

# CONSUMO DE AGUA Y ENERGÍA EN UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

Encuesta 2013 | 2020

Grupo de Trabajo  
en Mejoras Ambientales  
en Edificios Universitarios



crue

Universidades  
Españolas

Sostenibilidad

Copyright © 2022 Grupo de Trabajo en Mejoras Ambientales en Edificios Universitarios. Sectorial CRUE-Sostenibilidad. <https://www.crue.org/comision-sectorial/sostenibilidad/>

Este documento ha sido aprobado por el Pleno de Crue-Sostenibilidad celebrado el 21 de octubre de 2022 en la Universidad de Granada. Crue–Sostenibilidad Comisión Sectorial de Crue Universidades Españolas constituida en 2009 y presidida actualmente por el rector de la Universidad de Burgos, D. Manuel Pérez Mateos. El objetivo de la Comisión Sectorial es intercambiar las experiencias de las universidades españolas en materia de sostenibilidad, salud, prevención de riesgos laborales y políticas de género e igualdad, así como coordinar y fomentar buenas prácticas y la cooperación en estos ámbitos.

Cómo citar este informe:

CRUE-SOSTENIBILIDAD (2022) *Consumo de agua y energía en universidades españolas. Encuesta 2013-2020*. Grupo de Trabajo en Mejoras Ambientales en Edificios Universitarios de CRUE-Sostenibilidad.

Portada. Edurne Elizalde Mendiburu. Universidad de Cantabria Fotografías. Wikimedia Commons. Índice general: Zarateman (Own work) [CC0]; Fotografía glosario: Ajzh2074 (Own work) [CC BY-SA 3.0]; Fotografía prólogo: Diego Delso [CC BY-SA 4.0]; Fotografía aspecto 1: Jorge Franganillo [CC BY 3.0]; Fotografía aspecto 3: Benjamín Núñez González (Own work) [CC BY-SA 4.0]; Fotografía aspecto 4: DraXus [CC BY 2.0]; Fotografía aspecto 5: Josemarear [CC BY 3.0]; Fotografía aspecto 6: Rafael Jiménez [CC BY-SA 3.0]; Fotografía bibliografía: Rubén Ojeda [CC BY-SA 4.0]; Fotografía Índice Alfabético: oSiNaref [CC BY-SA 2.0] Está permitida la reproducción total o parcial de este documento bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Unported.



Primera impresión, Noviembre de 2022



# Índice general

<b>Prólogo</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Introducción</b> .....	<b>13</b>
1.1 Antecedentes	13
1.2 Objetivos	14
<b>2 Metodología</b> .....	<b>17</b>
2.1 Diseño de la encuesta	17
2.2 Población objetivo y participación	19
2.3 Herramientas	20
<b>3 Resultados de la encuesta</b> .....	<b>21</b>
3.1 Introducción	21
3.2 Datos para la normalización de resultados	22
3.3 Valoración del total de consumos	25
3.4 Representación normalizada de consumos	27
3.4.1 Consumo normalizado de energía eléctrica .....	27
3.4.2 Consumo normalizado de gas natural .....	28
3.4.3 Consumo normalizado de agua .....	28
3.4.4 Consumo de agua en zonas verdes .....	29
3.4.5 Consumo de biomasa .....	29
3.4.6 Cálculo y registro de la huella de carbono .....	29
3.5 Otros resultados de interés	29
<b>Bibliografía</b> .....	<b>45</b>

<b>Índice Alfabético</b> .....	<b>47</b>
--------------------------------	-----------



## Índice de figuras

3.1	Distribución geográfica de las universidades españolas (izquierda) y de las respuestas recibidas (derecha). . . . .	22
3.2	Relación estadística de superficies construidas, zonas verdes y número total de personas considerando todos los encuestados. . . . .	23
3.3	m <sup>2</sup> /persona para el periodo 2013-2020. . . . .	24
3.4	Promedio de personas por zona climática (izquierda) y relaciones estadísticas entre superficie y personas (derecha). Comparativa con los datos publicados por el IDAE en 2012. . . . .	25
3.5	Promedio del porcentaje de edificios según su uso. . . . .	25
3.6	Relación estadística y total del consumo anual de electricidad, gas natural, y agua de las universidades participantes. . . . .	26
3.7	Consumo anual promedio de electricidad, gas natural, y agua por zona climática. . . . .	27
3.8	Relación estadística, valores totales anuales y promedio por zona climática de la energía renovable producida. . . . .	28
3.9	Energía eléctrica anual consumida por persona. . . . .	31
3.10	Energía eléctrica anual consumida por unidad de superficie. . . . .	32
3.11	Promedio y desviación típica del consumo eléctrico total (superior) y por zona climática (inferior), normalizado por persona y superficie. . . . .	33
3.12	Gas natural anual consumido por persona. . . . .	34
3.13	Gas natural anual consumido por m <sup>2</sup> . . . . .	35
3.14	Valores estadísticos del consumo de gas natural total (superior) y por zona climática (inferior), normalizado por persona y superficie. . . . .	36
3.15	Consumo anual de agua por persona. . . . .	37
3.16	Consumo anual de agua por unidad de superficie. . . . .	38
3.17	Promedio y desviación típica del consumo de agua total (superior) y por zona climática (inferior), normalizado por persona y superficie. . . . .	39
3.18	Densidad superficial de consumo anual de agua en zonas verdes (m <sup>3</sup> de agua/m <sup>2</sup> de zona verde). . . . .	40
3.19	Consumo anual de agua en zonas verdes, promedio por zona climática, total de los encuestados y densidad de consumo por unidad de superficie (m <sup>3</sup> de agua/m <sup>2</sup> de zona verde). . . . .	41
3.20	Consumo de biomasa. Valores estadísticos y promedio por zona climática. . . . .	42
3.21	Información sobre el cálculo y registro de la huella de carbono. . . . .	42

3.22 Huella de carbono producida. Valores estadísticos, promedio por zona climática y valores totales. . . . . 43

3.23 Representación del número de horas diarias de apertura de edificios, el porcentaje de edificios en baja tensión y del número de puntos de suministro eléctrico de las universidades. . . . . 43

3.24 Información adicional sobre el perfil de las universidades encuestadas. . . . . 44



# Índice de tablas

2.1	Relación de preguntas. . . . .	17
2.2	Universidades participantes en la encuesta. . . . .	19
3.1	Relación de Universidades españolas, objeto de muestra, respuestas recibidas y porcentaje de respuestas según el total de cada zona climática. . . . .	21





# Glosario

**CRUE** Conferencia de Rectores de Universidades Españolas. 11

**CTE** Código Técnico de la Edificación. 14

**IDAE** Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía. 13, 17

**MAEU** Mejoras Ambientales en Edificios Universitarios. 11, 19

**PAS** Personal de Administración y Servicios. 17

**PDI** Personal Docente e Investigador. 17





## Prólogo

El presente documento resume los resultados de una encuesta desarrollada durante los últimos años por el grupo de trabajo de Mejoras Ambientales en Edificios Universitarios (MAEU) de la Comisión Sectorial CRUE – SOSTENIBILIDAD para definir un conjunto de indicadores básicos que permitan caracterizar, de forma cuantitativa, homogénea y normalizada, el consumo de energía y agua en las universidades españolas. Además de definir el conjunto de indicadores utilizado como referencia, se ha desarrollado una herramienta que permite automatizar la recogida y tratamiento de los datos proporcionados por las universidades. El objetivo de esta herramienta es facilitar, tanto la recogida, como el tratamiento anual de los datos. Es importante resaltar que el objetivo de este trabajo no es, en ningún caso, establecer un ranking competitivo entre universidades. Uno de los aspectos que caracterizan nuestro sistema universitario es su riqueza patrimonial. Es posible, por tanto, encontrar edificios cuya construcción data del siglo XV, y que conviven con otros de reciente construcción que están certificados para cumplir con los estándares más exigentes de sostenibilidad energética y ambiental. De igual forma, el ámbito geográfico en el que se localizan nuestras universidades barre un amplio abanico de regiones climáticas, que van desde la subtropical en el archipiélago Canario, hasta la Atlántica en el norte de la península. Como resultado de este esfuerzo colectivo, se proporcionan valores de referencia que pueden servir como indicadores para las universidades y, sobre todo, que incrementan la cultura de difusión de este tipo de información, como palanca para impulsar procesos de mejora de la eficiencia energética y el uso sostenible de la energía y el agua en nuestros campus. Desde el grupo de trabajo MAEU se continúa trabajando por el conocimiento, difusión e innovación de acciones en materia de mejoras ambientales en edificios universitarios. Por último, queremos agradecer la colaboración de las universidades que han contribuido a esta encuesta, y extendemos la invitación a participar a todas aquellas que no lo han hecho todavía.



