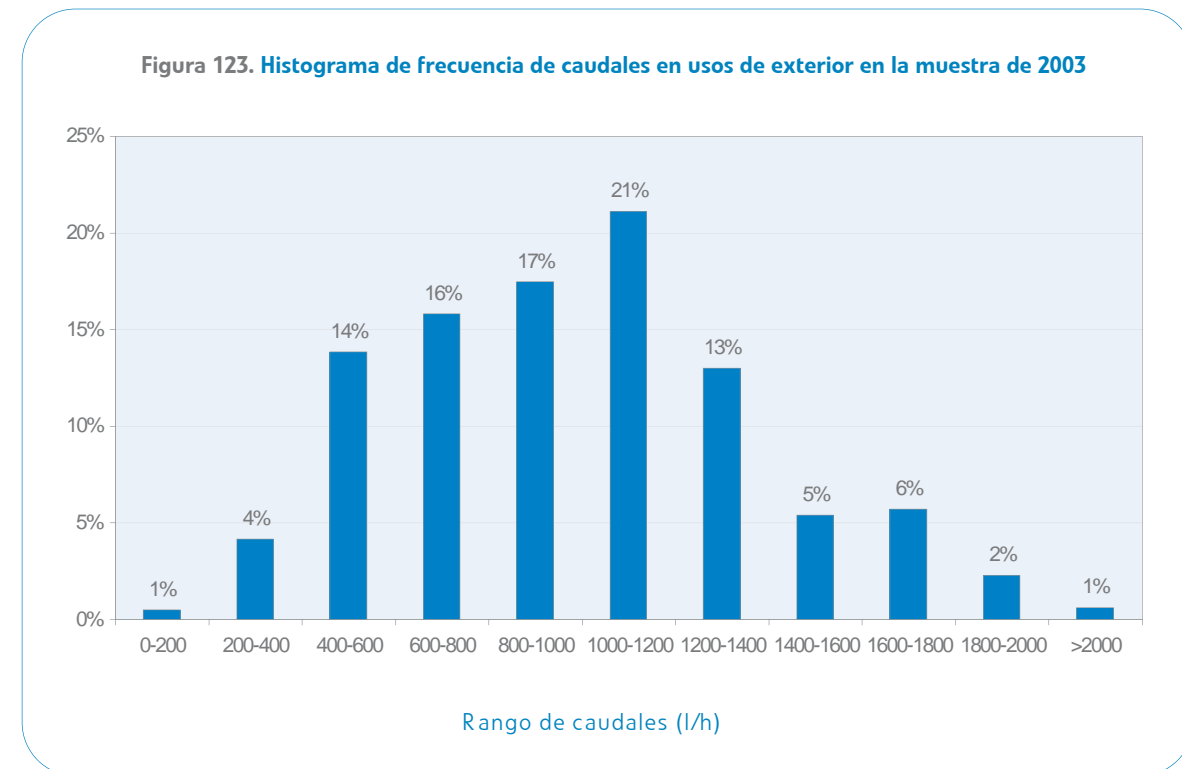
De las catorce fincas objeto de la primera fase del estudio, cinco son chalets con jardín propio que presentan uso exterior del agua: finca 01, finca 02, finca 03, finca 10 y finca 11. Todas ellas corresponden a propietarios con poder adquisitivo alto, excepto la finca 03, que son viviendas del IVIMA para familias de poder adquisitivo bajo. La pequeña representatividad de la muestra determinó la necesidad de la extensión del trabajo a la segunda fase del estudio.

En la segunda fase del estudio, se monitorizó el uso de exterior de 62 viviendas, que disponían de un contador separado del de interior, con el objetivo de ampliar la muestra monitorizada en la primera fase.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las fases del estudio.

Consumo diario

Para la primera fase del estudio, la Figura 123 representa el histograma de frecuencia de los diferentes caudales registrados en usos de exterior. Estos caudales, comparados con el resto de usos finales, son significativamente más altos que los de cualquier otro uso. Existe cierta dispersión, ya que la mayoría se reparten entre los 400 y los 1.400 litros por hora. Sólo un 18,7 por ciento del total de usos de exterior empleó caudales inferiores a 400 o superiores a 1.400 litros por hora.



Los datos de consumo promedio en usos de exterior en litros por vivienda y día en las viviendas unifamiliares de la muestra de 2003 y 2006 se pueden observar en la Tabla 27.

Tabla 27. Consumo en uso de exterior en viviendas monitorizadas en la primera y segunda fase del estudio

Consumo en exterior por vivienda y día en la muestra de 2003	171 l/viv/día
Consumo en exterior por vivienda y día en la muestra de 2006	1147 l/viv/día

Si comparamos los resultados obtenidos en cada una de las fases del estudio, se observa que el consumo de usos de exterior en la segunda fase del estudio es muy superior al de la primera fase, en la que la muestra era menos representativa por el número de viviendas.

El mayor consumo en la segunda fase del estudio es debido principalmente a que el 98 por ciento de los usuarios monitorizados disponía de piscina de 50 metros cúbicos de capacidad, mientras que sólo el 2,5 por ciento de los usuarios monitorizados en la primera fase disponían de ella.

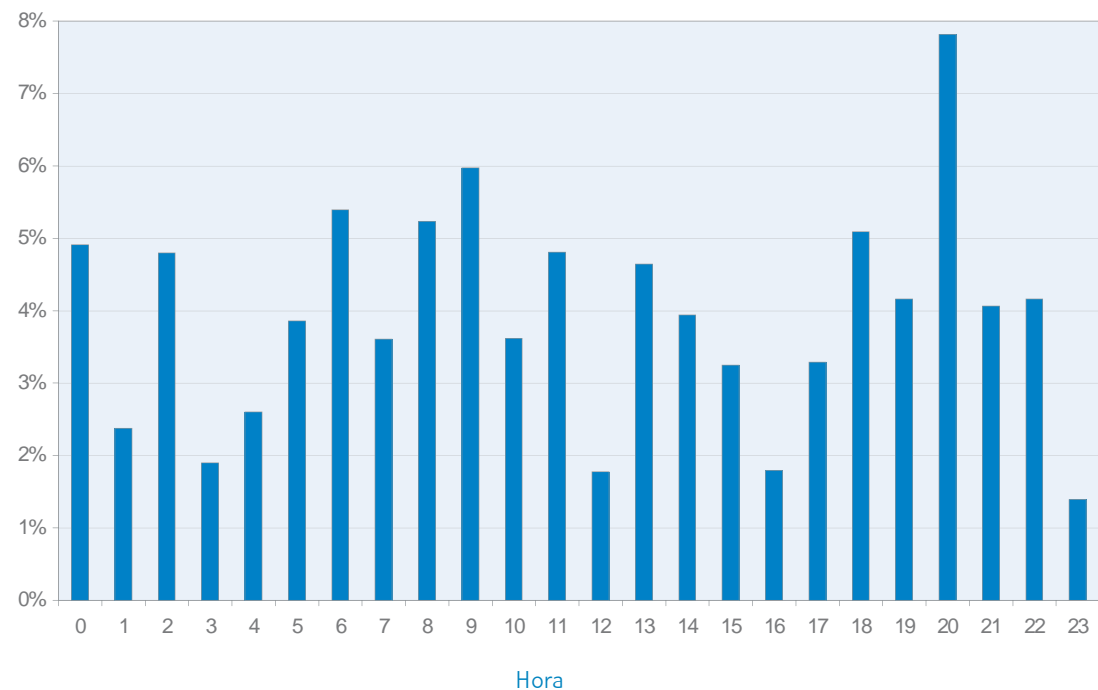
Modulación horaria

Las modulaciones horarias sólo se han podido obtener para la primera fase del estudio, ya que en la segunda, se tomaron medidas únicamente a intervalos de veinticuatro horas, obteniendo las dotaciones diarias empleadas en el riego de jardines.

Por tanto, para la primera fase, en la Figura 124 se ha reflejado el peso del volumen consumido en exterior para cada hora concreta respecto del total. Se observa que el uso exterior aparece durante todo el día, incluso de madrugada, y que no sigue una pauta definida.

Aunque no existe una tendencia clara, se podría decir que el consumo se centra a primera hora de la mañana (de seis a once) y a última de la tarde (de seis a diez). En cualquier caso, dada la gran vinculación con la estacionalidad, este análisis sólo tiene utilidad si se vincula a la distribución mensual.

Figura 124. Modulaci3n horaria de los usos de exterior en la muestra de 2003



Modulaci3n mensual

Las modulaciones mensuales s3 se han podido analizar para las dos fases del estudio, gracias a las medidas diarias registradas para la segunda fase.

Para estudiar las variaciones estacionales en el uso de exterior se ha representado el volumen medio diario consumido en los jardines de las muestras y su variaci3n con la temperatura mensual media de los m3ximos diarios en funci3n del mes. Para ello, se ha calculado el volumen medio diario consumido cada mes en usos exteriores.

Los resultados obtenidos tanto para la primera como para la segunda fase del estudio se muestran en la Figura 125 y Figura 126.

Figura 125. Variaci3n mensual del consumo exterior y de la temperatura mensual media de m3ximos diarios en la primera fase del estudio (2003)

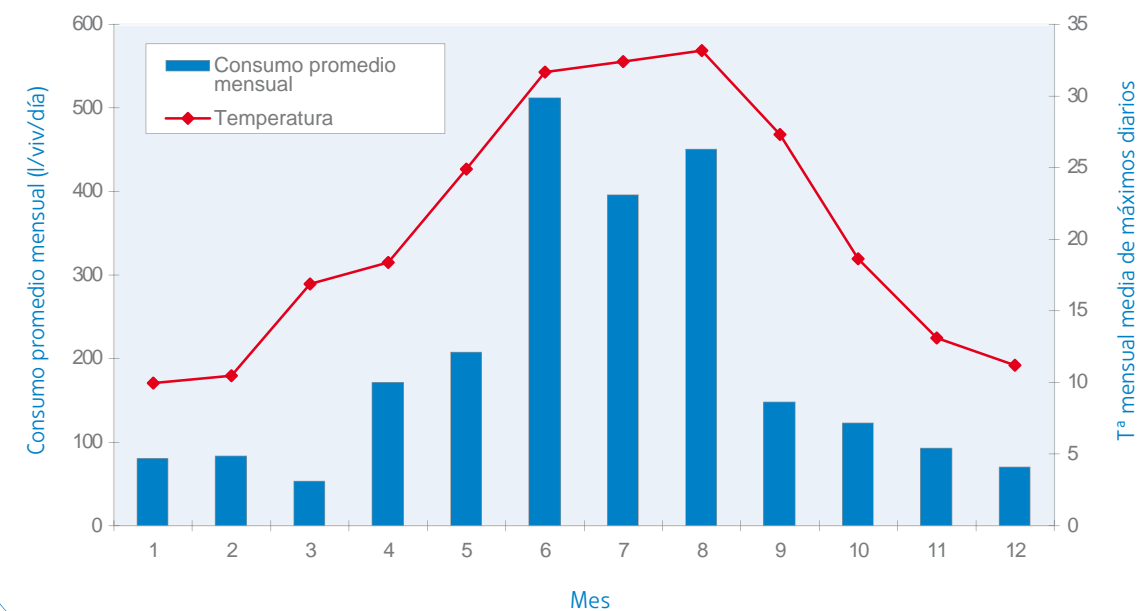
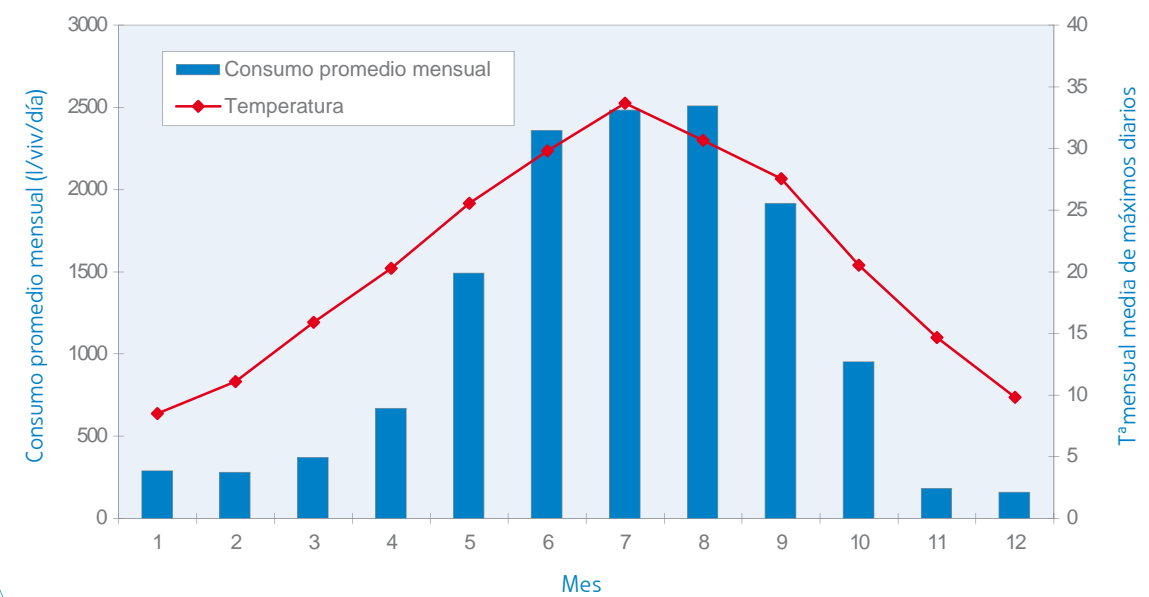
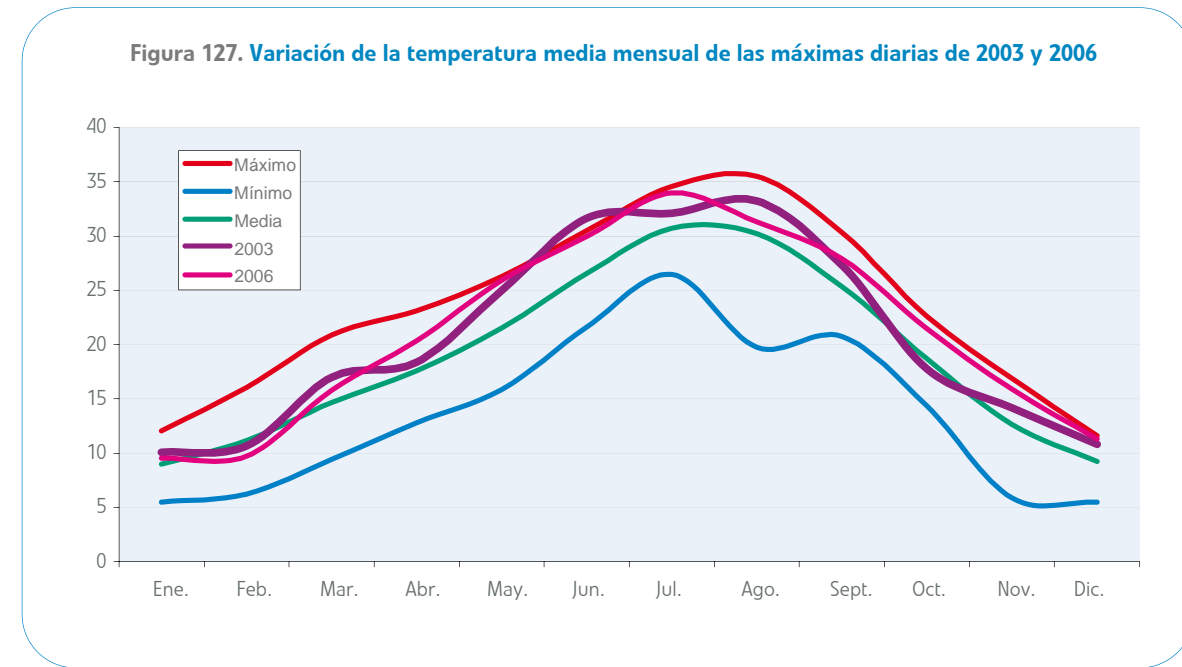