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

La importancia del consumo de energía en las instituciones de educación superior en España se refleja en el hecho de que supone, en el caso de las universidades presenciales, una partida del gasto superior, en muchos casos, al 2% de su presupuesto anual. Este porcentaje puede variar atendiendo a múltiples criterios: ubicación física de los campus, edad media de los edificios, tipo de uso, etc. El informe sobre Seguimientos Energéticos Sectoriales publicado por el IDAE en 2012 [IDA12] resume la situación general del sistema universitario español entre los años 2007 y 2010 en relación a su consumo energético, tanto de energía eléctrica como térmica. Como resultados generales, las universidades españolas consumieron en 2010 casi 2 TWh, lo que representa en términos relativos, casi un 0,7% de la demanda total eléctrica nacional. En términos generales, el consumo eléctrico es habitualmente superior al consumo térmico. La demanda eléctrica presenta densidades de demanda por alumno básicamente iguales en todo el país, mientras que la térmica está fuertemente modulada por la necesidad de calefacción, que se acentúa en las universidades ubicadas en las zonas climáticas continental y atlántica. Desde el punto de vista de la implantación de sistemas de cogeneración, son pocas las universidades que cuentan con sistemas propios de generación. De forma complementaria, la generación basada en fuentes renovables tiene también un carácter testimonial. Analizando únicamente el impacto económico, el coste del consumo energético en una universidad de tamaño medio supone entre el 2 y el 3% de su presupuesto anual, que puede ser incluso superior en el caso de universidades que cuentan con edificios históricos y/o que se ubican en emplazamientos con condiciones ambientales más extremas. Desde un punto de vista regulatorio, en octubre de 2012 el Parlamento Europeo publicó la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética [Dir12], estableciendo de esta forma una hoja de ruta en forma de exigencia a todos los Estados miembros de la Unión Europea con el fin de mejorar sus edificios e instalaciones. En el punto (15) de dicha Directiva se cita explícitamente

*El volumen total de gasto público equivale al 19% del producto interior bruto de la Unión. Por este motivo, el sector público constituye un*

*motor importante para estimular la transformación del mercado hacia productos, edificios y servicios más eficientes, así como para provocar cambios de comportamiento en el consumo de energía por parte de los ciudadanos y las empresas. . .*

(Punto 15 de la Directiva 2012/27/UE)

De todo el gasto energético que realiza el sector público, las universidades lo focalizan casi completamente en sus edificios. La Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios [Dir10] establece que el 40 % de todo el consumo energético de la UE corresponde a edificios, con una previsión de aumento. Resulta necesario, por tanto, avanzar primero en su contención y, posteriormente, en su reducción. Dicha contención debe estar basada en tres pilares básicos: i) Compra de la energía; ii) Eficiencia energética y iii) Perfiles de demanda. El primer aspecto hace referencia a una mejora de la eficiencia económica en la compra de energía. Esta eficiencia puede lograrse mediante la compra agregada de energía y el cambio de modelos de contratos. A modo de ejemplo citar la reciente puesta en marcha de un consorcio en el grupo G9 de universidades para la compra conjunta de energía basada en un modelo *multiclick*. El segundo aspecto tiene un carácter fuertemente tecnológico y requiere generalmente inversiones importantes. La mejora de la eficiencia energética considera, entre otras, la mejora del aislamiento térmico de edificios mediante la actualización de carpinterías exteriores, sistemas de climatización, iluminación, etc. Todas estas medidas requieren inversiones en el entorno del 1 % del presupuesto anual de la universidad, cuyo retorno se estima en un periodo entre 4 y 8 años. Documentos como el CTE [RD306] constituyen referencias de cabecera para los técnicos que trabajan en la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones. Por último, el tercer aspecto está relacionado con políticas informativas y formativas de la comunidad universitaria para un uso más racional de la energía. Aspectos como apagar la iluminación y el equipamiento ofimático cuando no se utilizan y/o ajustar adecuadamente los niveles de consigna de la climatización pueden suponer un ahorro de hasta el 15 %. El control de la demanda puede plantearse también desde una perspectiva técnica supervisando las líneas de demanda base para reducir en lo posible los consumos de *standby* en los edificios de uso público. En este sentido, la aplicación de normas como la UNE 50001 [ISO11] persiguen mantener y mejorar los sistemas de gestión energética de las organizaciones utilizando sistemas de mejora continua de la eficiencia energética basados en enfoques sistemáticos. Debe tenerse en cuenta que las universidades, como espacios de aprendizaje, investigación y transferencia, deben jugar un papel especialmente relevante en la formación de una sociedad cada vez más sostenible. Otros documentos, como la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible [Ley11] proporcionan herramientas para el desarrollo de la economía sostenible. Se impulsan en esta ley aspectos como la certificación de los edificios públicos, la realización de auditorías energéticas, el impulso a la utilización de energías renovables en la edificación, la implantación de mejoras en forma de alumbrados más eficientes, el registro de la huella de carbono y la necesidad de lograr para 2030 una mejora de, al menos, el 32,5 % en la eficiencia energética global, así como conseguir que los nuevos edificios que se construyan a partir de esa fecha tengan niveles de emisión casi nulos. En el caso de los edificios públicos esta exigencia se pretende que pueda adelantarse.

## 1.2 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es disponer de indicadores cuantitativos actualizados relativos al consumo de energía y agua en las universidades españolas. Estos indicadores están relacionados con su ubicación geográfica y el tamaño (en términos de superficie y número

de personas de la comunidad universitaria) de las mismas, en base a un modelo de encuesta descriptivo.

En relación con el alcance temporal de los resultados, el periodo de recogida de datos se divide en dos franjas temporales. En primer lugar, se parte de la encuesta realizada previamente para el periodo 2013-2018, que se ha completado con nuevos datos de otras universidades participantes y se ha ampliado al periodo 2019-2020, permitiendo agrupar resultados y obtener una visión de conjunto de la tendencia de los mismos. Resaltar que, en la mayoría de las gráficas de este informe, se agrupan de forma conjunta los resultados de ambas encuestas para observar la tendencia anual seguida, pero indicando una separación entre los dos periodos, ya que la población objetivo de la encuesta es la misma, pero no el número de respuestas obtenidas.



## 2. Metodología

### 2.1 Diseño de la encuesta

El diseño de la encuesta parte de la estructura de parámetros utilizada en el informe sobre Seguimientos Energéticos Sectoriales publicado por el IDAE en 2012 [IDA12]. En la Tabla 2.1 se recoge la relación de preguntas incluidas en la encuesta, junto con su identificador y unidades asociadas.

Tabla 2.1: Relación de preguntas.

ID Pregunta	Descripción	Unidades
a[2013-2020]	Superficie total construida de edificios	m <sup>2</sup>
b[2013-2020]	Superficie total de zonas verdes	m <sup>2</sup>
c[2013-2020]	Número total de personas de la comunidad universitaria: alumnos, PAS, PDI, otros	personas
d	Horas de apertura de los edificios (valor medio estimado considerando todo el parque de edificios)	h
e1	Porcentaje de edificios con suministro en baja tensión	%
e2	Tipo de contratación	
e3	¿Se realiza algún control del factor de potencia de la instalación?	
e4	¿De cuántos puntos de suministro eléctrico dispone la universidad?	
e5	¿Se dispone de certificado que acredite que la energía suministrada a la universidad proviene 100% de energías renovables?	

Continúa en la página siguiente

Tabla 2.1 – continúa de la página anterior.

ID Pregunta	Descripción	Unidades
f	¿La universidad está dispuesta a compartir, para uso estadístico, curvas de carga en formato .csv, .txt o similar?	
g	Porcentaje de edificios según su uso: Docente, Investigador, Administrativo, Mixto/Otros	%
h	¿Se realizan auditorías energéticas o implantación de un sistema de gestión energética en los edificios?	
i	¿Se dispone de un sistema de gestión energética centralizado en más del 50 % de las instalaciones?	
j	¿Se realizan actuaciones para mejorar la calificación energética de los edificios?	
k[2018-2020]	Consumo total de agua	m <sup>3</sup>
l[2013-2020]	Consumo de agua en zonas verdes	m <sup>3</sup>
m	¿Existe algún sistema de reutilización de agua?	
n	¿Se realizan seguimientos de la composición de las aguas residuales procedentes de edificios con laboratorios que puedan generar vertidos con restos de residuos peligrosos? ¿Cómo se realizan esos seguimientos?	
o	¿Se dispone de algún sistema de recogida de aguas pluviales para su uso en riego de jardines?	
p	¿Se dispone de un sistema propio de depuración o de reducción de la carga contaminante de las aguas residuales producidas en el campus?	
q	¿Se dispone en los laboratorios de sistemas de recirculación de aguas para la reducción del consumo?	
q1	¿Se utiliza agua de la red municipal para el riego de jardines?	
r[2013-2020]	Indicar el consumo total de energía eléctrica en la universidad	kWh
s[2013-2020]	Indicar el consumo total de gas en la universidad	kWh
t[2013-2020]	Indicar el consumo total de biomasa en la universidad	tn
u[2013-2020]	¿Existe en el campus algún sistema de producción de energía basado en energías renovables?	kWh
v	¿Dispone de instalaciones de cogeneración?	
w[2013-2020]	Indicar la superficie total construida de edificios de consumo de energía nulo	m <sup>2</sup>
x[2013-2020]	Indicar la superficie total construida de edificios con una calificación energética A y B	m <sup>2</sup>
y[2013-2020]	Indicar la superficie de edificios con una calificación energética C o inferior	m <sup>2</sup>

Continúa en la página siguiente

Tabla 2.1 – continúa de la página anterior.

ID Pregunta	Descripción	Unidades
z	¿Se realiza cálculo de la huella de carbono?	
z1	¿Se registra la huella de carbono?	
z	¿Se realiza cálculo de la huella de carbono?	
aa	En caso afirmativo, ¿Qué herramienta se utiliza?	
bb[2013-2020]	En caso afirmativo, indicar las emisiones de CO2	tnCO <sub>2</sub> eq

## 2.2 Población objetivo y participación

Como se ha indicado en apartados anteriores, uno de los antecedentes de esta encuesta es el informe publicado por el IDAE en 2012 [IDA12], cuyo tamaño de muestra se correspondía a 26 universidades (el 36,1 % del total en el momento de la elaboración de ese informe). Con los datos obtenidos realizaban también una extrapolación de resultados para estimar el consumo y la composición del conjunto de universidades españolas.