Figura 126. Variaci3n mensual del consumo de exterior en la segunda fase del estudio (2006)



Como puede observarse en las figuras anteriores, tanto en la primera fase del estudio como en la segunda, los meses de verano son, con diferencia, los que presentan un consumo más alto (como mínimo un 100 por cien superior al resto), correspondiendo con una mayor temperatura media mensual, mientras que durante el invierno el consumo es el más bajo del año. La posibilidad de riego automático hace que este uso no sea totalmente dependiente de los movimientos vacacionales, aunque sí se nota su influencia.

En la siguiente figura se muestra la variación mensual de las temperaturas mínimas, medias y máximas de los años 2003 y 2006, correspondientes a la primera y segunda fase del estudio.

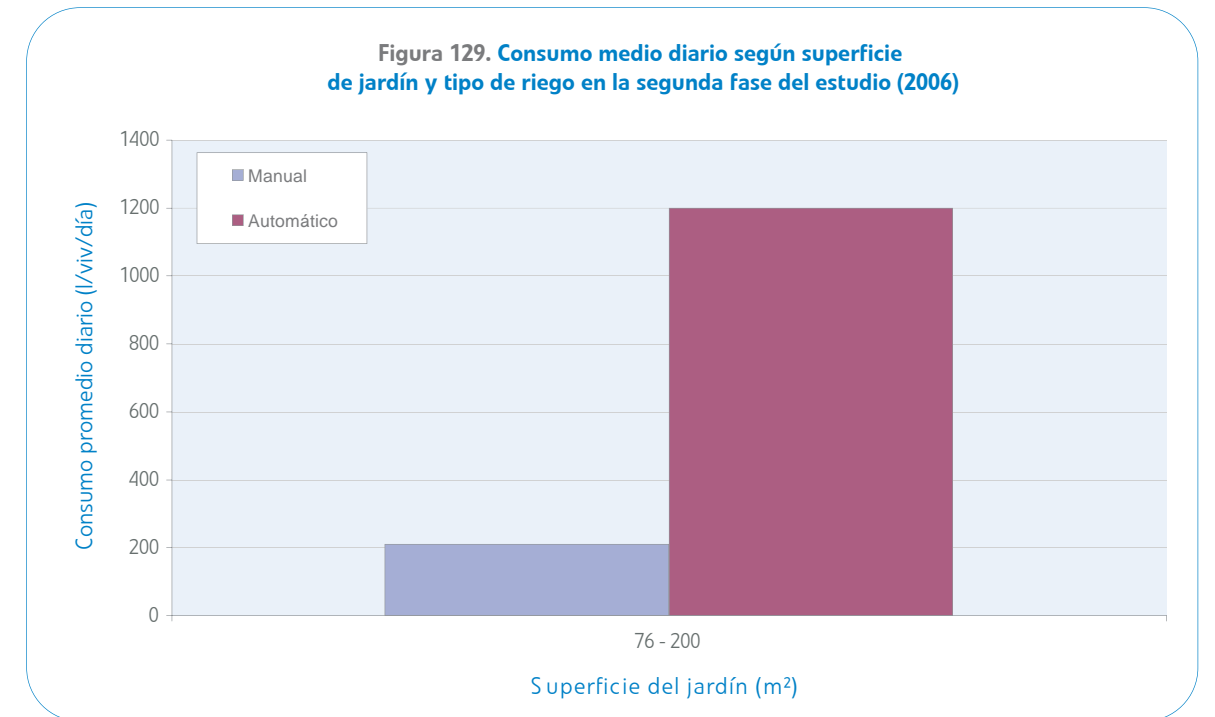
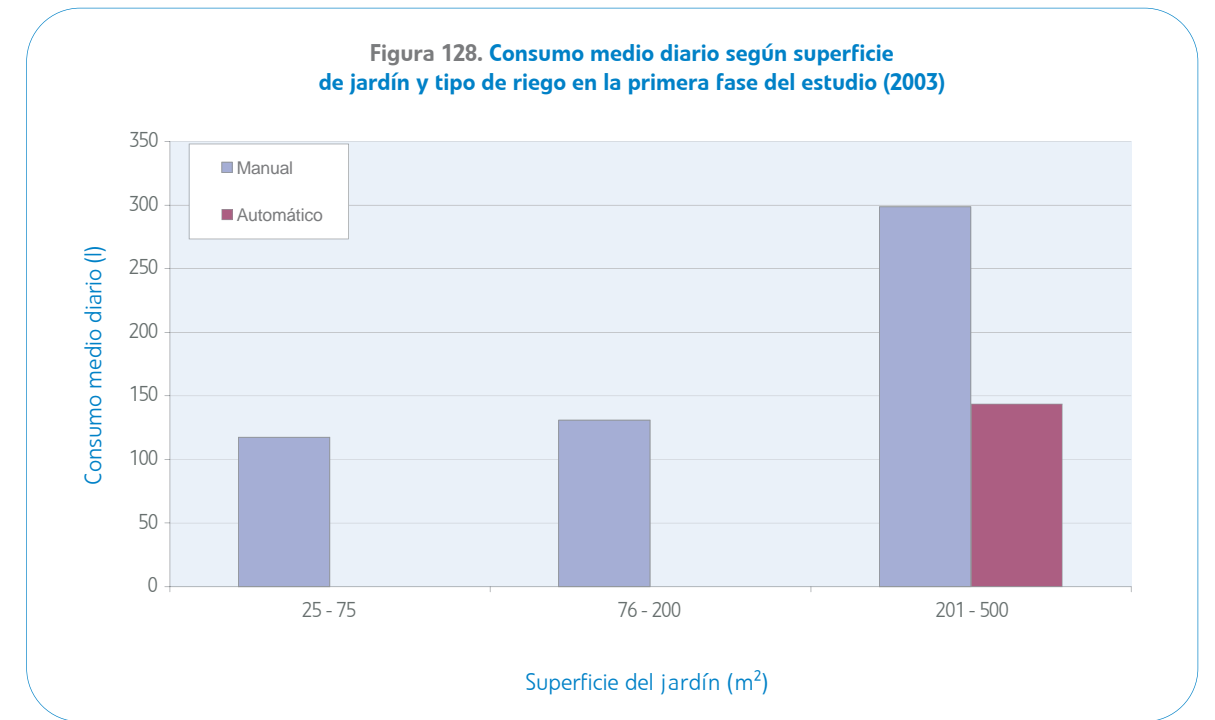


Las diferencias entre ambas muestras podrían explicarse por la influencia de las medidas de gestión de la sequía en 2006, así como por las diferentes condiciones climáticas en los meses de cada periodo.

Influencia del tipo de riego y superficie del jardín

Las viviendas monitorizadas presentaban dos tipos de riego: manual o automático (aspersores o goteo).

La variación del consumo medio diario según el tipo de riego empleado y la superficie de jardín para cada una de las fases del estudio se muestra en la Figura 128 y la Figura 129.



Según los resultados registrados en la muestra de la primera fase del estudio, el riego manual va acompañado de un mayor consumo diario. Sin embargo, hay que tener en cuenta que sólo el 6 por ciento de las viviendas disponía de riego automático, de forma que este resultado no es concluyente. Sin embargo, en la muestra de la segunda fase se obtiene un consumo muy superior para riego automático, aunque en esta fase sólo el 2 por ciento de los usuarios monitorizados empleaban riego manual por lo que el resultado tampoco es concluyente.

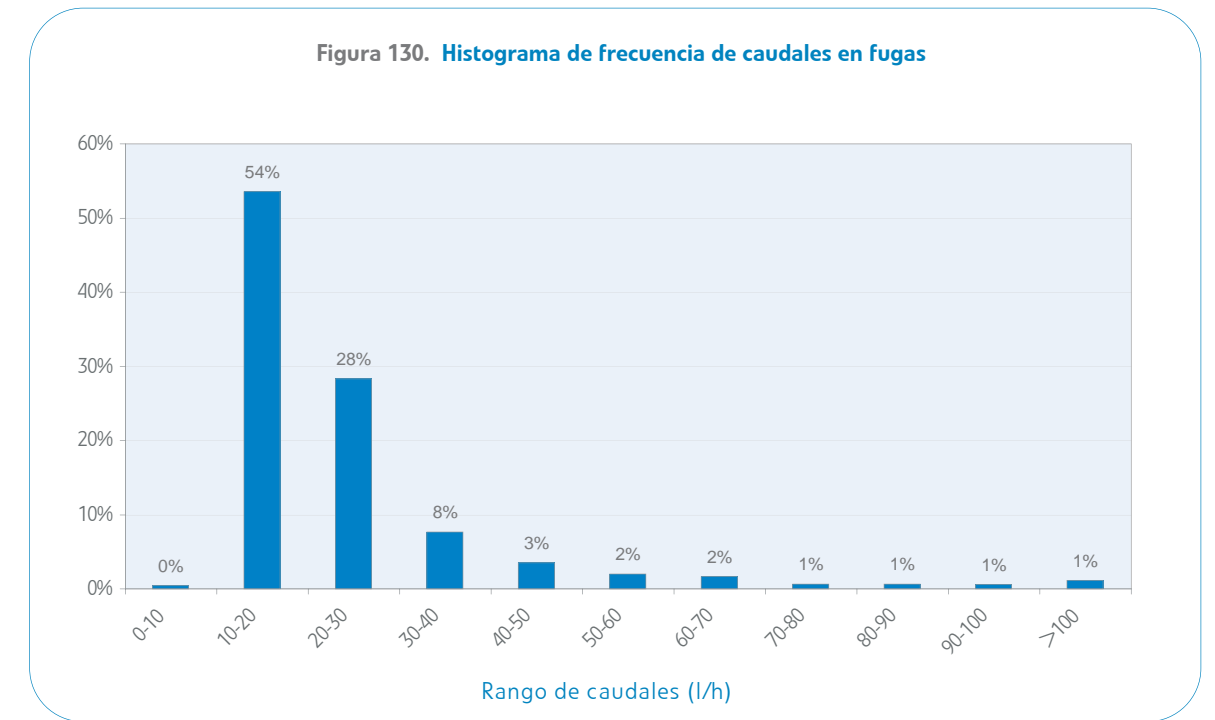
Por otro lado, la superficie del jardín es un factor clave en el consumo de agua exterior. La Figura 128, correspondiente a la primera fase del estudio, muestra la variación para tres grupos de jardines de entre 25 y 500 metros cuadrados. Lógicamente, a medida que aumenta la superficie del jardín también lo hace el consumo, aunque es a partir de los 200 metros cuadrados donde el salto es mayor. Todas las viviendas con riego automático pertenecen a esta última categoría (jardín de más de 200 metros cuadrados).

4.4.8. Fugas

Las denominadas fugas suelen ser consumos provocados por el mal estado de las instalaciones, es decir, por problemas en los equipamientos de fontanería. A efectos de valoración global y balances se pueden considerar como un uso final más. Suelen tratarse de caudales bajos, inferiores a los 50 litros por hora, que se mantienen constantes a lo largo del día. En el presente estudio se ha observado que, además de las fugas de carácter continuo que están presentes durante todo el día, también existen fugas más aleatorias o esporádicas, que se mantienen durante períodos de tiempo prolongados y tienen caudales variables. Estas fugas no continuas, se pueden presentar a distintas horas del día, y pueden deberse por ejemplo a cisternas enganchadas que quedan abiertas, o a fallos de los electrodomésticos. En la muestra monitorizada, las fugas suponen el 2 por ciento del consumo total del agua.

Consumo diario

En la Figura 130 se representa el histograma de frecuencia de los caudales registrados como fugas. Como ya se ha mencionado, las fugas se producen con caudales bajos, mayoritariamente entre 10 y 30 litros por hora (81,9 por ciento). Hay que señalar que debido a las características de los contadores utilizados, no pueden detectarse caudales inferiores a 4 litros por hora, y por tanto es muy posible que existan fugas en el rango de caudales 0-10 litros por hora que no han quedado registradas. Canal de Isabel II está abordando en un estudio de detalle la medida de los volúmenes consumidos a estos caudales tan bajos.



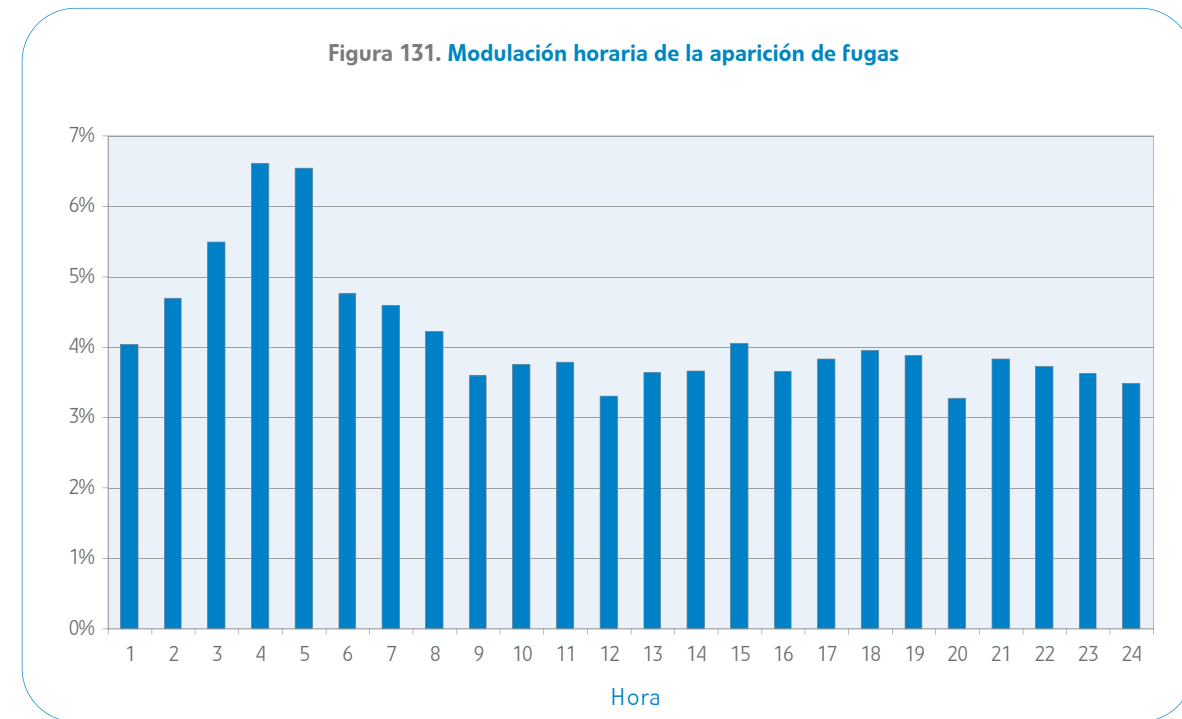
Por otro lado, los datos de volúmenes de fugas en litros/vivienda y día en función del tipo de vivienda se aprecian en la Tabla 28.

Tabla 28. Fugas

	Unifamiliares	Plurifamiliares
Volúmenes de fugas por vivienda y día	36 l/viv/día	17 l/viv/día

Modulación horaria

Si se analiza la distribución horaria de la aparición de fugas en las viviendas (Figura 131), calculada como el volumen de fugas a una cierta hora respecto al volumen total de fugas), se observa que sigue un patrón similar al que podría seguir la presión en red. Las pérdidas son uniformes durante todo el día, excepto de madrugada, cuando un aumento en la presión de la red incrementa el caudal de fugas.



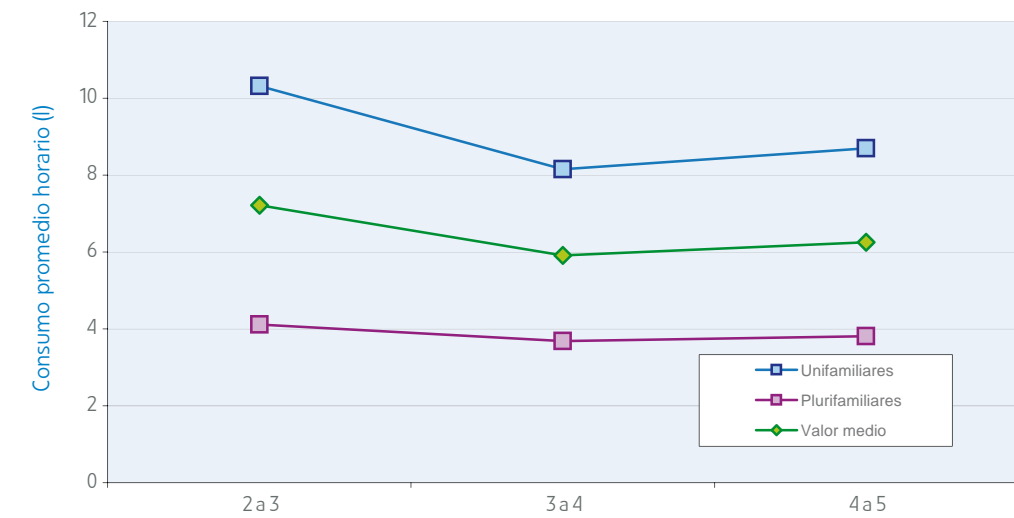
4.5. Usos nocturnos

Por último, se analizan los consumos nocturnos correspondientes a la primera fase del estudio. Se considera consumo nocturno el comprendido entre las dos y las cinco de la madrugada (es decir, tres horas). Durante este período, el consumo en la vivienda alcanza los valores mínimos diarios, lo que se corresponde, por consiguiente, con las pautas de consumo en las grandes zonas residenciales.

Analizando las lecturas periódicas, realizadas cada 15 minutos, durante el estudio de monitorización se ha observado que el consumo promedio obtenido durante las horas de menor consumo, de tres a cuatro de la mañana, fue de 5,9 litros por vivienda y hora (Figura 132).

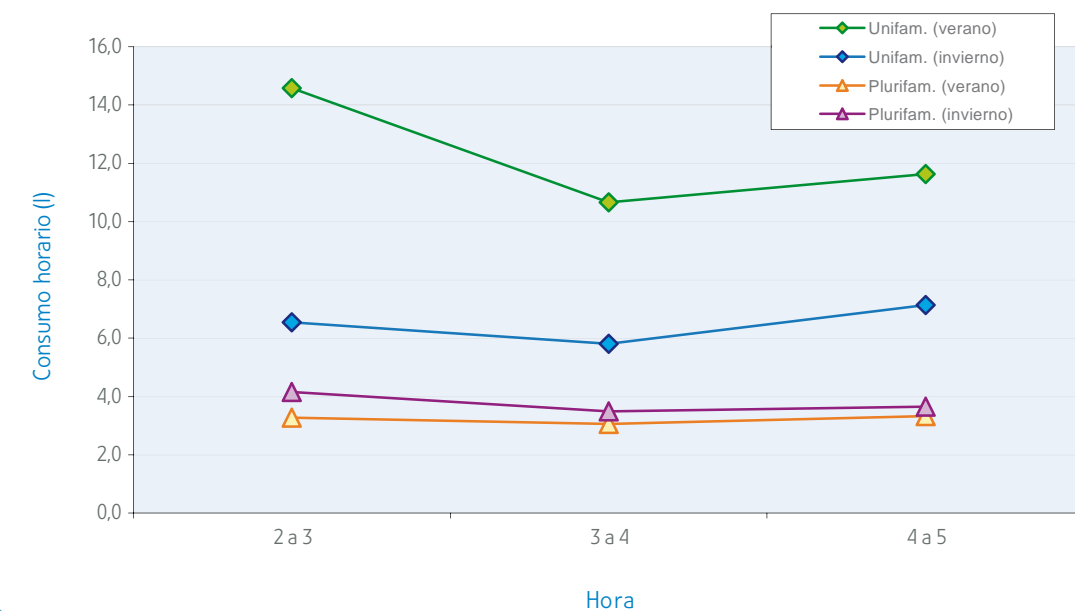
La mayor parte del consumo nocturno se concentra en 4 fincas: finca 01, finca 02, finca 03 y finca 11, todas ellas unifamiliares, debido al riego de parcelas. Las viviendas plurifamiliares presentan un caudal mínimo nocturno de 3,68 litros por hora, también entre las tres y las cuatro de la mañana, frente a los 8,15 litros por hora de media de las unifamiliares.

Figura 132. Consumos nocturnos según tipología de vivienda en la muestra 2003



Si se analizan las diferencias estacionales (tomando los meses de mayo a octubre como verano y de noviembre a abril como invierno) para ambos tipos, se observa que las unifamiliares presentan un consumo superior en verano (posiblemente debido al riego del jardín o parcela típicos de estas viviendas), mientras que las plurifamiliares consumen más en invierno (Figura 133).

Figura 133. Variaciones estacionales en el consumo nocturno en la muestra 2003



Para alcanzar mayor nivel de detalle y caracterizar la distribución de estos usos nocturnos se han analizado los datos obtenidos en la monitorización en continuo de 273 viviendas (lecturas tomadas cada segundo durante ciclos completos en la misma vivienda).

Los usos que se distinguen son lavadora, lavavajillas, grifos, cisternas, duchas, exterior y fugas, y la distribución obtenida de usos finales entre las dos y las cinco de la madrugada se muestra en las Figura 134 y Figura 135. En las viviendas unifamiliares, el uso de exterior pasa de ser el segundo en peso durante el día a ser el principal durante estas horas (39 por ciento), seguido de grifos (26 por ciento) y cisternas (11 por ciento). Todos los usos disminuyen respecto al total diario, excepto el exterior ya comentado y las fugas, que aumentan un 1 por ciento.

En el caso de viviendas plurifamiliares, el uso más común son los grifos (31 por ciento), seguido de cisternas (30 por ciento). En este caso la disminución (respecto al total diario) del porcentaje de agua empleada en las duchas es más acusada, mientras que el consumo en cisternas aumenta. Destaca el incremento en las fugas, que alcanzan un 21 por ciento del total frente al 4 por ciento durante todo el día.

Figura 134. Distribución de usos nocturnos según el tipo de vivienda

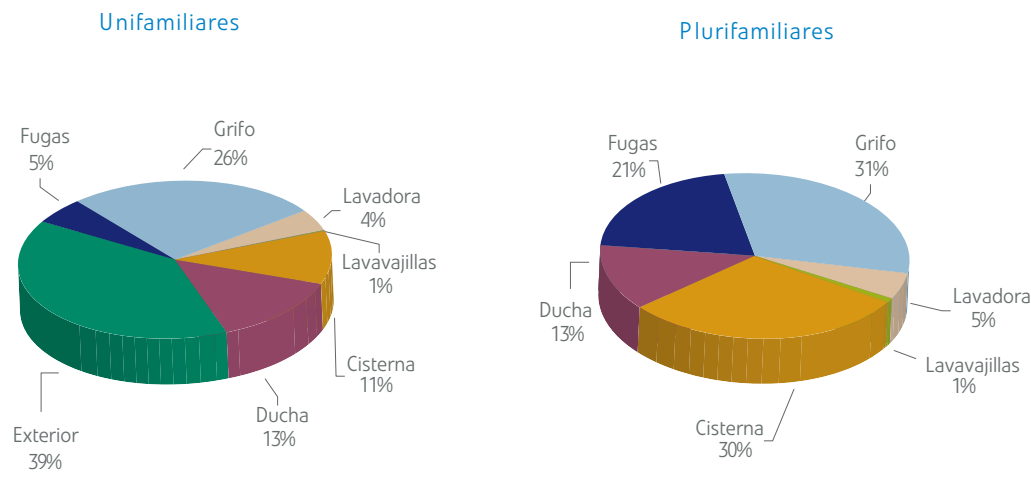
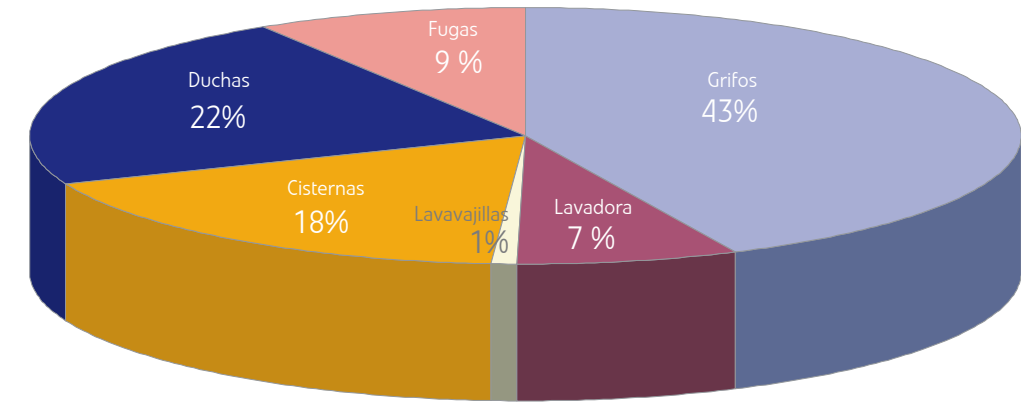


Figura 135. Distribución de usos nocturnos en unifamiliares con sólo uso de interior



5

Conclusiones

El objetivo del proyecto era estudiar los factores y pautas que rigen el comportamiento de la demanda y consumo de agua en la Comunidad de Madrid, identificando y cuantificando las variables que en mayor medida influyen en un aumento o disminución de este consumo. Esta valoración de factores explicativos del consumo de agua doméstico se ha conseguido a través de una serie de encuestas realizadas, en una primera fase, a una selección de más de 4.600 viviendas de la Comunidad. Los resultados de estas encuestas fueron sometidos a diversos análisis estadísticos, incluido un análisis de segmentación o CHAID, una técnica estadística para segmentar las variables que más discriminan el consumo de agua doméstico. En la segunda fase del estudio, cuyo objetivo era ampliar la información disponible para hogares numerosos con una alta densidad de ocupación, y los usos de exterior asociados a viviendas, se realizaron 662 encuestas que permitieron identificar la muestra de viviendas que cumplían los requisitos de antigüedad y ocupación superior a la media y viviendas con usos de exterior.