En este caso podrían considerarse también como población objetivo final todas las universidades existentes actualmente, tanto las 50 públicas como las 36 privadas. Sin embargo, como punto de partida para definir la estructura y obtener unos resultados preliminares se ha optado por empezar por 44 universidades, que se corresponden principalmente con las que componen el Grupo de Trabajo MAEU, obteniéndose respuestas de un total de 27. Se puede relacionar la participación de cada una de ellas con los dos periodos de recopilación de datos ya definidos.

En el año 2019 se realizó una primera fase de recogida de datos, en la que se solicitaron datos relativos al periodo 2013-2018. En una segunda fase, completada durante el año 2021, se han solicitado datos de los años 2019 y 2020. En la Tabla 2.2 se recoge el listado de universidades participantes en la encuesta.

Tabla 2.2: Universidades participantes en la encuesta.

Universidad	2013-18	2019-20
Universidad Autónoma de Madrid	✓	
Universidad Carlos III de Madrid	✓	✓
Universidad Complutense de Madrid		✓
Universidad de Alicante		✓
Universidad de Burgos	✓	✓
Universidad de Cádiz	✓	
Universidad de Cantabria	✓	✓
Universidad de Córdoba	✓	✓
Universidad de Jaén	✓	
Universidad de La Laguna	✓	✓
Universidad de La Rioja	✓	✓
Universidad de Málaga	✓	✓
Universidad de Murcia	✓	✓

Continúa en la página siguiente

Tabla 2.2 – continúa de la página anterior

Universidad	2013-18	2019-20
Universidad de Oviedo	✓	✓
Universidad de Sevilla	✓	✓
Universidad de Valladolid	✓	✓
Universidad de Zaragoza	✓	✓
Universidad Nacional de Educación a Distancia	✓	✓
Universidad Politécnica de Cartagena	✓	✓
Universidad Politécnica de Madrid	✓	✓
Universidad Pública de Navarra	✓	✓
Universidad Rey Juan Carlos	✓	✓
Universidade Da Coruña	✓	✓
Universitat Autònoma de Barcelona	✓	✓
Universitat de Girona	✓	✓
Universitat de Vic. Universitat Central de Catalunya	✓	
Universitat Politècnica de Catalunya		✓
Universitat Politècnica de València	✓	✓

Ha sido necesario aplicar conversiones a algunos datos recibidos debido a cambios de unidades. En algunos casos no ha sido posible normalizar los resultados debido a la falta de datos puntuales o a posibles errores en los datos reportados. No obstante, el análisis general de los datos contemplados se considera muy positivo.

Los datos individualizados aportados por cada universidad son siempre considerados de forma anónima en lo que respecta a los resultados publicados, y sin la intención de realizar un análisis comparativo nominativo de las mismas. Únicamente se identifica cada universidad con su zona climática para poder valorar los datos globales de cada zona en el contexto geográfico de los mismos. Como se ha indicado en el prólogo del documento, en ningún caso se persigue establecer rankings.

## 2.3 Herramientas

El método de recogida de datos empleado se basa en la aplicación de software libre para la realización de encuestas en línea (LimeSurvey). Esta aplicación permite el desarrollo, publicación y recolección de respuestas en base a un sistema de plantillas web de fácil utilización. Se configuró un enlace único para cada universidad y periodo de encuesta, permitiendo la persistencia en la introducción de datos. Esta metodología permite que la información pueda ser introducida en diferentes momentos y por una o varias personas.

La configuración y gestión de la encuesta ha sido realizada por la Universidad de Cantabria, siguiendo las directrices acordadas en las sucesivas reuniones del Grupo de Trabajo MAEU.

Los datos obtenidos son exportados en formato .csv y procesados mediante código Python para realizar los cálculos y las representaciones gráficas contenidas en este documento. Esto permite una trazabilidad de los datos y metodología utilizadas, tanto para el análisis como para la localización de posibles errores. Así mismo, permite una actualización rápida de los resultados obtenidos al introducir nuevos valores.

Introducción

Datos para la normalización de resultados

Valoración del total de consumos

Representación normalizada de consumos

Otros resultados de interés

## 3. Resultados de la encuesta

### 3.1 Introducción

En este apartado se resumen los resultados obtenidos del análisis de los datos. Como se ha indicado en el apartado §2.2, la encuesta ha sido enviada a un total de 44 universidades, que se agrupan, desde el punto de vista de su zona climática, en las cuatro áreas definidas en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Relación de Universidades españolas, objeto de muestra, respuestas recibidas y porcentaje de respuestas según el total de cada zona climática.

Zona climática (ZC)	Total Univ. Españolas	Encuestas enviadas	Encuestas recibidas	% sobre Total Zona Climática
Atlántico	10	6	3	30
Mediterráneo costero	36	21	13	36,1
Mediterráneo interior	35	15	10	28,6
Subtropical	5	2	1	20
TOTAL	86	44	27	29,1

Los datos relativos al total de universidades españolas (86) incluyen a las universidades presenciales (78), no presenciales (6), especiales (2), públicas (50) y privadas (36) contempladas en las publicaciones 2021-2022 del Ministerio de Universidades [Uni22].

En la Figura 3.1 se muestra la representación geográfica de la ubicación del conjunto del sistema universitario español (izquierda), así como de las 27 universidades que han aportado datos a la encuesta (derecha).

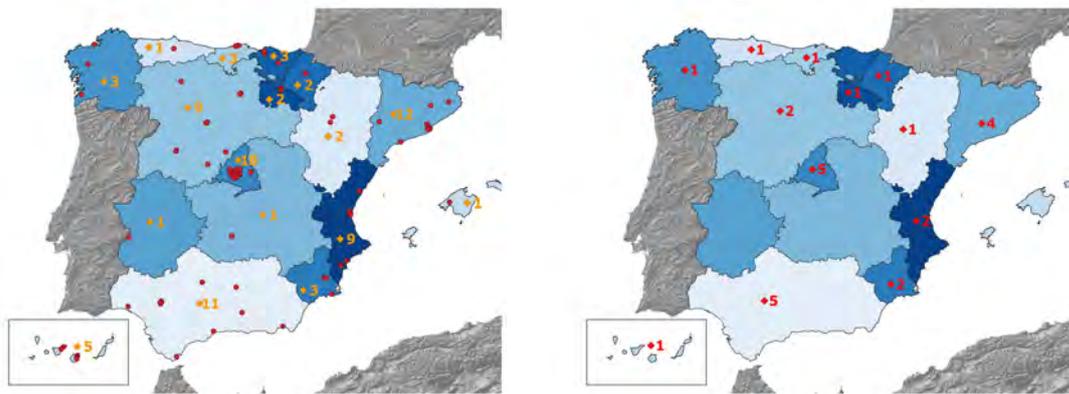


Figura 3.1: Distribución geográfica de las universidades españolas (izquierda) y de las respuestas recibidas (derecha).

### 3.2 Datos para la normalización de resultados

Aunque algunos datos se proporcionan en valor absoluto se ha intentado, siempre que ha sido posible, normalizar los resultados para facilitar el análisis. Las gráficas de consumos representadas en los apartados sucesivos necesitan un patrón de normalización que permita evaluar la tendencia anual de los mismos. Como valores de referencia para normalizar los resultados se han considerado parámetros como el número de personas que conforman la comunidad universitaria o la superficie edificada, que determina los recursos energéticos necesarios para su funcionamiento.

La Figura 3.2 muestra la distribución estadística anual, para el conjunto de las universidades participantes, de las respuestas obtenidas para las siguientes preguntas:

- Superficie total construida de edificios.
- Superficie total construida con calificación energética A y B.
- Superficie total construida con calificación energética C o inferior.
- Superficie total construida con consumo de energía nulo.
- Superficie total de zonas verdes.
- Número total de personas de la comunidad universitaria: alumnos, PAS, PDI, otros.

Todas las gráficas del presente informe que siguen este modelo representan, dentro de cada rectángulo definido, el cuartil 25 (la base del mismo), 50 (línea interior punteada) y 75 (línea superior del rectángulo), así como el rango intercuartílico (superior e inferior) definido a 1,5; el valor promedio de todos los datos (rombo blanco) y los valores atípicos correspondientes (cruces rojas).

Como punto de partida se puede considerar la Figura 3.3, que muestra las gráficas de dispersión de puntos representativos de los  $m^2/persona^1$  de las universidades participantes. Partiendo de estos datos la Figura 3.4 hace referencia a los valores promedio de número total de personas por zona climática (izquierda) y al valor medio y desviación típica (derecha). En este último caso se puede hacer una comparativa con los datos obtenidos en el informe publicado por el IDAE en 2012. Cabe destacar que el IDAE hace referencia al número total de alumnos de la comunidad universitaria, mientras que en las encuestas realizadas para el periodo 2013-2020 se solicita el número total de personas de la comunidad universitaria.