Al estudiar la incidencia de las variables en el consumo de agua (analizando y comparando valores de consumo anual, relacionándolos con las variables declaradas en las encuestas), se han identificado una serie de variables muy relacionadas entre sí (superficie, número de habitaciones, número de cuartos de baño y equipamiento sanitario, ocupación de la vivienda) que mantienen una relación directa con el volumen de agua consumido.

Mediante el análisis de segmentación realizado con los datos de las encuestas de la primera fase del estudio, se ha detectado que la variable que más discrimina el consumo de agua doméstico en la Comunidad de Madrid es la presencia de jardín propio o parcela. A su vez, entre las viviendas sin jardín propio o parcela, la variable que más discrimina el consumo de agua es la ocupación de la vivienda. Para un mismo número de habitantes, las siguientes variables representativas serían el número de inodoros como parámetro representativo del tamaño y equipamiento de los hogares, y el nivel de renta. Por otro lado, en las viviendas con jardín o parcela la variable discriminante es el número de baños (también como representación del equipamiento), y para un mismo número de cuartos de baño, de nuevo la ocupación y el nivel de renta serían las siguientes variables significativas.

Por otro lado, la monitorización de una selección representativa de casi 300 de las viviendas encuestadas en una primera fase y aproximadamente 690 en la segunda, ha permitido comprobar que es posible obtener información detallada y precisa sobre dónde o en qué se emplea el agua doméstica, mediante un adecuado tratamiento de los datos obtenidos en dicha monitorización, transformando estas mediciones en pulsos rectangulares de consumo, para después identificar los distintos usos según la forma característica de las series de pulsos.

Esta forma de abordar el problema de la caracterización de usos finales, ha permitido obtener una distribución fiable de usos, así como las modulaciones horarias y mensuales del consumo, la influencia del clima y de los movimientos vacacionales, los consumos diarios promedios, los caudales punta, los consumos nocturnos, etc. Analizando los resultados presentados a lo largo del presente informe, se plantean a continuación de forma escueta las conclusiones alcanzadas:

- Las muestras empleadas en las fases del estudio han resultado más representativas de las viviendas con consumos situados en los percentiles por debajo de la mediana, del total de la Comunidad de Madrid. Acusando, además, la muestra de 2006, los efectos de las medidas de gestión de la sequía, implantadas en 2005 y 2006.
- El *consumo promedio anual por vivienda* para la muestra monitorizada en 2003 es de 300 litros por vivienda y día para viviendas plurifamiliares y de 630 para unifamiliares. Este consumo promedio se reduce a 283 litros por vivienda y día para viviendas plurifamiliares de la muestra monitorizada en 2006, y a 499 para viviendas unifamiliares. El *consumo promedio anual por habitante* para 2003 es de 85 litros

por habitante y día para viviendas plurifamiliares y de 152 para viviendas unifamiliares, reduciéndose a 81 litros para viviendas plurifamiliares y 116 para viviendas unifamiliares de la muestra de 2006.

- Las modulaciones horarias del consumo en viviendas plurifamiliares y unifamiliares revelan que estas últimas presentan un consumo un 93 por ciento superior como término medio, con extremos de consumo 150 por ciento superior (a las 2 de la madrugada) y 60 por ciento superior (a las 4 de la tarde) respecto a las plurifamiliares. Las viviendas unifamiliares presentan una importante variación estacional en su modulación horaria, mientras que este parámetro no tiene apenas influencia en las plurifamiliares.
- El rango de caudales instantáneos de la muestra de la primera fase más empleado se sitúa entre 200 y 300 litros por hora, con una frecuencia de aparición de casi un 23 por ciento. A partir de 800 litros por hora, la frecuencia de aparición es inferior al 1 por ciento. En cambio, el rango más frecuente de caudales punta instantáneos está entre 600 y 900 litros por hora.
- El análisis de la *influencia de factores climatológicos* como la temperatura o las precipitaciones confirma dos tendencias diferentes: mientras que la temperatura tiene una influencia directa sobre el consumo de agua, los días con precipitación tienen el efecto contrario. Para temperaturas máximas de unos 40 grados centígrados, el consumo es prácticamente un 50 por ciento superior que para temperaturas de hasta 5 grados. Respecto a las precipitaciones, se ha comprobado que estas tienen efecto principalmente en las viviendas con usos de exterior, y se ha calculado la variación del consumo exclusivamente en ese tipo de viviendas. La correlación es lineal con un alto porcentaje de regresión (0,99) y el consumo de agua es hasta un 32,7 por ciento inferior cuando se producen precipitaciones de entre 20 y 25 milímetros respecto al consumo para precipitaciones de entre 0 y 5 milímetros.
- Los *movimientos vacacionales* influyen, lógicamente, en el consumo. Los meses con mayor porcentaje de días con consumo nulo son agosto y diciembre, con valores de ausencia de viviendas de un 25 por ciento en agosto en viviendas plurifamiliares tanto en la primera como en la segunda fase, y un 12 y un 15 por ciento en diciembre para la primera y segunda fase respectivamente. Durante los meses de verano, las viviendas unifamiliares (con riego) tienen un porcentaje mucho menor de días con consumo nulo, probablemente debido a una automatización del riego o a una mayor ocupación de las viviendas que aumenta la probabilidad de que al menos una persona se encuentre en la casa.
- La *distribución de usos finales* revela que el principal consumo se realiza en grifos, para cualquier tipo de vivienda, seguido de duchas y cisternas para viviendas de interior o plurifamiliares. En las viviendas unifamiliares, el uso en grifos va seguido por las duchas, el uso exterior y las cisternas. El consumo medio diario para viviendas plurifamiliares es de 291 litros por vivienda y día, mientras que el consumo en unifamiliares se dispara a 633 litros por vivienda y día. Si se excluyen los usos de exterior en las viviendas unifamiliares y sólo se consideran los usos interiores, se obtiene un consumo medio por vivienda ligeramente superior (462 litros por vivienda y día).
- El *consumo en cisternas* tiene un promedio de 7,07 litros por descarga, y se producen una media de 3,29 descargas por habitante y día. Precisamente, el rango de volúmenes de descarga más frecuente está entre 6 y 7 litros. La modulación horaria es bastante uniforme durante todo el día, y sólo de madrugada disminuye significativamente el consumo.
- El *consumo en duchas* presenta un volumen medio de 69,15 litros por ducha, con una frecuencia de 0,50 duchas por habitante y día. El rango de caudales más frecuente utilizado en duchas está entre 400 y 600 litros por hora. La variación del consumo con la ocupación no es tan acusada como en el caso de los grifos. El consumo en duchas se concentra a lo largo de la mañana y de la tarde, aunque los picos

de demanda se producen entre las siete y las ocho de la mañana, y alrededor de las nueve de la noche. Se ha estudiado también la variación mensual del consumo en duchas, y se ha visto que no existe una pauta definida en función de los meses. Sin embargo, sí existe una influencia directa de la temperatura media registrada y el consumo en duchas por vivienda y día.

- El *consumo en grifos* presenta una alta dependencia con la ocupación, así como con la hora del día. El consumo diario en grifos en viviendas con cinco habitantes es un 40 por ciento superior respecto a viviendas con un solo habitante. En cuanto a la modulación horaria, el consumo presenta un pico de consumo alrededor de las dos y de las tres de la tarde y otro entre las ocho y las diez de la noche. Los caudales más frecuentes en grifos son los comprendidos entre 200 y 300 litros por hora.
- El análisis del *consumo en el lavavajillas* nos proporciona una tasa de penetración del 53 por ciento y una frecuencia de uso de 0,44 lavados diarios. La presencia del lavavajillas en los hogares madrileños presenta una fuerte dependencia con factores importantes como la ocupación o el nivel de renta: a mayor ocupación y nivel de renta, mayor tasa de penetración. La frecuencia de uso también está influida por factores como la composición del hogar, y la mayor frecuencia de uso se da en casos de matrimonio con hijos y otros familiares (casos de ocupación alta). Otro de los factores que influye en el uso de este aparato es la hora del día: el consumo se concentra en las horas tras la comida (entre las tres y las cinco) y la cena (entre las nueve y las doce). El volumen medio consumido por lavado son 18,6 litros.
- Para analizar el *consumo en la lavadora* se ha seguido la misma metodología que en el caso del lavavajillas, debido a la similitud de ambos. En este caso, la tasa de penetración es superior (91 por ciento), así como la frecuencia de uso (0,69 lavados diarios). La relación de la tasa de penetración con la ocupación o el nivel de renta es mucho más atenuada. El consumo en este aparato se concentra entre las diez y las dos de la tarde. El volumen medio consumido por lavado son 63,8 litros.
- El *consumo en usos de exterior* se presenta durante todo el día, incluso de madrugada, pero no sigue una pauta definida. En cambio, la modulación mensual muestra un claro aumento de este consumo en los meses de verano (de junio a agosto), que es como mínimo un 100 por cien superior respecto al resto de meses. Los caudales empleados en este uso son los más altos registrados, y el rango más frecuente esté entre 1000 y 1200 litros por hora. Lógicamente, a medida que aumenta la superficie del jardín también lo hace el consumo. Según nuestros resultados, el riego manual va acompañado de un mayor consumo diario. Sin embargo, hay que tener en cuenta que sólo el 6 por ciento de las viviendas disponía de riego automático, de forma que este resultado no es concluyente.
- Las *fugas* en las instalaciones de las viviendas siguen una modulación horaria similar a la que podría seguir la presión en la red, y presentan caudales muy bajos (el rango más frecuente está entre 10 y 20 litros por hora). Las pérdidas son uniformes durante todo el día, excepto de madrugada, cuando un aumento en la presión de la red incrementa el caudal de fugas. Se ha observado que, además de las fugas de carácter continuo que están presentes durante todo el día, también existen fugas más aleatorias o esporádicas, que se mantienen durante períodos de tiempo prolongados y tienen caudales variables. Estas fugas no continuas se pueden presentar a distintas horas del día, y pueden deberse por ejemplo a cisternas enganchadas que quedan abiertas, o a fallos de los electrodomésticos.

La Tabla 29 presenta un resumen de los consumos diarios destinados a cada uso final que se han expuesto a lo largo del documento.

Tabla 29. Resumen de distribución de usos finales según muestra de 2003

		Unifamiliares	Plurifamiliares
Consumo por habitante y día	Cisternas	18,9 l/hab/día	19,4 l/hab/día
	Duchas	30,1 l/hab/día	22,5 l/hab/día
	Grifos	46,8 l/hab/día	30,1 l/hab/día
	Lavavajillas	0,3 l/hab/día	0,9 l/hab/día
	Lavadora	9,6 l/hab/día	9,6 l/hab/día
	Exterior	41,2 l/hab/día	-
	Fugas	4,5 l/hab/día	2,4 l/hab/día
Consumo por vivienda y día	Cisternas	78,9 l/viv/día	66,5 l/viv/día
	Duchas	124,9 l/viv/día	77,2 l/viv/día
	Grifos	194,4 l/viv/día	103,1 l/viv/día
	Lavavajillas	4,7 l/viv/día	3,1 l/viv/día
	Lavadora	40,0 l/viv/día	32,9 l/viv/día
	Exterior	171,4 l/viv/día	-
	Fugas	18,9 l/viv/día	8,3 l/viv/día

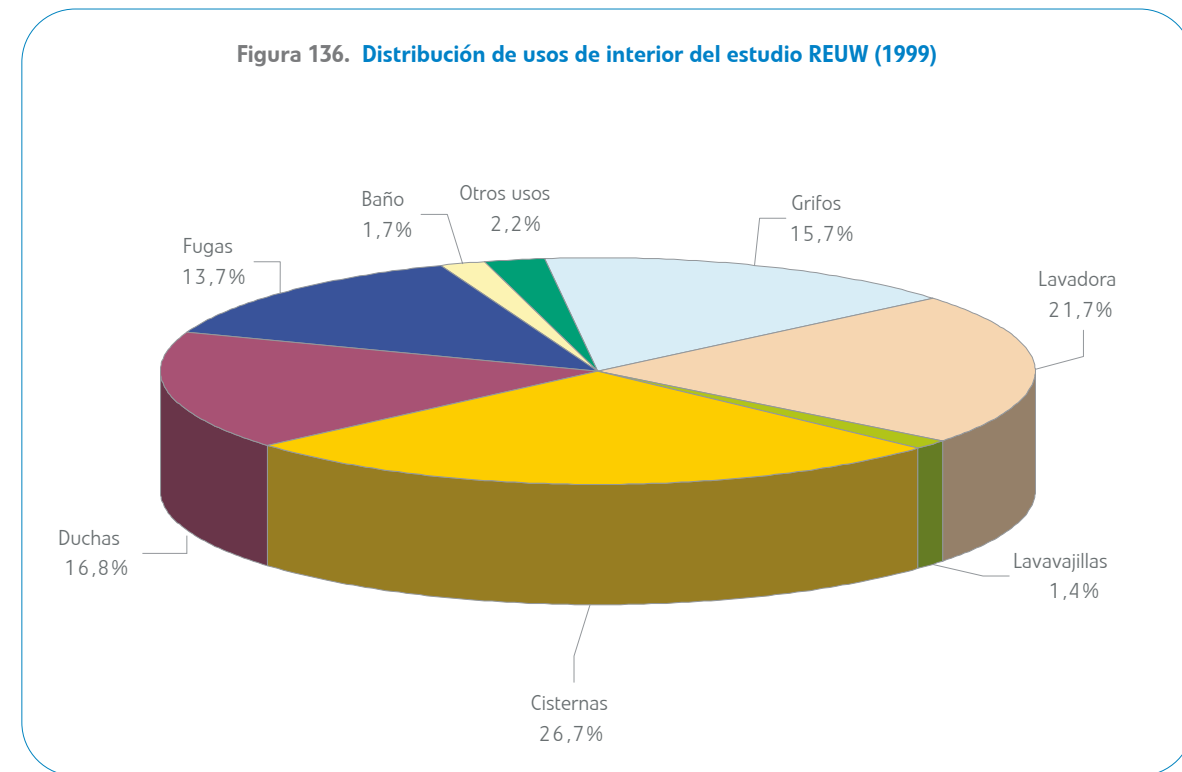
- Los *usos nocturnos*, comprendidos entre las dos y las cinco de la madrugada, presentan una distribución muy irregular. Las viviendas plurifamiliares presentan un consumo mínimo nocturno de 3,68 litros de tres a cuatro de la madrugada, un 55 por ciento inferior respecto a las unifamiliares (8,15 litros). Las viviendas unifamiliares presentan un consumo superior en verano (posiblemente debido al riego del jardín o parcela típicos de estas viviendas), mientras que las plurifamiliares consumen más en invierno. La distribución de estos usos nocturnos revela que en viviendas unifamiliares, el uso de exterior pasa, de ser el tercero en peso durante el día, a ser el principal durante estas horas (39 por ciento), seguido de grifos (26 por ciento) y cisternas (11 por ciento). En el caso de viviendas plurifamiliares, el uso más común son los grifos (31 por ciento), seguido de cisternas (30 por ciento), destacando también el incremento en las fugas, que alcanzan un 21 por ciento del total frente al 4 durante todo el día.

6

**Contraste con otros
estudios documentados**

La caracterización de usos finales y la medida de la efectividad de los dispositivos de ahorro ha sido siempre una información valiosa para las empresas de abastecimiento de agua. En 1999, la American Water Works Association Research Foundation publicó su estudio Residential End Uses of Water (REUW), fomentado por la creciente demanda de información sobre usos finales del agua doméstica por parte de las empresas del sector (Mayer et al., 1999). El estudio se basaba en un artículo publicado anteriormente por los mismos autores, en el que se analizaba la viabilidad de la caracterización de usos finales desglosando la curva de caudal en pulsos individuales (DeOreo et al., 1996). Este estudio REUW se llevó a cabo en doce ciudades de Estados Unidos y Canadá, y siguió una metodología muy similar a la seguida en el estudio llevado a cabo por Canal de Isabel II, incluyendo encuestas sobre hábitos de consumo a una selección de usuarios y una monitorización del consumo a un grupo reducido de los mismos. Sin embargo, el número de viviendas monitorizadas era relativamente bajo (cien hogares) y la monitorización de consumo correspondía a un período de sólo cuatro semanas, en contraste con los doce meses de promedio de mediciones por vivienda en cada una de las fases del presente estudio. Además, los contadores utilizados en el estudio REUW sólo permitían registros de lecturas en intervalos de 10 segundos, lo cual puede originar resultados algo imprecisos. Como se ha comentado anteriormente, los contadores utilizados en la primera fase del presente estudio permitieron dos tipos de lecturas: una monitorización en intervalos de 15 minutos que se emplearon para obtener las curvas de modulación horaria del consumo y para calcular el consumo total de agua en distintos períodos en función de diversas variables; y una monitorización en continuo con mediciones cada segundo, que se empleó principalmente en el análisis de los usos finales gracias a la precisión de los datos que aporta. En la segunda fase del estudio se utilizaron unos contadores que permitieron dos tipos de lecturas: una monitorización en intervalos de una hora y otra monitorización en continuo con mediciones cada segundo.

La distribución de usos obtenida en el estudio REUW se detalla en la Figura 136.



El consumo medio en interior obtenido para las doce ciudades fue de 262 litros por persona y día (650 litros incluyendo usos de exterior), que se distribuye en los distintos usos finales mostrados. El uso con mayor consumo son las cisternas (26,7 por ciento), que presentan un volumen de descarga medio de 13 litros. En el estudio realizado en la Comunidad de Madrid, el 62 por ciento de las cisternas tenían un volumen de descarga de entre 6 y 10 litros, el 28 por ciento eran consideradas de bajo consumo (descargas inferiores a 6 litros), y el volumen de descarga promedio fue de 7,07 litros.

El consumo en lavadoras también resulta más alto que el obtenido en la muestra del presente estudio, posiblemente debido a que la gran mayoría de las lavadoras presentes en hogares americanos son de carga superior y eje vertical, que necesitan cantidades mayores de agua, energía y detergente. En cambio, en Europa el 90 por ciento de las lavadoras son de eje horizontal.

En cuanto a las duchas, los resultados obtenidos son muy similares: mientras que en el estudio REUW el promedio de duchas por vivienda y día fue de 1,98, en el estudio de la Comunidad de Madrid resultó de 1,69. Así mismo, los valores de volumen (65,1 litros por ducha), caudal (500 litros por hora y por ducha) y tiempo (8,2 minutos) promedios son prácticamente idénticos a los obtenidos en el estudio llevado a cabo por Canal de Isabel II (ver Tabla 18).

Hay que destacar que el valor de fugas (13,7 por ciento) resulta bastante más elevado que el obtenido en el estudio madrileño (3 por ciento). El estudio REUW señala que las fugas presentan una distribución irregular y son muy variables; en general, una pequeña porción de los hogares es responsable de un alto porcentaje de las fugas totales.

El libro *Handbook of Water Use and Conservation* (Vickers, 2001) recoge los resultados del estudio REUW y se centra en medidas de conservación y ahorro de agua en inodoros, cabezales de ducha, grifos, lavadoras y lavavajillas.

En Perth, Australia, se llevó a cabo un estudio similar entre 1998 y 2001 (Loh et al., 2003), en el cual se seleccionó una muestra de 720 viviendas unifamiliares y 297 plurifamiliares. En dicho estudio, llamado *Domestic Water Use Study* o DWUS, se realizaron encuestas y se llevó a cabo una monitorización continua del consumo para identificar los usos finales mediante el software adecuado, de forma similar al estudio de Canal de Isabel II. El consumo exterior en viviendas unifamiliares resulta muy elevado (707 litros por vivienda y día), lo que sumado al consumo en interior da un total de 1.259 litros por vivienda y día en viviendas unifamiliares (el doble que lo obtenido en la muestra de la Comunidad de Madrid para este tipo de viviendas). Sin embargo, existe menos diferencia en las viviendas plurifamiliares: 379 litros por vivienda y día en Perth, frente a 300 en Madrid (excluyendo los usos de exterior presentes en este tipo de viviendas en la muestra australiana). La distribución de usos obtenida (excluyendo los usos de exterior en plurifamiliares) se muestra en la Figura 137, y resulta muy diferente al obtenido en el estudio de Canal de Isabel II.

Figura 137. Distribución de usos finales en el estudio DWUS

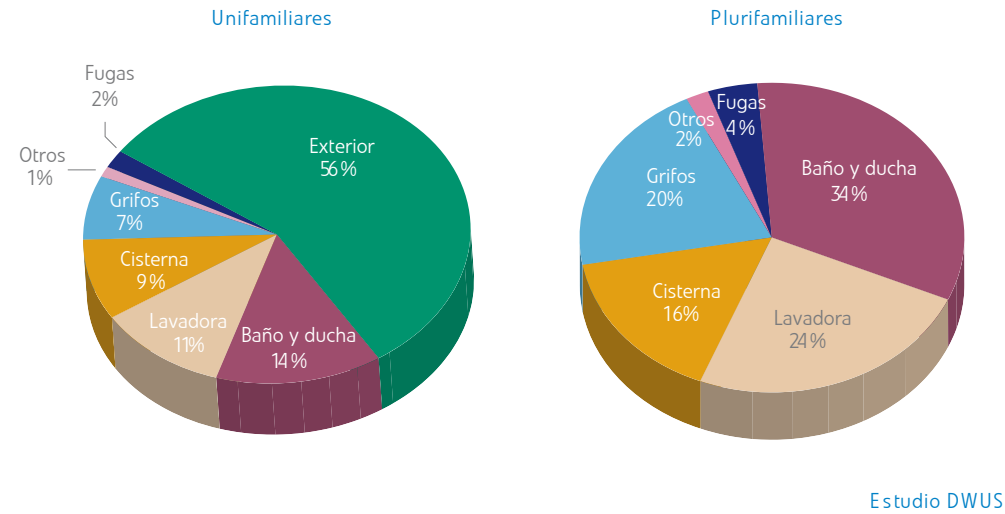
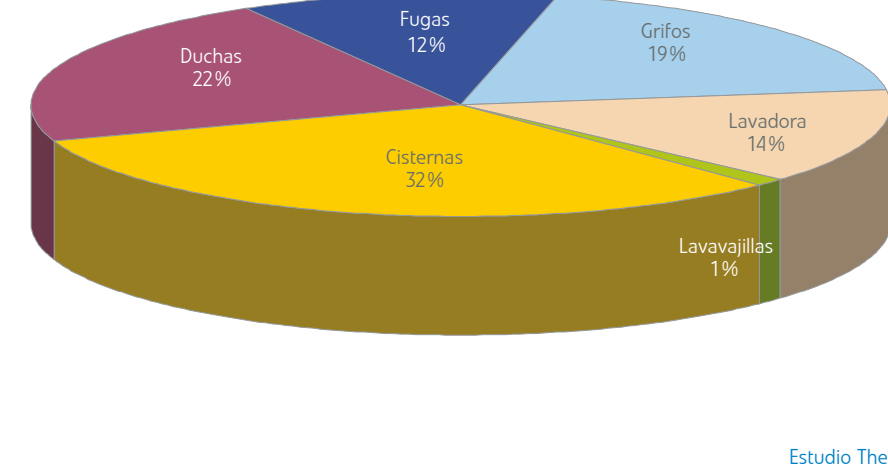


Figura 138. Distribución de usos interiores estimada en California (2000)



Por otro lado, en Alice Springs, Australia, también se han estudiado los usos finales domésticos del agua (Turner et al., 2003). Al ser una zona muy árida, prestan especial atención a los usos de exterior, que incluyen riegos, piscinas y aire acondicionado. Debido al elevado consumo en estos usos de exterior, los resultados del consumo anual por vivienda (708 metros cúbicos por vivienda y año para unifamiliares y 372 metros cúbicos para plurifamiliares) son muy superiores a los obtenidos en la Comunidad de Madrid.

Otros autores han estudiado una posible relación entre el consumo destinado a cada uso final y diversos factores (Yurina et al., 2003). Se realizó un estudio en distintas ciudades de Europa, Norteamérica, Japón y Australia, y se observó que existen grandes variaciones en la cantidad de agua destinada a cada uso final en cada una de estas ciudades. Se establecen relaciones entre estos consumos y factores geográficos, económicos y culturales, aunque en ninguno de los casos el coeficiente de correlación supera el 80 por ciento.

Más recientemente, el informe bienal *The World's Water* correspondiente a los años 2004-2005, recoge en su capítulo quinto un estudio de los usos residenciales del agua en California durante el año 2000. La distribución de usos finales (Figura 138) se basa en estimaciones del Pacific Institute, y señalan que la distribución real de usos resulta aún desconocida. De nuevo, al igual que en los estudios REUW y DWUS, difiere de las conclusiones del estudio en la Comunidad de Madrid, al ser el uso principal el de las cisternas, seguido de duchas, grifos y lavadoras.

En el Reino Unido se realizó una monitorización de consumo similar a la realizada en Madrid (Kowalski et al., 2005). Se estudiaron las variaciones diurnas en el consumo, y se llegó a la conclusión de que las variables que más influyen en el mismo son la ocupación y el nivel de renta, de forma similar a lo obtenido en el estudio de la Comunidad de Madrid.

7

Pasos siguientes

Como continuación de esta línea de trabajo, se ha iniciado un proyecto en el que se establece una muestra de control estable, y el seguimiento a largo plazo de la misma, con el objeto de identificar los posibles cambios en las pautas y hábitos de consumo doméstico, y los usos finales a los que se destina el mismo. Otra de las novedades que se pretenden implementar es el estudio del rango crítico de la zona inferior de caudales, empleando para ello instrumentos de medida y dispositivos que no han sido utilizados en los anteriores estudios, y que proporcionarán mayor fiabilidad en ese margen de caudal. El estudio se ha enfocado a usos domiciliarios, pues constituyen más del 60 por ciento de los usos totales del agua en el sistema de Canal de Isabel II. El estudio de la demanda a caudales bajos es especialmente importante ya que, en este rango crítico, se combinan dos factores: por un lado, el desgaste sufrido por los contadores aparece más acentuado, aumentando su error de medición (errores negativos o subcontaje), y por otro lado, los caudales que aparecen se deben principalmente a fugas en las instalaciones interiores, o a la fase final de llenado de muchas cisternas existentes. Esta situación da lugar a volúmenes no registrados que representan la parte más importante del error global de medida, y como consecuencia un alto porcentaje del coste del agua no registrada.