Dentro de las preguntas diseñadas en la encuesta se encuentran otras que perfilan cada tipo de universidad en cuanto a la composición de su parque de edificios. La Figura 3.5 muestra el promedio de los porcentajes aportados por cada universidad en cada una de las dos encuestas,

<sup>1</sup>Se considera dentro del concepto **persona** a cada uno de los integrantes de la comunidad universitaria, incluyendo alumnado, PDI y PAS.

diferenciando los edificios según un uso docente, investigador, administrativo u otros.

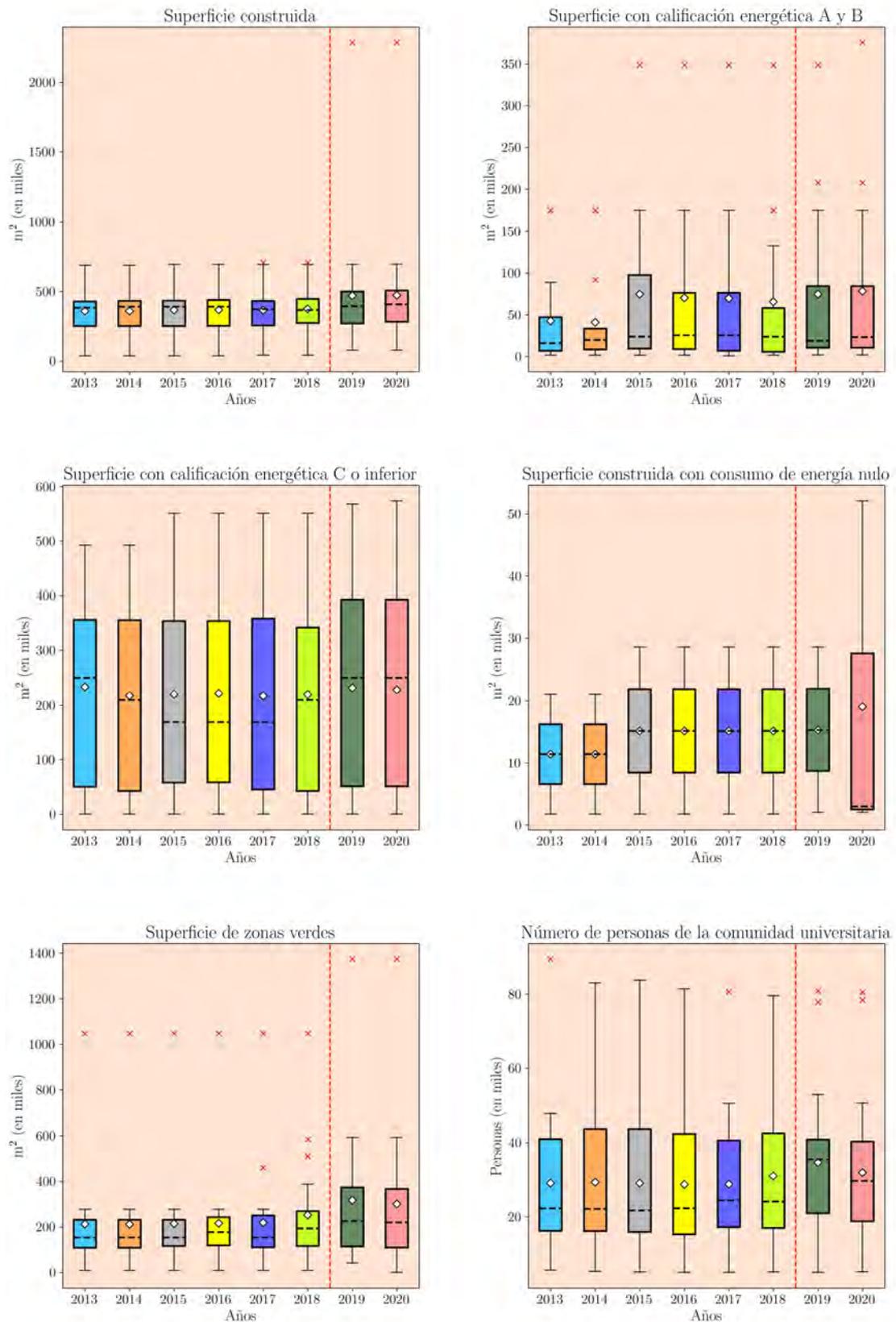


Figura 3.2: Relación estadística de superficies construidas, zonas verdes y número total de personas considerando todos los encuestados.



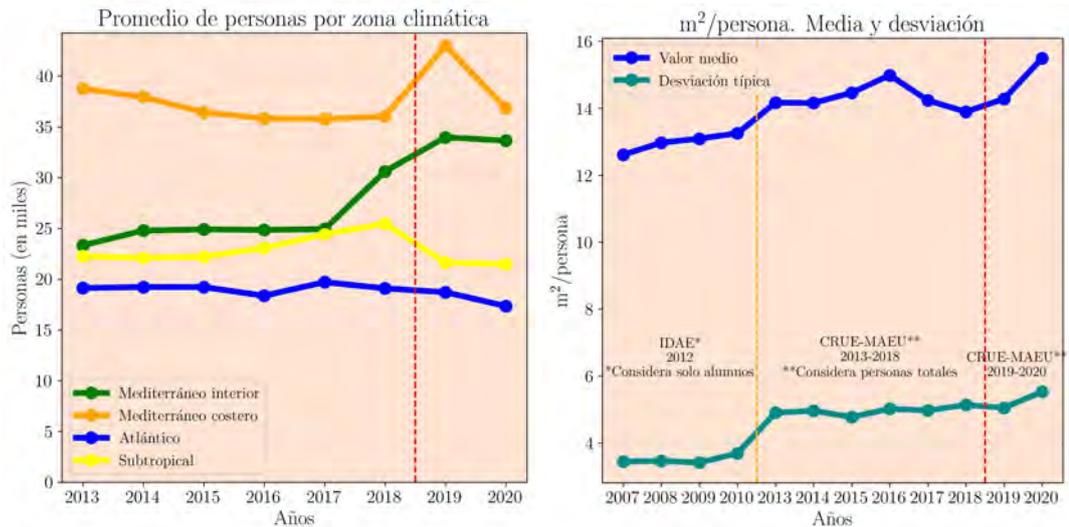


Figura 3.4: Promedio de personas por zona climática (izquierda) y relaciones estadísticas entre superficie y personas (derecha). Comparativa con los datos publicados por el IDAE en 2012.

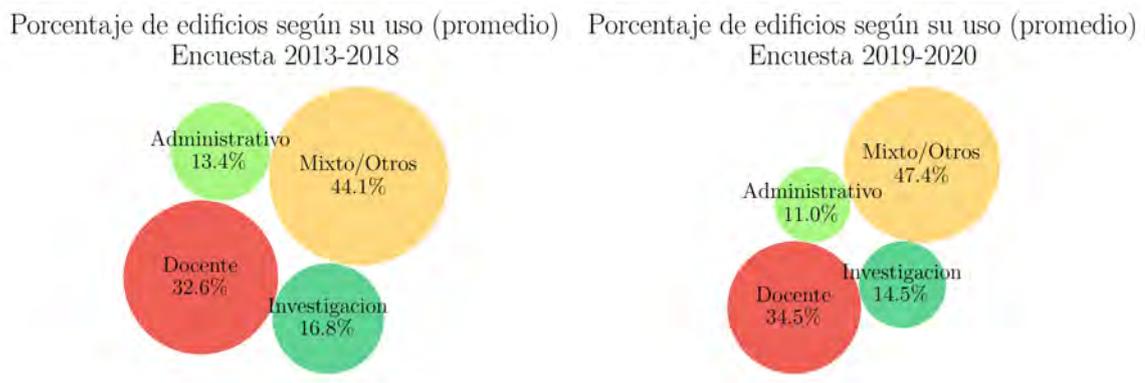


Figura 3.5: Promedio del porcentaje de edificios según su uso.

### 3.3 Valoración del total de consumos

Aunque se ha indicado que la representación más útil de los datos es la normalizada según los parámetros *personas* y *superficie*, se indican aquí los datos totales agregados de algunos de los consumos de las universidades.

En primer lugar, se parte de los datos estadísticos de consumo eléctrico, gas natural, y agua en la columna izquierda de la Figura 3.6. Una vez normalizados los consumos anuales por universidad se puede representar la suma de los consumos totales de las universidades participantes en la parte derecha de la misma figura.

Con una metodología similar, se ha hecho referencia a una clasificación de las universidades según su zona climática, para permitir un análisis de resultados más ajustado a la realidad geográfica en la que se ubica cada universidad. Aun así, se insiste en la necesidad de recordar que el patrimonio edificado es muy diferente atendiendo al origen e historia de cada institución. La Figura 3.7 incluye, para las cuatro zonas diferenciadas, la representación del consumo promedio de electricidad, gas natural y agua, incluyendo únicamente los casos con datos disponibles.