Se ha emprendido, además, un estudio sobre el empleo de dispositivos de reducción de caudales en fontanería, así como un estudio comparativo de consumo de agua para el lavado de vajillas, con el objeto de identificar potenciales reales de ahorro doméstico.

Por otro lado, está en marcha un proyecto para evaluar alternativas de eficiencia en el uso de agua en jardinería (que supone un 25 por ciento del consumo total), que busca cuantificar y comparar las necesidades de agua de distintas alternativas de plantaciones, sistemas de riego y formas de explotación y mantenimiento, que sean técnica y económicamente aplicables, evaluándose el coste económico de cada alternativa, así como sus ventajas e inconvenientes.

8

Índice de figuras

[Figura 1.](#) Tipo de viviendas y distribución de ocupaciones en la muestra - pág. 38

[Figura 2.](#) Localización de las fincas monitorizadas en la primera fase de la monitorización - pág. 38

[Figura 3.](#) Tipos de viviendas en la muestra - pág. 43

[Figura 4.](#) Antigüedad y ocupación de cada tipo de vivienda - pág. 43

[Figura 5.](#) Distribución geográfica de las fincas monitorizadas en la segunda fase - pág. 45

[Figura 6.](#) Esquema de la instalación de monitorización - pág. 50

[Figura 7.](#) Evolución del número de medidas - pág. 52

[Figura 8.](#) Ejemplo de reconocimiento inicial - pág. 54

[Figura 9.](#) Consumo de las viviendas plurifamiliares encuestadas en 2001 frente a la ocupación - pág. 59

[Figura 10.](#) Consumo de las viviendas unifamiliares encuestadas en 2001 frente a la ocupación - pág. 60

[Figura 11.](#) Porcentaje de días de consumo nulo para cada tipo de vivienda monitorizada en 2006 - pág. 61

[Figura 12.](#) Dotaciones promedio mensuales para las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003 - pág. 64

[Figura 13.](#) Dotaciones promedio mensuales para las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003 - pág. 64

[Figura 14.](#) Dotaciones promedio mensuales para el consumo doméstico de las viviendas monitorizadas en 2003 - pág. 65

[Figura 15.](#) Dotaciones promedio mensuales para las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006 - pág. 65

[Figura 16.](#) Dotaciones promedio mensuales para las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006 - pág. 66

[Figura 17.](#) Dotaciones promedio mensuales para el consumo doméstico de las viviendas monitorizadas en 2006 - pág. 66

[Figura 18.](#) Distribución de frecuencias de dotaciones de las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo los días de consumo nulos - pág. 67

[Figura 19.](#) Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo días de consumo nulos - pág. 68

[Figura 20.](#) Distribución de frecuencias de dotaciones de las viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo todos los días de consumo - pág. 68

[Figura 21.](#) Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo días de consumo nulo - pág. 69

[Figura 22.](#) Distribución de frecuencias de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006 excluyendo los días de consumo nulo - pág. 69

[Figura 23.](#) Distribución de frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006, excluyendo días de consumo nulos - pág. 70

[Figura 24.](#) Distribución de frecuencias de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2003 incluyendo los días de consumo nulo - pág. 70

[Figura 25.](#) Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas plurifamiliares monitorizadas en 2006, incluyendo días de consumo nulo - pág. 71

[Figura 26.](#) Distribución de frecuencias de las dotaciones de las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo los días de consumo nulo - pág. 72

[Figura 27.](#) Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, excluyendo días de consumo nulo - pág. 72

[Figura 28.](#) Distribución de frecuencias de las dotaciones de las viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo días de consumo nulo - pág. 73

[Figura 29.](#) Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003, incluyendo días de consumo nulo - pág. 73

[Figura 30.](#) Distribución de frecuencias de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, excluyendo días de consumo nulo - pág. 74

[Figura 31.](#) Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, excluyendo días de consumo nulo - pág. 74

[Figura 32.](#) Distribución de frecuencias de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, incluyendo días de consumo nulo - pág. 75

[Figura 33.](#) Distribución frecuencias acumuladas de dotaciones de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006, incluyendo días de consumo nulos - pág. 75

[Figura 34.](#) Distribución de frecuencias viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003 y viviendas principales Canal de Isabel II - pág. 76

[Figura 35.](#) Distribución frecuencias acumuladas de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2003 y principales Canal de Isabel II - pág. 76

[Figura 36.](#) Distribución de frecuencias de viviendas unifamiliares monitorizadas en 2006 y viviendas principales Canal de Isabel II - pág. 77

[Figura 37.](#) Distribución frecuencia acumulada viviendas unifamiliares monitorizadas 2006 y viviendas principales Canal de Isabel II - pág. 77

[Figura 38.](#) Consumo medio por habitante en función de su tipología (2003) - pág. 79

[Figura 39.](#) Distribución relativa del consumo para cada trimestre de 2003 respecto al consumo total anual - pág. 79

[Figura 40.](#) Consumo promedio diario en función del mes incluyendo días de consumo nulo en la muestra de la primera fase del estudio (2003) - pág. 80

[Figura 41.](#) Distribución relativa según los meses para cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al consumo medio mensual - pág. 81

[Figura 42.](#) Consumo promedio diario en la primera fase en función del mes teniendo en cuenta sólo los días de consumo - pág. 81

[Figura 43.](#) Porcentaje de días de consumo nulo en la primera fase (2003) - pág. 82

[Figura 44.](#) Consumo promedio en función del mes teniendo en cuenta días de consumo nulo en la segunda fase - pág. 83

[Figura 45.](#) Consumo promedio en función del mes teniendo en cuenta sólo los días de consumo en la segunda fase - pág. 83

[Figura 46.](#) Distribución relativa según los meses para cada tipo de vivienda monitorizada en la segunda fase respecto al consumo medio mensual - pág. 84

[Figura 47.](#) Porcentaje de días de consumo nulo en la segunda fase - pág. 85

[Figura 48.](#) Consumo promedio diario en función del día de la semana teniendo en cuenta días de consumo nulo en la primera fase del estudio (2003) - pág. 85

[Figura 49.](#) Distribución relativa según los días de la semana para cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al total semanal - pág. 86

[Figura 50.](#) Modulación horaria del consumo promedio según tipología de viviendas en la primera fase del estudio (2003) - pág. 87

[Figura 51.](#) Distribución relativa de las modulaciones horarias de cada tipo de vivienda monitorizada en 2003 respecto al total del consumo diario - pág. 87

[Figura 52.](#) Modulación horaria según día de la semana en la primera fase del estudio (2003) - pág. 88

[Figura 53.](#) Efecto de la estacionalidad en la modulación horaria del consumo en la primera fase del estudio - pág. 89

[Figura 54.](#) Modulación horaria según tipología de vivienda en la segunda fase del estudio (2006) - pág. 89

[Figura 55.](#) Distribución relativa de las modulaciones horarias de cada tipo de vivienda monitorizada en 2006 respecto al total del consumo diario - pág. 90

[Figura 56.](#) Comparación de la distribución relativa del promedio horario respecto al total diario para la primera y segunda fase del estudio para viviendas plurifamiliares - pág. 91

[Figura 57.](#) Comparación de la distribución relativa del promedio horario respecto al total diario para la primera y segunda fase del estudio para viviendas unifamiliares - pág. 91

[Figura 58.](#) Efecto de la estacionalidad en la modulación horaria del consumo en la segunda fase del estudio - pág. 92

[Figura 59.](#) Histograma de frecuencia de aparición de caudales instantáneos para la primera fase del estudio - pág. 93

[Figura 60.](#) Distribución de caudales punta instantáneos para la primera fase del estudio - pág. 93

[Figura 61.](#) Caudales punta instantáneos promedio en función de la hora para la primera fase del estudio - pág. 94

[Figura 62.](#) Caudales punta instantáneos promedio en función del mes para la primera fase del estudio - pág. 95

[Figura 63.](#) Caudales punta instantáneos en función del mes para la primera fase del estudio - pág. 95

[Figura 64.](#) Histograma de frecuencia de aparición de caudales instantáneos para la segunda fase del estudio - pág. 96

[Figura 65.](#) Distribución de caudales punta para la segunda fase del estudio - pág. 97

[Figura 66.](#) Caudales punta horarios para la segunda fase del estudio - pág. 97

[Figura 67.](#) Consumo anual según superficie de la vivienda y otras variables explicativas - pág. 100

[Figura 68.](#) Consumo por habitante y día según superficie de la vivienda y otras variables explicativas - pág. 101

[Figura 69.](#) Consumo anual en función de los electrodomésticos - pág. 101

[Figura 70.](#) Consumo por habitante y día en función de los electrodomésticos - pág. 102

[Figura 71.](#) Consumo en función de las reformas del hogar - pág. 103

[Figura 72.](#) Consumo anual en función de la ocupación - pág. 104

[Figura 73.](#) Consumo por habitante y día en función de la ocupación - pág. 105

[Figura 74.](#) Variación del consumo promedio con la ocupación para la segunda fase del estudio (2006) en l/ viv/día - pág. 106

[Figura 75.](#) Variación del consumo promedio con la ocupación para la segunda fase del estudio (2006) en l/ hab/día - pág. 107

[Figura 76.](#) Consumo anual en función del tiempo de residencia en la vivienda - pág. 108

[Figura 77.](#) Consumo por habitante y día en función del tiempo de residencia en la vivienda - pág. 108

[Figura 78.](#) Efecto de la temperatura en el consumo de agua (interior y exterior) en la primera fase del estudio - pág. 109

[Figura 79.](#) Efecto de la temperatura en el consumo de agua (sólo interior) en la primera fase del estudio - pág. 110

[Figura 80.](#) Efecto de las precipitaciones diarias en el consumo en viviendas con exterior en la primera fase del estudio - pág. 110

[Figura 81.](#) Efecto de la temperatura en el consumo de viviendas plurifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio - pág. 111

[Figura 82.](#) Efecto de la temperatura en el consumo de viviendas unifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio - pág. 111

[Figura 83.](#) Efecto de la precipitación diaria en viviendas plurifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio - pág. 112

[Figura 84.](#) Efecto de la precipitación diaria en viviendas unifamiliares correspondientes a la segunda fase del estudio - pág. 113

[Figura 85.](#) Variación del consumo anual por vivienda según el número de inodoros y la ocupación - pág. 114

[Figura 86.](#) Variación del consumo por habitante y día según el número de inodoros y la ocupación - pág. 115

[Figura 87.](#) Distribución de usos finales en viviendas plurifamiliares - pág. 116

[Figura 88.](#) Distribución de usos finales en viviendas unifamiliares - pág. 116

[Figura 89.](#) Distribución de usos finales de interior en viviendas unifamiliares - pág. 117

[Figura 90.](#) Histograma de frecuencia de volumen en cisternas - pág. 119

[Figura 91.](#) Volumen diario de consumo en cisternas según ocupación - pág. 120

[Figura 92.](#) Volumen per cápita de consumo en cisternas según ocupación - pág. 121

[Figura 93.](#) Modulación horaria del consumo en cisternas - pág. 122

[Figura 94.](#) Histograma de frecuencia de caudales en duchas en muestra 2003 - pág. 123

[Figura 95.](#) Volumen diario de consumo en duchas según ocupación en la muestra de 2003 - pág. 124

[Figura 96.](#) Volumen per cápita de consumo en duchas según ocupación en la muestra de 2003 - pág. 125

[Figura 97.](#) Modulación horaria del consumo en duchas en la muestra 2003 - pág. 126

[Figura 98.](#) Variación mensual del consumo en duchas en muestra 2003 - pág. 126

[Figura 99.](#) Influencia de la temperatura media en el consumo en duchas en muestra de 2003 - pág. 127

[Figura 100.](#) Histograma de frecuencia de caudales en grifos en la muestra de 2003 - pág. 128

[Figura 101.](#) Volumen diario de consumo en grifos por vivienda según ocupación en muestra de 2003 - pág. 129

[Figura 102.](#) Volumen per cápita consumido en grifos por vivienda según ocupación en muestra de 2003 - pág. 129

[Figura 103.](#) Histograma de duración de duchas en la muestra de 2003 - pág. 130

[Figura 104.](#) Modulación horaria del consumo en grifos - pág. 131

[Figura 105.](#) Tasa de penetración del lavavajillas en función de la finca en muestra de 2003. - pág. 133

[Figura 106.](#) Tasa de penetración del lavavajillas en función del nivel de renta (según las encuestas previas de 2003) - pág. 134

[Figura 107.](#) Tasa de penetración del lavavajillas en función de la ocupación (según las encuestas previas de 2003) - pág. 134

[Figura 108.](#) Frecuencia de uso del lavavajillas en función de la finca en la muestra de 2003 - pág. 135

[Figura 109.](#) Frecuencias de uso del lavavajillas para distintas composiciones del hogar - pág. 136

[Figura 110.](#) Modulación horaria del uso del lavavajillas - pág. 137

[Figura 111.](#) Histograma de frecuencia del volumen de lavado en lavavajillas en la muestra de 2003 - pág. 138

[Figura 112.](#) Histograma de frecuencia del tiempo de lavado en lavavajillas en la muestra de 2003 - pág. 138

[Figura 113.](#) Histograma de frecuencia del caudal de lavado en lavavajillas en la muestra de 2003 - pág. 139

[Figura 114.](#) Tasa de penetración de la lavadora en función de la finca - pág. 141

[Figura 115.](#) Tasa de penetración de la lavadora en función del nivel de renta (según las encuestas previas de 2003) - pág. 142

[Figura 116.](#) Tasa de penetración de la lavadora en función de la ocupación (según las encuestas previas de 2003) - pág. 142

[Figura 117.](#) Frecuencia de uso de la lavadora en función de la finca - pág. 143

[Figura 118.](#) Frecuencias de uso de la lavadora para distintas composiciones del hogar - pág. 144

[Figura 119.](#) Modulación horaria del uso de la lavadora - pág. 145

[Figura 120.](#) Histograma de frecuencia del volumen de lavado en lavadora en la muestra de 2003 - pág. 146

[Figura 121.](#) Histograma de frecuencia del tiempo de lavado en lavadora en la muestra de 2003 - pág. 146

[Figura 122.](#) Histograma de frecuencia del caudal de lavado en lavadora en la muestra de 2003 - pág. 147

[Figura 123.](#) Histograma de frecuencia de caudales en usos de exterior en la muestra de 2003 - pág. 148

[Figura 124.](#) Modulación horaria de los usos de exterior en la muestra de 2003 - pág. 150

[Figura 125.](#) Variación mensual del consumo exterior y de la temperatura mensual media de máximos diarios en la primera fase del estudio (2003) - pág. 151

[Figura 126.](#) Variación mensual del consumo de exterior en la segunda fase del estudio (2006) - pág. 151

[Figura 127.](#) Variación de la temperatura media mensual de las máximas diarias de 2003 y 2006 - pág. 152

[Figura 128.](#) Consumo medio diario según superficie de jardín y tipo de riego en la primera fase del estudio (2003) - pág. 153

[Figura 129.](#) Consumo medio diario según superficie de jardín y tipo de riego en la segunda fase del estudio (2006) - pág. 153

[Figura 130.](#) Histograma de frecuencia de caudales en fugas - pág. 155

[Figura 131.](#) Modulación horaria de la aparición de fugas - pág. 156

[Figura 132.](#) Consumos nocturnos según tipología de vivienda en la muestra 2003 - pág. 157

[Figura 133.](#) Variaciones estacionales en el consumo nocturno en la muestra 2003 - pág. 157

[Figura 134.](#) Distribución de usos nocturnos según el tipo de vivienda - pág. 158

[Figura 135.](#) Distribución de usos nocturnos en unifamiliares con sólo uso de interior - pág. 159

[Figura 136.](#) Distribución de usos de interior del estudio REUW (1999) - pág. 168

[Figura 137.](#) Distribución de usos finales en el estudio DWUS - pág. 170

[Figura 138.](#) Distribución de usos interiores estimada en California (2000) - pág. 171

9

Índice de tablas

- [Tabla 1.](#) Distribución de viviendas encuestadas - pág. 35
- [Tabla 2.](#) Distribución de la muestra respecto a los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (1996) - pág. 36
- [Tabla 3.](#) Características de las fincas monitorizadas en la primera fase de la monitorización - pág. 39
- [Tabla 4.](#) Distribución de la muestra de encuesta y primera fase de monitorización - pág. 40
- [Tabla 5.](#) Distribución de las viviendas de la muestra de 2006 entre los municipios de la Comunidad de Madrid - pág. 44
- [Tabla 6.](#) Distribución de la muestra en la segunda fase de monitorización, según resultados de las encuestas - pág. 45
- [Tabla 7.](#) Meses de monitorización de cada finca y número de días monitorizados - pág. 51
- [Tabla 8.](#) Comparativa de la ocupación media de las dos muestras con la encuesta y con datos de la Comunidad de Madrid - pág. 58
- [Tabla 9.](#) Porcentaje de días sin consumo en las viviendas para las dos muestras - pág. 61
- [Tabla 10.](#) Dotaciones globales promedio de las dos muestras monitorizadas, de la encuesta y globales de la Comunidad de Madrid - pág. 63
- [Tabla 11.](#) Muestra monitorizada en la primera fase del estudio (2003) - pág. 98
- [Tabla 12.](#) Muestra monitorizada en la segunda fase del estudio (2006) - pág. 98
- [Tabla 13.](#) Influencia de la presencia de jardín en el consumo - pág. 102
- [Tabla 14.](#) Influencia de la composición del hogar en el consumo - pág. 105
- [Tabla 15.](#) Consumos diarios (por habitante y por vivienda) según uso final para la muestra monitorizada en 2003 - pág. 118
- [Tabla 16.](#) Frecuencia de uso de cisternas de inodoro y valores medios - pág. 119
- [Tabla 17.](#) Consumos en cisternas - pág. 120
- [Tabla 18.](#) Frecuencia de uso y valores medios para duchas según la muestra de 2003 - pág. 123
- [Tabla 19.](#) Consumo en duchas en la muestra 2003 - pág. 124
- [Tabla 20.](#) Consumo en grifos en muestra 2003 - pág. 128
- [Tabla 21.](#) Consumo en lavavajillas en la muestra 2003 - pág. 132
- [Tabla 22.](#) Tasa de penetración y frecuencia de uso del lavavajillas en muestra de 2003 - pág. 132
- [Tabla 23.](#) Tipos de composiciones familiares en la muestra 2003 - pág. 135
- [Tabla 24.](#) Consumos en lavadoras en la muestra 2003 - pág. 140
- [Tabla 25.](#) Tasa de penetración y frecuencia de uso de la lavadora en muestra 2003 - pág. 140
- [Tabla 26.](#) Tipos de composiciones familiares en la muestra - pág. 143
- [Tabla 27.](#) Consumo en uso de exterior en viviendas monitorizadas en la primera y segunda fase del estudio - pág. 149
- [Tabla 28.](#) Fugas - pág. 155
- [Tabla 29.](#) Resumen de distribución de usos finales según muestra de 2003 - pág. 165

10

Bibliografía

- Alegre, H.; Melo Baptista, J.; Cabrera Jr. E.; Cubillo, F.; Duarte, P.; Hirner, W.; Merkel, W. y Parena, R., *Performance indicators for water supply services*, International Water Association Publishing, 2006.
- Cordell, D. J.; Robinson, J. E. y Loh, M.T.Y., *Collecting residential end use data from primary sources: Do's and Dont's*, Efficient 2003, Tenerife, 2003.
- Cubillo González, F.; Ibáñez Carranza, J. C. y Fernández Delgado, F. J., *Estudio de la demanda de agua para uso urbano en la Comunidad de Madrid*, Fundación Canal de Isabel II, 2001.
- DeOreo, W. B.; Heaney, J. P. y Mayer, P. W., *Flow trace analysis to assess water use*, Journal American Water Works Association, vol. 88, 1996, págs. 79-90.
- Gleick, P. H., *The World's Water 2004-2005: The biennial report on freshwater resources*, Island Press, 2004.
- Grupo de Análisis Económico del Ministerio de Medio Ambiente, Informe *El agua en la economía española: situación y perspectivas*.
- Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, *Estadística de Población de la Comunidad de Madrid 1996*, tomo 3, Hogares, familias y núcleos: características demográficas básicas y características socioeconómicas.
- Instituto Nacional de Estadística, *Indicadores sobre el agua. Serie 1996-2004*.
- Kowalski, M.; Marshallsay, D., *Using measured microcomponent data to model the impact of water conservation strategies on the diurnal consumption profile*, Efficient 2005, Santiago de Chile, 2003.
- Loh, M. y Coghlan, P. *Domestic water use study in Perth, Western Australia 1998-2001*, Water Corporation, Australia, 2003.
- Mayer, P. W.; DeOreo, W. B.; Opitz, E. M.; Kiefer, J. C.; Davis, W. Y.; Dziegielewski, B. y Nelson, J. O., *Residential end uses of water*, American Water Works Association Research Foundation, 1999.
- Turner, A.; Campbell, S. y White, S., *End use modelling and water efficiency programs for arid zones. The Alice Springs Experience*, Efficient 2003, Tenerife, 2003.
- Vickers, A. *Handbook of water use and conservation*, Waterflow Press, 2001.
- Yurina, O.; Masahiro, O.; Toshiya, A. y Osamu, S., *Residential water demand analysis by household activities*, Efficient 2003, Tenerife, 2003.

CUESTIONARIO CONSUMO DE AGUA

BUENOS DÍAS/TARDES. ACTUALMENTE ESTAMOS REALIZANDO UN ESTUDIO PARA CANAL DE ISABEL II SOBRE COMPROBACIÓN DE LOS PATRONES DE CONSUMO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE MADRID. SUS RESPUESTAS SE TRATARÁN CON ABSOLUTA CONFIDENCIALIDAD SEGÚN LA LEY DEL SECRETO ESTADÍSTICO Y SÓLO SE ANALIZARÁN DE FORMA AGREGADA.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

BLOQUE: EQUIPAMIENTO

1. ¿Podría usted decirme de qué tipo es su vivienda, de los que le menciono a continuación?

Chalet/casa individual con parcela propia	1	
Chalet/casa individual con parcela común	2	
Chalet adosado/pareado con parcela propia	3	
Chalet adosado/pareado con parcela común	4	
Chalet/casa sin parcela	5	<input type="checkbox"/>
Piso en bloque de viviendas	6	
Dúplex en bloque de viviendas	7	
Apartamento/estudio en bloque de viviendas	8	
NS/NC	0	

2. Y, ¿cuál es la antigüedad de su vivienda?

3. Y, ¿cuánto tiempo llevan viviendo en esta casa?

	P2	P3	
	Antigüedad	Llevan viviendo	
Menos de un año	1	1	
De 1 a 5 años	2	2	
De 5 a 10 años	3	3	<input type="checkbox"/>
De 10 a 15 años	4	4	
De 15 a 20 años	5	5	<input type="checkbox"/>
De 20 a 30 años	6	6	
Más de 30 años	7	7	
NS/NC	0	0	

4. Esta vivienda, ¿la tiene en propiedad o es alquilada?

Propiedad 1 Alquilada 2 NS/NC 0

5. Y esta vivienda donde usted reside, ¿es principal, es decir, reside durante más de 9 meses al año o es secundaria?

Propiedad 1 Alquilada 2 NS/NC 0

6. ¿Aproximadamente, cuál es la superficie útil total de su vivienda en metros cuadrados?

_____ m²

7. ¿Y la superficie construida? Incluye tabiques y zonas comunes del edificio (ascensores y rellanos de escalera). Si no sabe los metros exactos, pase al P. 8.

_____ m²

8.

SÓLO A LOS QUE NO CONTESTEN UNA CANTIDAD CONCRETA EN P.4		
Dígame en qué intervalo, en cuanto a metros cuadrados, se encontraría su vivienda tanto para metros cuadrados útiles como construidos		
	Útil	Construido
Menos de 50 m ²	01	01
De 51 a 70 m ²	02	02
De 71 a 90 m ²	03	03
De 91 a 110 m ²	04	04
De 111 a 125 m ²	05	05
De 126 a 150 m ²	06	06
De 151 a 175 m ²	07	07
De 176 a 200 m ²	08	08
De 201 a 250 m ²	09	09
Más de 250 m ²	10	10
NS/NC	00	00

9. ¿Cuántas habitaciones tiene su vivienda, incluyendo dormitorios y salones? (incluir cocinas y baños).

_____ habitaciones

10. ¿Podría decirme cuántos cuartos de baño tiene su vivienda?

_____ cuartos de baño

11. Y ¿cuántos aseos? (aquellos que no disponen de ducha o baño).

_____ aseos

12. Y ¿cuántos lavabos y fregaderos hay en total en su vivienda? (el lavabo con 2 senos y 2 grifos = 2 lavabos; un fregadero con 2 senos y un grifo = 1 fregadero).

_____ lavabos/fregaderos

13. Y de estos lavabos/fregaderos, ¿cuántos tienen grifería?

Monomando _____ lavabos/fregaderos
 No monomando _____ lavabos/fregaderos
 NS/NC 0

14. Y ¿cuántos inodoros hay en su vivienda?

_____ inodoros

15. Las cisternas de sus inodoros, ¿tienen algún dispositivo economizador de agua?

Sí 1 No 2 NS/NC 0
 (Pasar a P.16)

SÓLO A LOS QUE NO CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.15	
16. ¿Qué sistemas o dispositivos economizadores de agua tiene instalado en sus cisternas?	
Bote, ladrillo o bolsa dentro de la cisterna	1

Dispositivo de doble descarga	2	<input type="text"/>
Otros (especificar)	3	
NS/NC	4	

17. ¿Cuál es el número de bañeras que hay en su vivienda? (incluye polivan).

_____ bañeras

18. ¿Y cuántas duchas? (no incorporadas en la bañera).

_____ duchas

19. Del total de duchas/bañeras que hay en su vivienda, ¿cuántas tienen grifería?

Monomando _____ Duchas/bañeras
 No monomando _____ Duchas/bañeras
 NS/NC 0

20. ¿Tiene alguna de estas bañeras o duchas hidromasaje?

Sí _____ 1 ¿Cuántas? _____
 No _____ 2
 NS/NC _____ 0

21. De los siguientes electrodomésticos que le menciono a continuación, dígame por favor si los tiene en su hogar, y si éstos disponen de programas de ahorro de agua.

	TIENE			PROGRAMA DE AHORRO		
	SI	NO	NS/NC	SI	NO	NS/NC
Lavadora	1	2	3	1	2	3
Lavavajillas	1	2	3	1	2	3
Aire acondicionado por agua	1	2	3	1	2	3

<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

22. ¿Cómo es la instalación de agua caliente en su vivienda?

Agua caliente central del edificio _____ 1 _____

Agua caliente individual	2	<input type="checkbox"/>
NS/NC	0	

23. ¿Tiene su vivienda: terraza, balcones, azotea o patio?