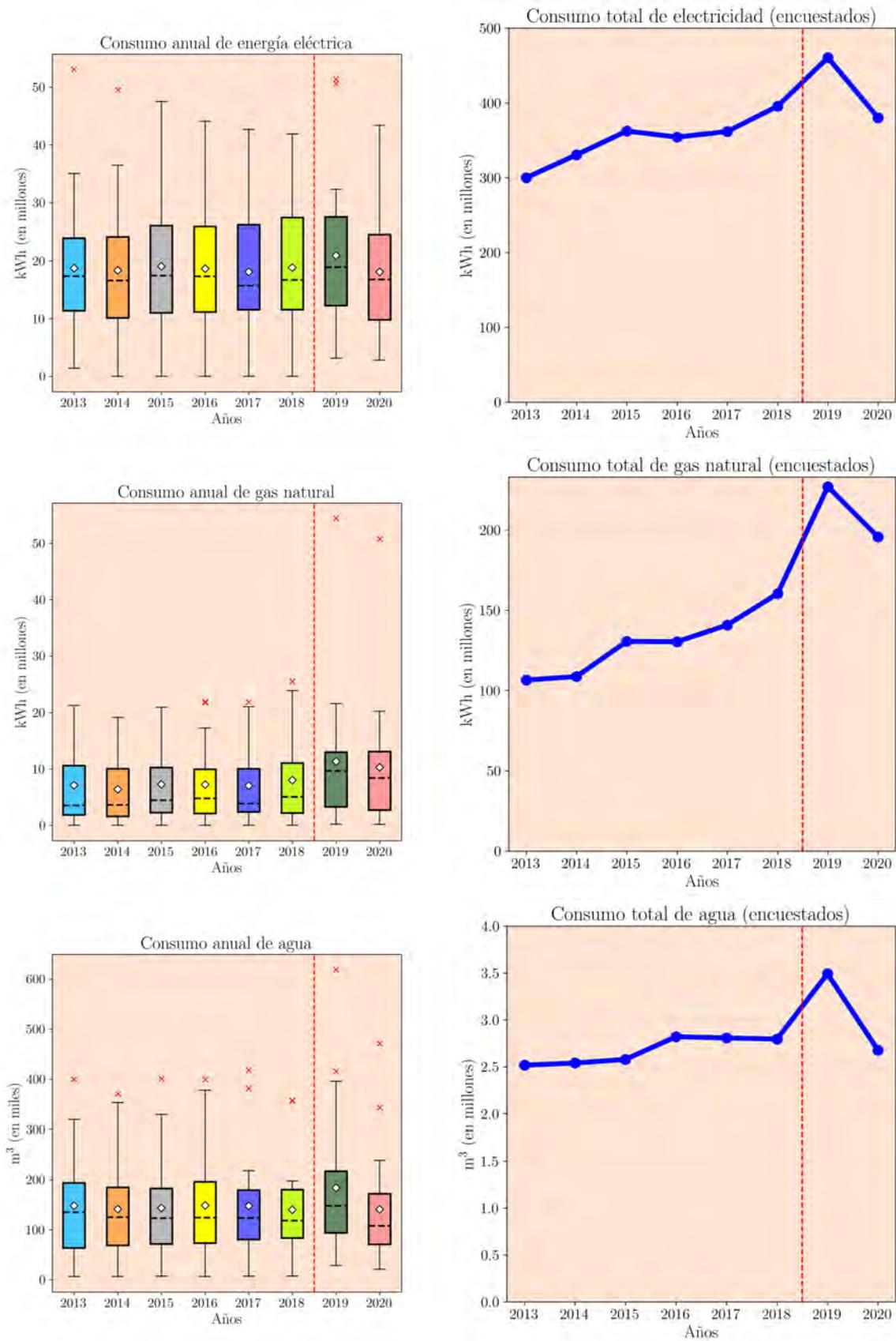


Figura 3.6: Relación estadística y total del consumo anual de electricidad, gas natural, y agua de las universidades participantes.

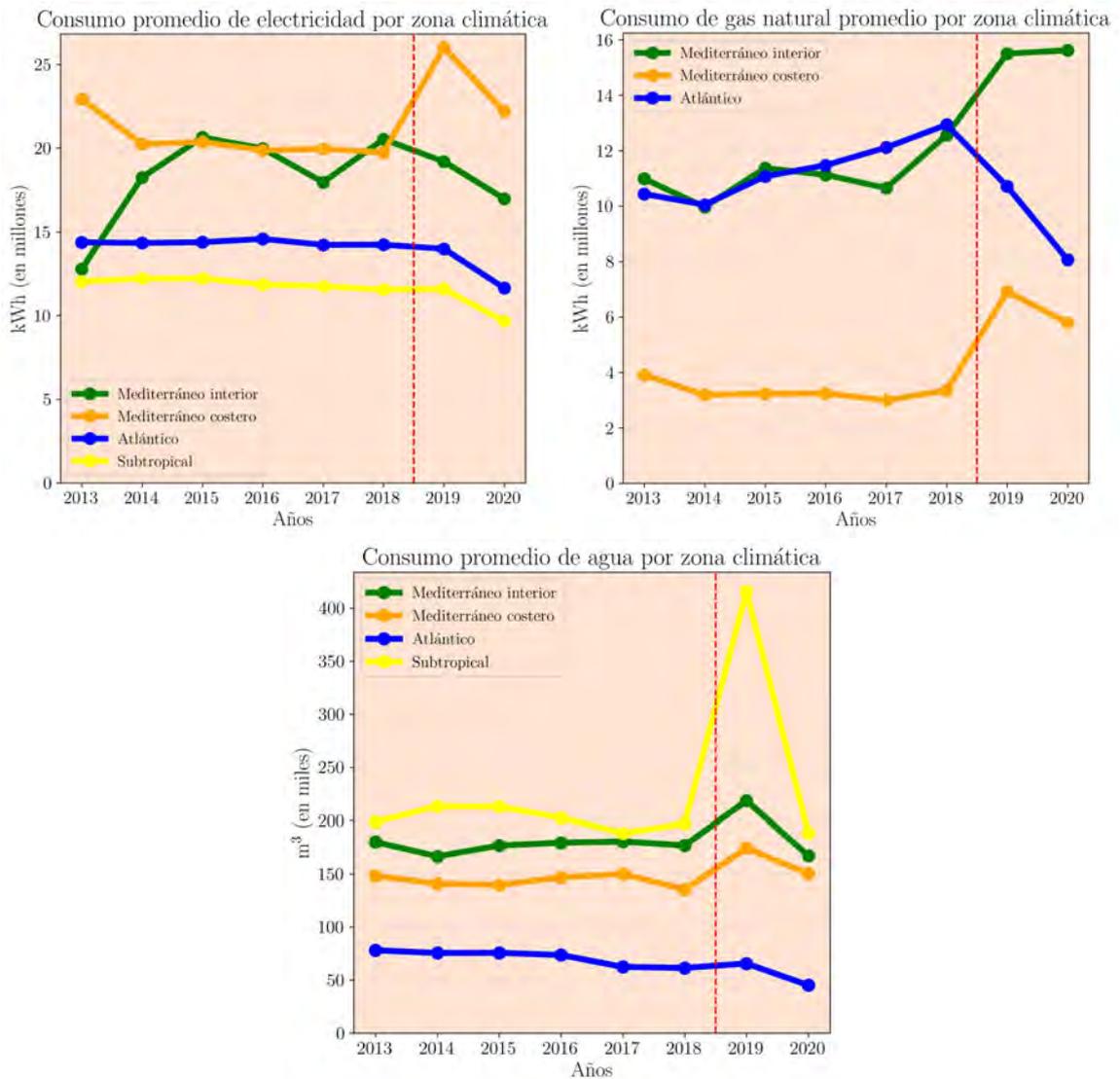


Figura 3.7: Consumo anual promedio de electricidad, gas natural, y agua por zona climática.

Puede ser de interés aplicar este mismo tipo de representación a los datos de energía renovable producida por las universidades. En la Figura 3.8 aparecen los datos estadísticos de generación renovable anual, la energía total producida y la energía anual promedio por zona climática. Destacan diversos *outliers* por encima de los valores típicos, debido a universidades que cuentan con una cantidad de generación renovable muy superior a la media del sistema universitario español.

### 3.4 Representación normalizada de consumos

En este apartado se recogen los datos relativos a los consumos anuales normalizados al número de personas de cada universidad, y según la superficie (expresada en  $m^2$ ) construida. Se dedica un subapartado a cada uno de los consumos ya mencionados: energía eléctrica, gas natural y agua.

#### 3.4.1 Consumo normalizado de energía eléctrica

En primer lugar se recogen los datos de consumo anual normalizados por persona (ver Figura 3.9) y por  $m^2$  (ver Figura 3.10). Ambas figuras contienen gráficas anuales donde se muestra la diferencia entre las universidades participantes, manteniendo siempre el carácter