Sí	1	Pasar a P.24	<input type="checkbox"/>
No	2	Pasar a P.27	
NS/NC	0	Pasar a P.27	

SÓLO A LOS QUE CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.23			
24. ¿Tiene plantas/flores en la terraza, balcones, azotea o patio?			
Si	1	Menos de 10	1
		De 10 a 20	2
		De 20 a 40	3
		Más de 40	4
No	2	Pasar a P.27	
NS/NC	0	Pasar a P.27	
25. ¿Qué sistema de riego utiliza para su terraza, balcones, azotea o patio?			
Riego por goteo	1	<input type="checkbox"/>	
Riego manual	2	<input type="checkbox"/>	
NS/NC	0		
26. ¿Cada cuánto tiempo utiliza el sistema de riego, o riega usted personalmente la terraza, azotea o patio?			
Todos los días	1	<input type="checkbox"/>	
2 ó 3 veces por semana	2		
Una vez a la semana	3	<input type="checkbox"/>	
Con menor frecuencia	4		
NS/NC	0		

27. ¿Tiene usted jardín propio/parcela, es decir, no comunitario en su vivienda?

Sí	1	Pasar a P.28	<input type="checkbox"/>
No	2	Pasar a P.38	
NS/NC	0	Pasar a P.38	

SÓLO A LOS QUE CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.27			
28. ¿Tiene césped o jardín su parcela?			
Sí	1	No	2
		NS/NC	0
29. ¿Y de qué está compuesto su jardín?			
Tiene césped, plantas, flores y árboles	1	<input type="checkbox"/>	
Tiene sólo plantas, flores y árboles	2		
Tiene sólo césped	3	<input type="checkbox"/>	
No tiene nada	4		
NS/NC	0		
30. Aproximadamente, ¿cuántos metros cuadrados tiene su jardín?			
		_____ m ²	<input type="checkbox"/>
Si no sabe los metros exactos, señale uno de los siguientes intervalos:			
Menos de 25 m ²	1	<input type="checkbox"/>	
De 25 a 50 m ²	2		
De 50 a 75 m ²	3		
De 75 a 100 m ²	4	<input type="checkbox"/>	
De 100 a 200 m ²	5		
De 200 a 500 m ²	6		
Más de 500 m ²	7		
NS/NC	0		
Si no conoce los metros cuadrados exactos o alguno de los intervalos propuestos,			
31. ¿sabría decirme al menos las dimensiones de su jardín?			
		_____m x _____m	<input type="checkbox"/>
32. Y ¿dispone su jardín de toma de agua independiente con contador individual?			
Sí	1	No	2
		NS/NC	0
33. ¿Qué sistema de riego dispone o utiliza para su jardín/parcela?			
Riego por aspersores	1	<input type="checkbox"/>	
Riego por goteo	2		
Riego manual (manguera)	3	<input type="checkbox"/>	
NS/NC	0		

34. ¿Ha tenido antes otro sistema de riego?		
Sí	1	Pasar a P.35
No	2	Pasar a P.37
NS/NC	0	Pasar a P.37

SÓLO A LOS QUE CONTESTAN DÍGITO 1: "SI" EN P.34

35. ¿Cuánto tiempo hace que lo cambió por el actual?						
Menos de 1 año	1	De 2 a 5 años	2	De 5 a 10 años	3	Más de 10 años
					4	NS/NC
						0

36. Y, ¿qué tipo de riego tenía antes en su jardín?		
Riego por aspersores	1	
Riego por goteo	2	
Riego manual (manguera)	3	
NS/NC	0	

37. Y durante el periodo que riega usted su jardín, ¿cada cuánto tiempo utiliza el sistema de riego o lo riega usted personalmente?		
Todos los días	1	
2 ó 3 veces por semana	2	
Una vez a la semana	3	
Menos de una vez a la semana	4	
NS/NC	0	

38. ¿Tiene usted piscina individual en su vivienda? (incluye piscinas hinchables).		
Sí	1	Pasar a P.39
No	2	Pasar a P.45
NS/NC	0	Pasar a P.45

SÓLO A LOS QUE CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.38	
39. ¿Cuál es la capacidad de su piscina en metros cúbicos?	_____ m³

NS/NC	0
-------	---

40. Entre los intervalos que le muestro a continuación, en relación a la capacidad de su piscina, ¿en cuál de ellos se encontraría la suya?

Hasta 25 m³	1
De 25 m³ a 50 m³	2
De 50 m³ a 75 m³	3
De 75 m³ a 100 m³	4
De 100 m³ a 200 m³	5
Más de 200 m³	6
NS/NC	0

Si no conoce la capacidad exacta de su piscina o alguno de los intervalos propuestos,

41. ¿Sabría decirme al menos las dimensiones que tiene su piscina?
_____ m x _____ m x _____ m

NS/NC	0
-------	---

42. ¿Tiene su piscina sistema de depuración?
Sí 1 No 2 NS/NC 0

43. ¿Dispone usted de duchas individuales en su piscina?
Sí 1 ¿Cuántas? _____
No 2
NS/NC 0

44. ¿Desde hace cuántos años tienen ustedes la piscina?
Desde que estaba en la vivienda/ya estaba _____ años
1
2
NS/NC 0

BLOQUE: HÁBITOS DE CONSUMO

UTILIZACIÓN DE ELECTRODOMÉSTICOS

(Entrevistador, para rellenar este apartado, hay que preguntar por la persona que se ocupa de la utilización de los electrodomésticos, en concreto la lavadora y el lavavajillas).

45. ¿Cuántas lavadoras se ponen en su vivienda?

46. ¿Y cuántos lavavajillas? (si dispone de este electrodoméstico).

	Lavadora	Lavavajillas	
Dos o más al día	1	1	
Una al día	2	2	
5 veces a la semana	3	3	<input type="text"/>
2 ó 3 veces a la semana	4	4	
1 vez a la semana	5	5	<input type="text"/>
Con menos frecuencia	6	6	
NS/NC	0	0	

BLOQUE: REFORMAS EN EL HOGAR

47. ¿De las siguientes reformas que pueden realizarse en el hogar, dígame ¿cuáles ha realizado usted en su vivienda en los últimos 10 años?

48. ¿Y cuántos años en concreto hace que realizó usted estas reformas?

	REALIZÓ LA REFORMA			Nº DE AÑOS							
	SI	NO	NS/NC	1	2	3	4	5	+5	NS/NC	
Cambio de grifería general/parti	1	2	3	1	2	3	4	5	6	0	<input type="text"/>
Cambio/reparación de tuberías	1	2	3	1	2	3	4	5	6	0	<input type="text"/>
Instalación de nuevas cisternas	1	2	3	1	2	3	4	5	6	0	<input type="text"/>

BLOQUE: OCUPACIÓN FAMILIAR DE LA VIVIENDA

49. Anote, por favor, las características de todos los miembros que habitan en su vivienda.

Nº DE ORDEN	EDAD	SEXO	ROL FAMILIAR (1)	SITUACIÓN EN LA OCUPACIÓN (2)	NIVEL DE ESTUDIOS TERMINADOS (3)	Nº DE VECES QUE SE DUCHA A LA SEMANA HABITUALMENTE	Nº DE VECES QUE SE BAÑA A LA SEMANA HABITUALMENTE
1							
2							
3							

4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

(1) ROL FAMILIAR	(2) SITUAC. OCUPACIÓN	(3) NIVEL DE ESTUDIOS TERMINADOS	SEXO
Cabeza de familia	1 Trabajando	1 Estudios primarios incompletos o de menos nivel	1 Hombre 1
Cónyuge	2 Parado	2 Estudios primarios completos (certificado de escolaridad)	2 Mujer 2
Hijos/as	3 Estudiante	3 EGB, Bachiller elemental, FP1 o equivalente y FP2 o equivalente	3
Abuelos/as	4 Ama de casa	4 BUP, COU, Bachiller superior	4
Otros	5 Jubilado o incapacitado	5 Estudios universitarios y postgrado	5

BLOQUE: ACTITUD HACIA EL CONSUMO

50. ¿Están ustedes en su familia concienciados con la necesidad de moderar el consumo de agua?

Muy concienciados	1	
Moderadamente concienciados	2	
Poco concienciados	3	<input type="text"/>
Nada concienciados	4	
NS/NC	0	

51. De las siguientes acciones o medidas que reducen el consumo de agua de su hogar, dígame ¿cuáles de ellas suelen vds. realizar?

	SI	NO	NS/NC	
Cerrar bien los grifos y comprobar de forma habitual que lo siguen estando cuando no se usan	1	2	0	<input type="text"/>
Estar utilizando actualmente dispositivos ahorradores (aireadores, cabezales de ducha) instalados por cuenta propia	1	2	0	<input type="text"/>
Cerrar los grifos durante el lavado de dientes o afeitado	1	2	0	<input type="text"/>
Ligero conocimiento sobre la diferencia de consumo propio entre invierno y verano	1	2	0	<input type="text"/>

NS/NC 1 | 2 | 0

52. Y, ¿sabría usted decirme cuánto paga de agua cada 2 meses o al trimestre?

_____ euros/cada 2 meses
 _____ euros/cada 3 meses

BLOQUE: ACTITUD HACIA EL CONSUMO

53. Valore de 1 a 10 la importancia atribuida a cada uno de los siguientes motivos por los que usted podría cambiar de proveedor de agua, luz o gas.

(Utilice una escala de 1 a 10, siendo 1 un motivo nada importante y 10 muy importante).

	VALORACIÓN											
Precio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NS/NC	<input type="text"/>
Mejor servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NS/NC	<input type="text"/>
Facilidades de cambio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NS/NC	<input type="text"/>
Medios de pago adaptables a mi conveniencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NS/NC	<input type="text"/>
Confianza en otra empresa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NS/NC	<input type="text"/>
Programas de bonificación (puntos, cupón.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NS/NC	<input type="text"/>

54. ¿Qué le parecería a usted contar con todos los servicios (agua, luz, gas) ofrecidos de forma conjunta, es decir, tener una única empresa suministradora?

Muy importante	1	Poco importante	4
Importante	2	Nada importante	5
Relativamente importante	3	NS/NC	0

55. Valore, por favor, el servicio ofrecido por su suministrador de luz, agua y gas, en cuanto a... (utilice una escala de 1 a 10 siendo 1 totalmente insatisfecho y 10 totalmente satisfecho).

PRODUCTOS	VALORACIÓN			
	Agua	Luz	Gas	
Claridad/detalle de la factura				<input type="text"/>
Precio de los consumos				<input type="text"/>
Amabilidad, trato y eficacia en la atención personalizada				<input type="text"/>

Amabilidad, trato y eficacia en la atención telefónica

Eficacia/tiempo en la reparación de averías

Valoración global del servicio

	Agua	Luz	Gas

BLOQUE: CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA FAMILIAR

56. Pensando en los últimos 10 años, ¿ha nacido o ha venido a vivir alguien nuevo a este domicilio?

Sí	1	Pasar a P.57	
No	2	Pasar a P.58	<input type="text"/>
NS/NC	0	Pasar a P.58	

SÓLO A LOS QUE CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.56

57. ¿En cuántas personas ha aumentado?
 _____ personas

NS/NC 0

58. ¿Qué edad/es tiene/n esa/s persona/s y cuántos años hace que se incorporó al domicilio?
Hace cuántos años que se incorporó

1º _____

2º _____

3º _____

4º _____

5º _____

59. Pensando de nuevo en los últimos 10 años ¿ha fallecido o ha abandonado alguien este domicilio?

Sí	1	Pasar a P.61	
No	2	Pasar a P.62	<input type="text"/>
NS/NC	0	Pasar a P.62	

SÓLO A LOS QUE CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.59

60. ¿En cuántas personas ha disminuido?
 _____ personas

NS/NC 0

61. ¿Qué edad/es tenía/n esa/s persona/s y cuántos años hace que fallecieron o abandonaron el domicilio?

Hace cuántos años

1º	_____	_____
2º	_____	_____
3º	_____	_____
4º	_____	_____
5º	_____	_____

62. Para ir finalizando, ¿podría decirme si tiene usted una segunda vivienda dentro de la Comunidad Autónoma de Madrid?

Sí	1	Pasar a P.63
No	2	Pasar a P.64
NS/NC	0	Pasar a P.64

SÓLO A LOS QUE CONTESTEN DÍGITO 1: "SI" EN P.62	
63. Y esta vivienda, ¿es en propiedad o en alquiler?	
Propiedad	1
Alquiler	2
NS/NC	0

64. Sabiendo que los ingresos familiares están alrededor de 900 euros netos mensuales ¿los ingresos familiares netos de su hogar son...?

Muy superiores (más del doble)	1
Superiores	2
Alrededor de esa cifra	3
Inferiores	4
Bastante inferiores (menos de la mitad)	5

(Entrevistador, si no contesta a los ingresos, hay que codificar el aspecto/valor de la vivienda)

Valoración muy alta/muy cara	1
------------------------------	---

Valoración alta/cara	2
Valoración media/precio medio	3
Valoración baja/barata	4
Valoración muy baja/muy barata	5

65. Por último, ¿estaría usted dispuesto a que le instalaran un contador individual de última tecnología gratuitamente que registre su consumo con mayor precisión?

Sí 1 No 2 NS/NC 0

66. ¿En qué piso vive usted dentro del edificio?

67. Y, ¿en qué puerta o número?

NOMBRE DEL ENTREVISTADO	_____
CALLE	_____ N° ____ TFNO. _____
MUNICIPIO	_____ DISTRITO _____
NOMBRE DEL ENTREVISTADOR	_____
Nº DE ABONADO	_____

Canal de  Isabel II

www.cyii.es

Canal de Isabel II
Santa Engracia, 125. 28003 Madrid