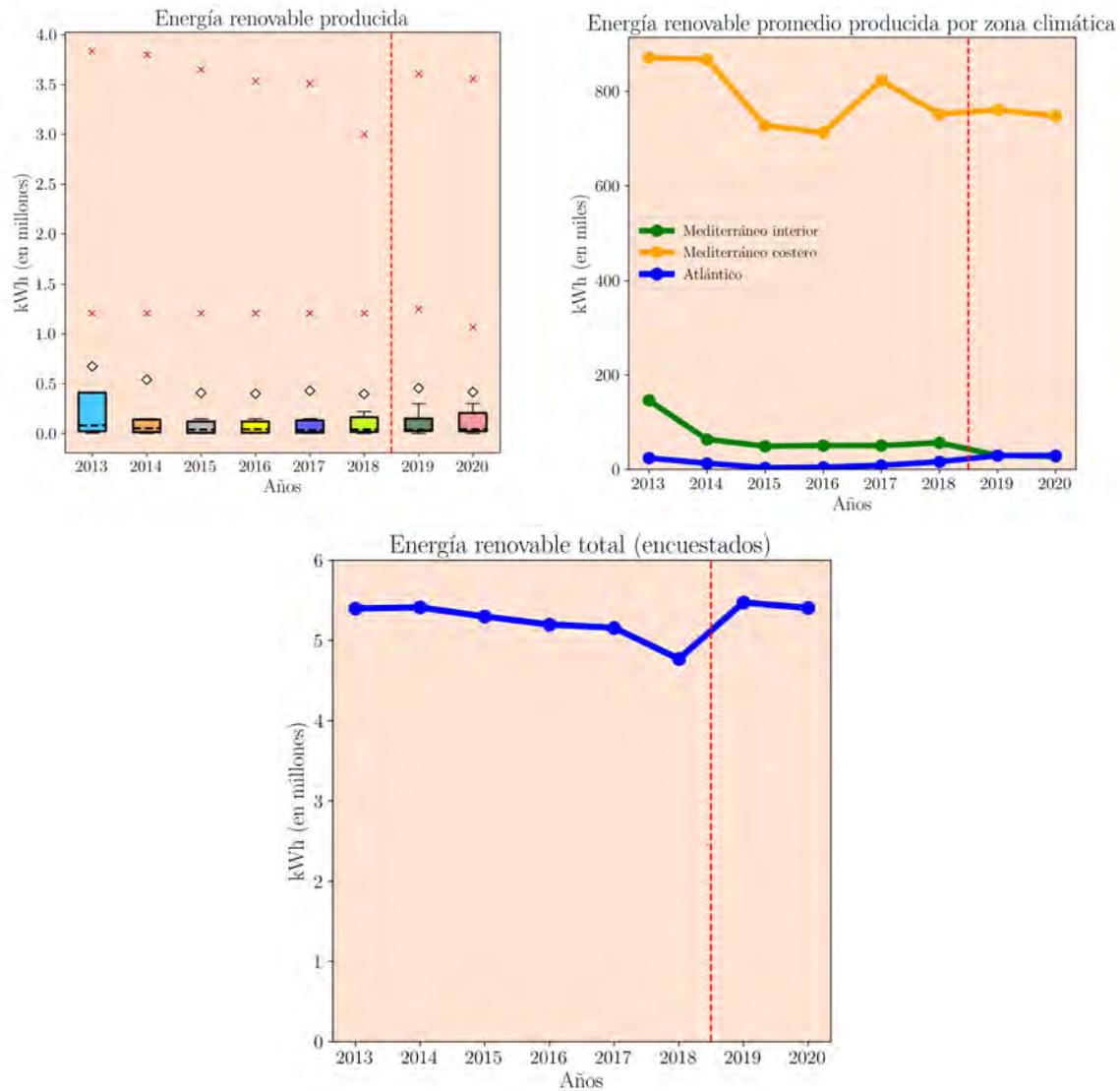


Figura 3.8: Relación estadística, valores totales anuales y promedio por zona climática de la energía renovable producida.

anónimo de las respuestas.

Al igual que antes, puede obtenerse el valor total promedio y la desviación típica por persona y  $m^2$  (ver Figura 3.11 superior), y el valor promedio por persona y zona climática (ver Figura 3.11 inferior). En el caso de las gráficas superiores, se ha incluido también los datos anteriores obtenidos del informe del IDAE.

### 3.4.2 Consumo normalizado de gas natural

La misma estructura del punto anterior se repite para el gas natural en las Figuras 3.12, 3.13 y 3.14.

De nuevo, puede obtenerse el valor total promedio y la desviación típica tanto por persona como por superficie (Figura 3.14 superior), y el valor promedio por persona y zona climática (Figura 3.14 inferior).

### 3.4.3 Consumo normalizado de agua

Se repite la misma estructura para el consumo de agua en las Figuras 3.15, 3.16 y 3.17. Al igual que antes, puede obtenerse el valor total promedio y la desviación típica por persona

y m<sup>2</sup> de superficie construida (ver Figura 3.17 superior), y el valor promedio por persona y zona climática (ver Figura 3.17 inferior).

#### 3.4.4 Consumo de agua en zonas verdes

Un dato menos habitual en las universidades es el consumo agregado de agua en zonas verdes. Sin embargo, son varias las universidades que registran esta información, por lo que es posible obtener las gráficas estadísticas ya mencionadas (ver Figuras 3.18 y 3.19).

#### 3.4.5 Consumo de biomasa

Aunque la biomasa no es una fuente de energía muy extendida en las universidades españolas, ha sufrido un notable ascenso en algunas zonas que han apostado fuertemente por la misma. Se han obtenido las gráficas básicas de distribución total y por zona climática de consumo de biomasa en la Figura 3.20.

#### 3.4.6 Cálculo y registro de la huella de carbono

La huella de carbono generada por las universidades es otro parámetro que se ha incorporado a la gestión de las instituciones, que se apoyan en el registro público del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) que, con un carácter voluntario, pretende obtener los valores de tnCO<sub>2</sub> equivalente emitidas a la atmósfera por todas las empresas, administraciones y organizaciones españolas que deseen calcular y registrar dichos parámetros.

Aunque el cálculo de la huella de carbono puede ser complejo en función de todas las variables que se quieran considerar (electricidad, combustibles fósiles, gases fluorados, transporte dentro de la propia organización, transporte de los empleados/usuarios para llegar a las instalaciones, viajes, posible compensación de emisiones y otros), en esta encuesta se ha solicitado la información básica relativa al cálculo y registro de las universidades, así como el valor total de tnCO<sub>2</sub> equivalente.

La Figura 3.21 recopila la información básica sobre el porcentaje de universidades que realizan los cálculos y/o la registran, así como la herramienta utilizada para esto, ya que se puede emplear una calculadora proporcionada por el MITECO u otras propias o de terceros. En la Figura 3.22 se representan los valores numéricos aportados por las universidades en términos de emisiones y de valores estadísticos por zona climática.

### 3.5 Otros resultados de interés

Adicionalmente a la información básica comentada, la encuesta incluye otros datos de interés:

- Superficie construida con consumo de energía nulo: una universidad indica que tiene más de 1.000 m<sup>2</sup>, y otra que en el último año 2020 tenía casi 3.000 m<sup>2</sup>.
- Horas de apertura de los edificios (valor medio estimado considerando todo el parque de edificios).
  - Encuesta 2013-18: Mínimo: 11h, máximo: 15h. Promedio: 13,1h. Número de respuestas: 21.
  - Encuesta 2019-20: Mínimo: 8h, máximo: 15h. Promedio: 12,68h. Número de respuestas: 20.
- Porcentaje de edificios con suministro en baja tensión.
  - Encuesta 2013-18: Mínimo: 0, máximo: 100. Promedio: 26,17. Número de respuestas: 21.

- Encuesta 2019-20: Mínimo: 0, máximo: 100. Promedio: 26,53. Número de respuestas: 19.
- ¿De cuántos puntos de suministro eléctrico dispone la universidad?
  - Encuesta 2013-18: Mínimo: 1, máximo: 60. Promedio: 20,22. Número de respuestas: 23.
  - Encuesta 2019-20: Mínimo: 4, máximo: 70. Promedio: 25,68. Número de respuestas: 22.

La representación gráfica de los valores mínimos, máximos y promedios de las tres preguntas anteriores puede verse en la Figura 3.23.

Otras figuras de interés (de izquierda a derecha y de arriba abajo en la Figura 3.24):

- Tipo de contratación eléctrica.
- Existencia de certificado que acredite que la energía suministrada a la universidad proviene 100 % de energías renovables.
- Control del factor de potencia de la instalación.
- Disponibilidad para compartir datos para uso estadístico, curvas de carga en formato .csv, .txt o similar.
- Realización de auditorías energéticas o implantación de un sistema de gestión energética en los edificios.
- Disponibilidad de un sistema de gestión energética centralizado en más del 50 % de las instalaciones.
- Desarrollo de actuaciones para mejorar la calificación energética de los edificios.
- Disponibilidad de instalaciones de cogeneración.
- Utilización de agua de la red municipal para el riego de zonas verdes.
- Existencia de algún sistema de reutilización de agua.
- Realización de seguimientos de la composición de las aguas residuales procedentes de edificios con laboratorios que puedan generar vertidos con restos de residuos peligrosos.
- Disponibilidad de algún sistema de recogida de aguas pluviales para su uso en riego de jardines.
- Disponibilidad de un sistema propio de depuración o de reducción de la carga contaminante de las aguas residuales producidas en el campus.
- Disponibilidad en los laboratorios de sistemas de recirculación de aguas para la reducción del consumo.

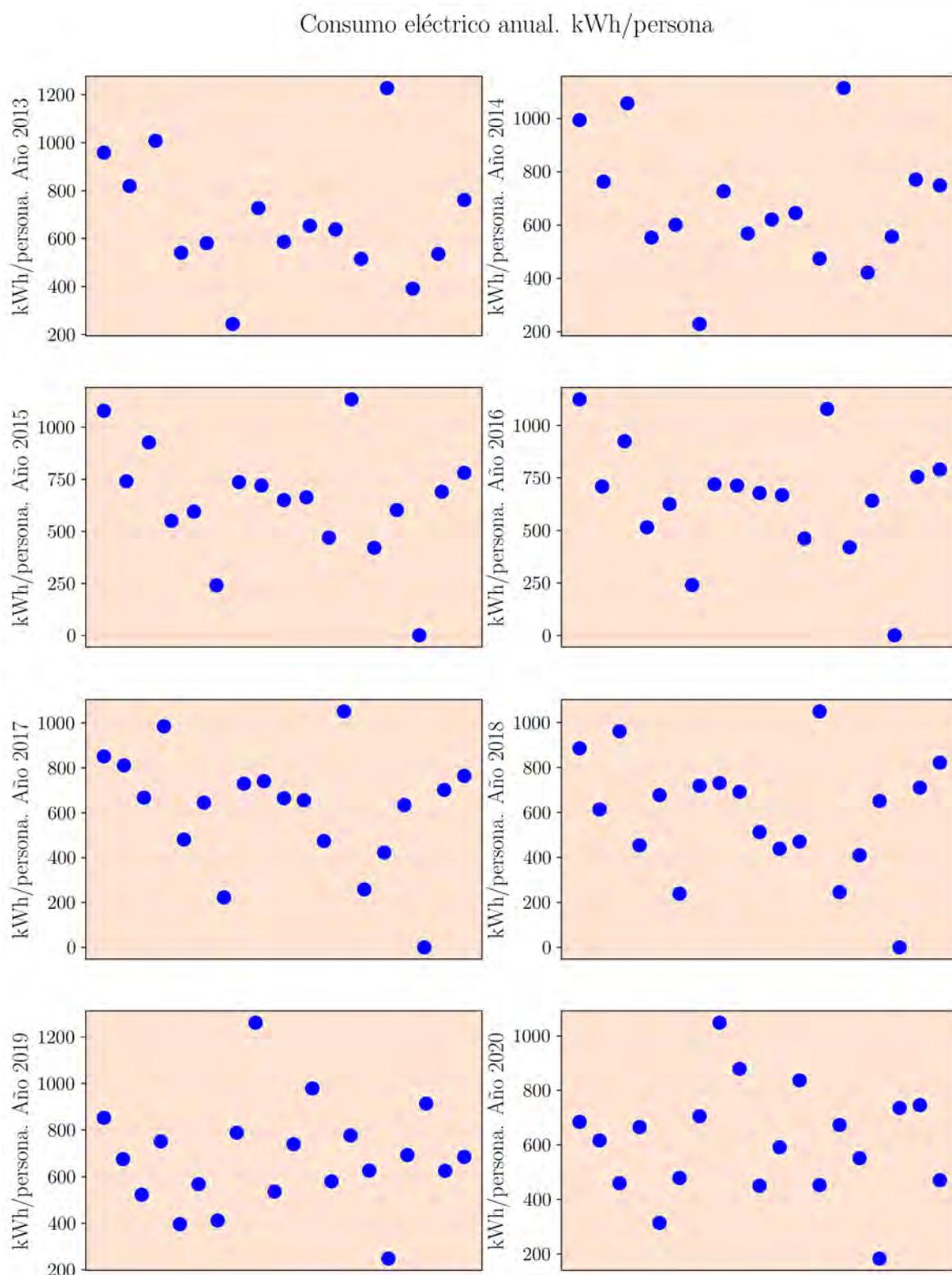


Figura 3.9: Energía eléctrica anual consumida por persona.

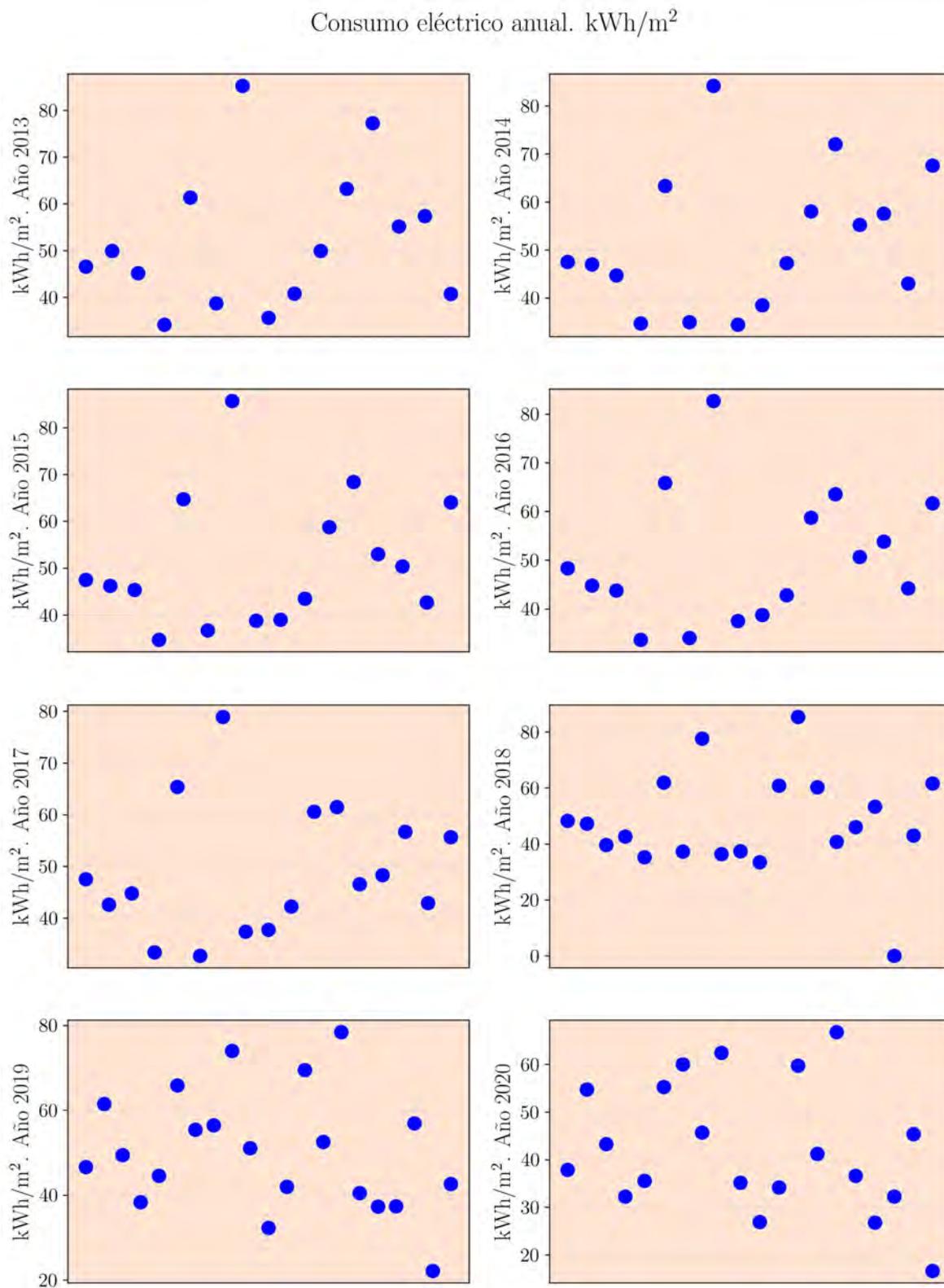


Figura 3.10: Energía eléctrica anual consumida por unidad de superficie.

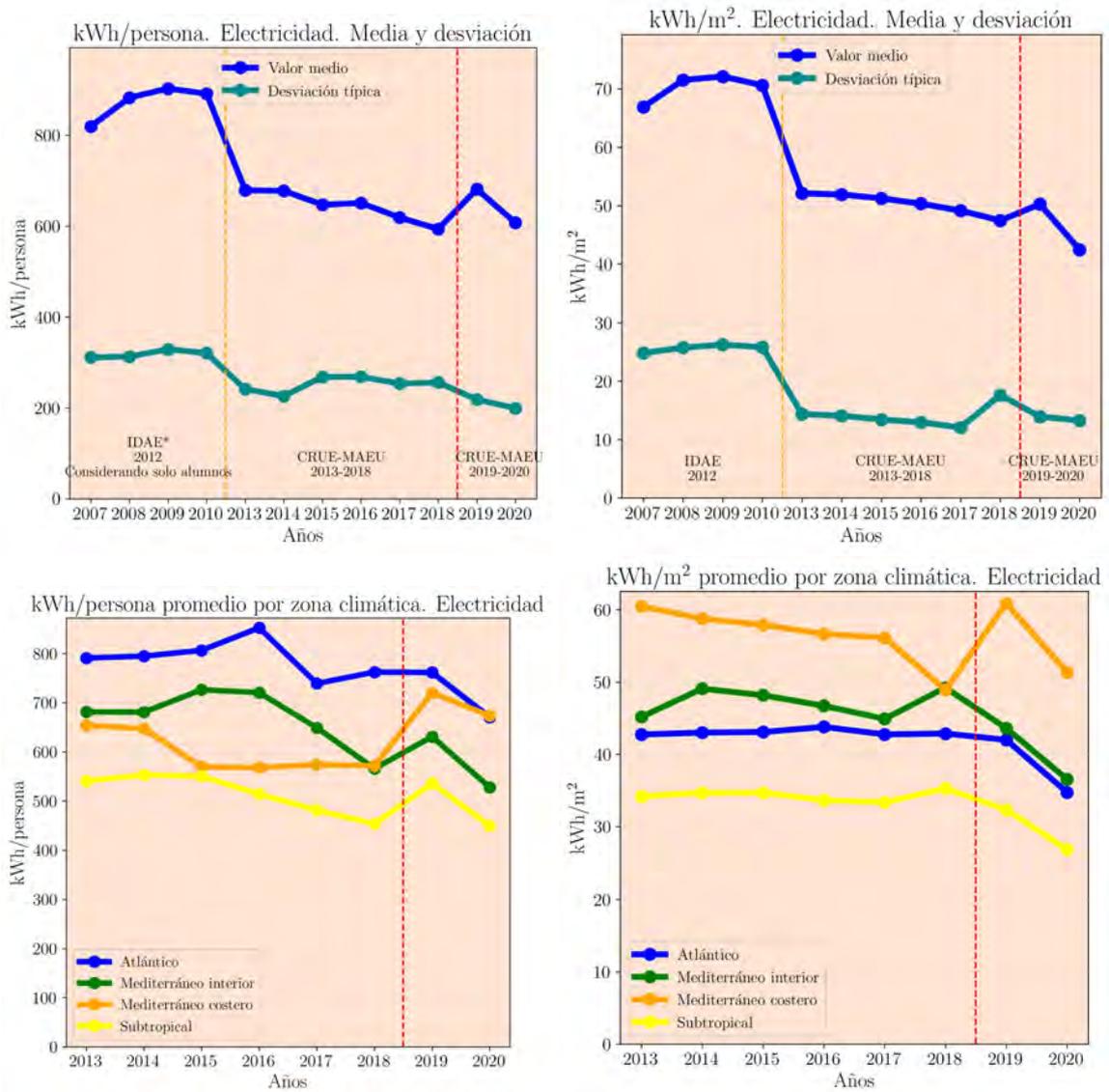


Figura 3.11: Promedio y desviación típica del consumo eléctrico total (superior) y por zona climática (inferior), normalizado por persona y superficie.

Consumo anual de gas natural. kWh/persona

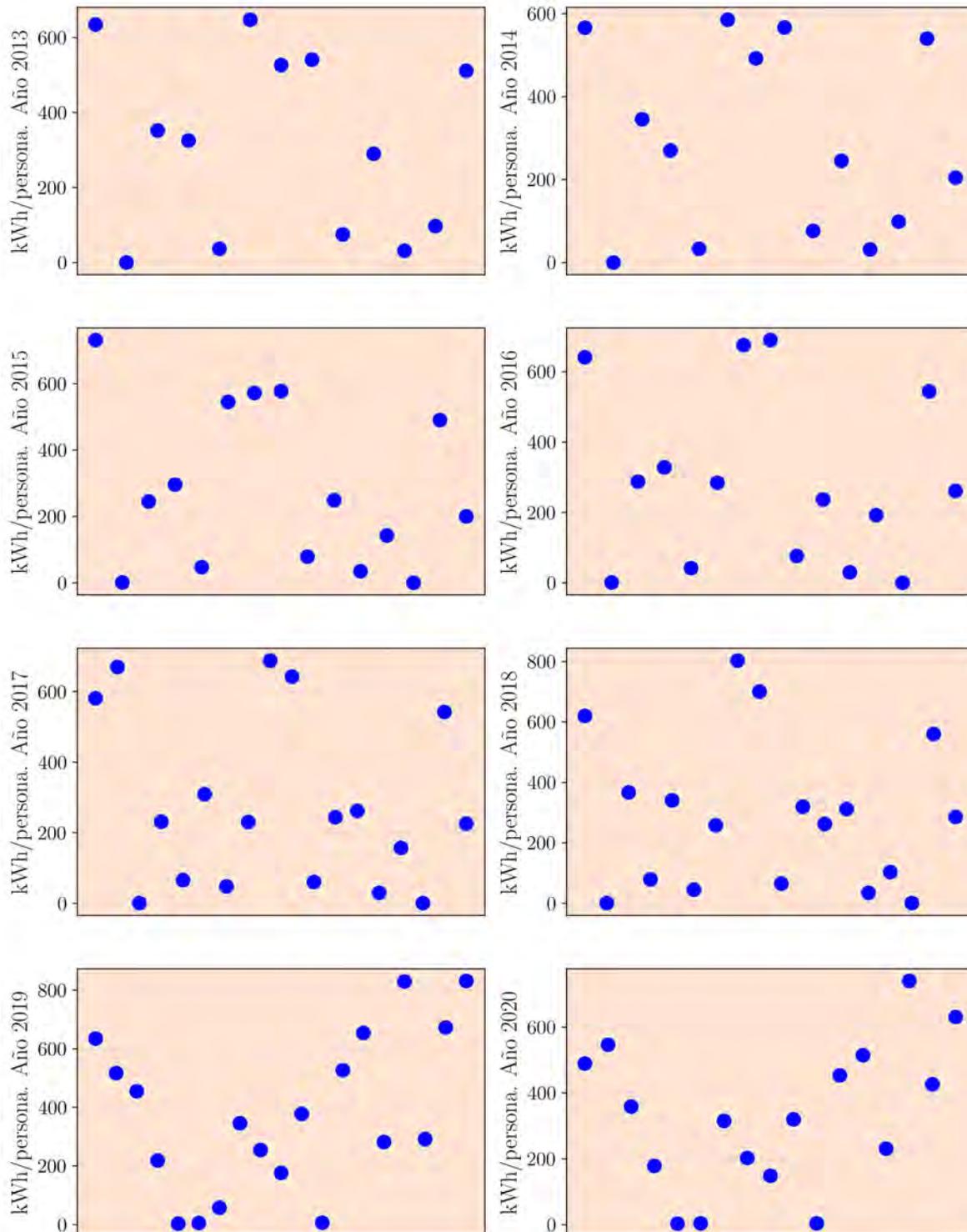
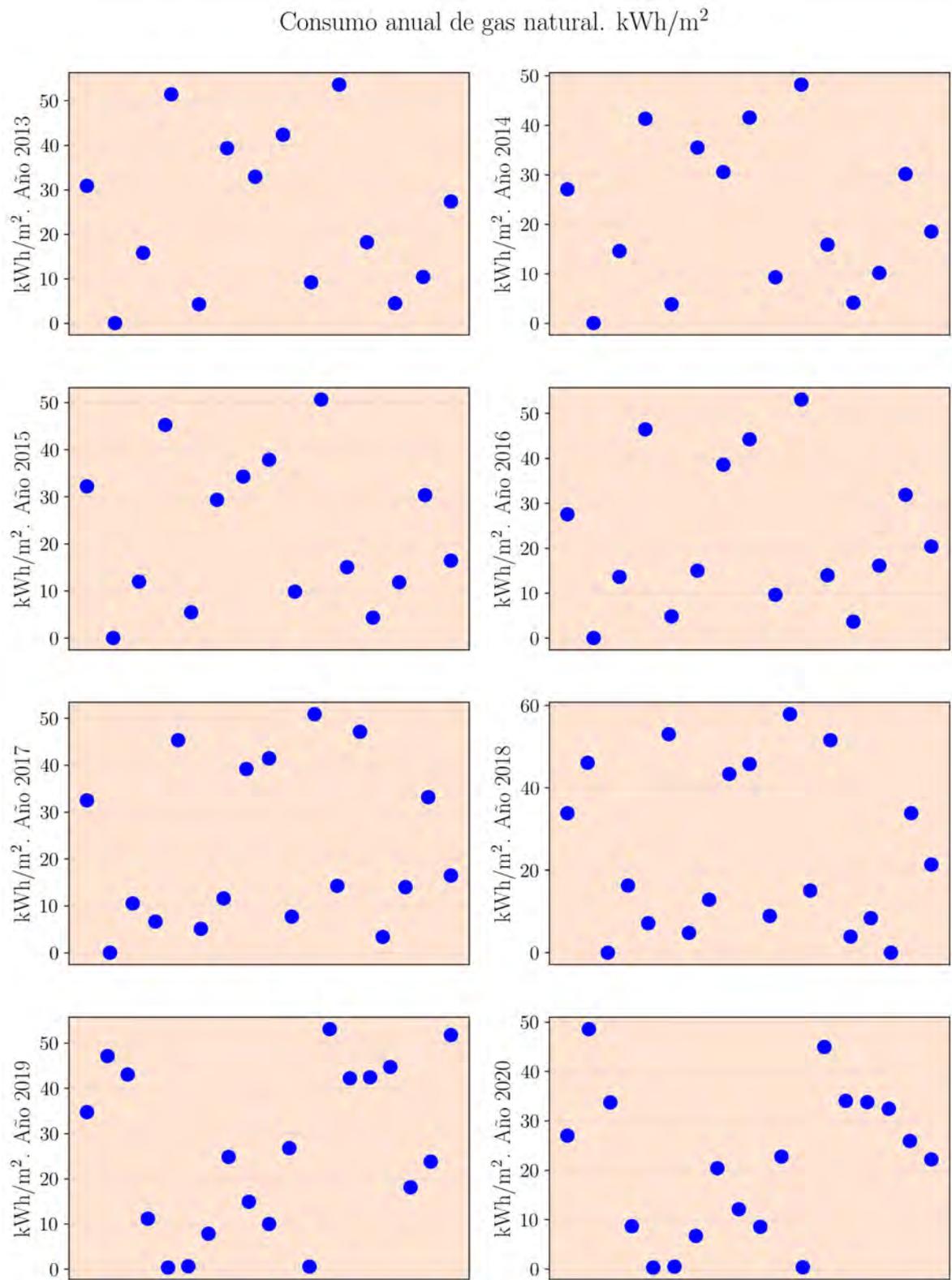


Figura 3.12: Gas natural anual consumido por persona.

Figura 3.13: Gas natural anual consumido por m<sup>2</sup>.

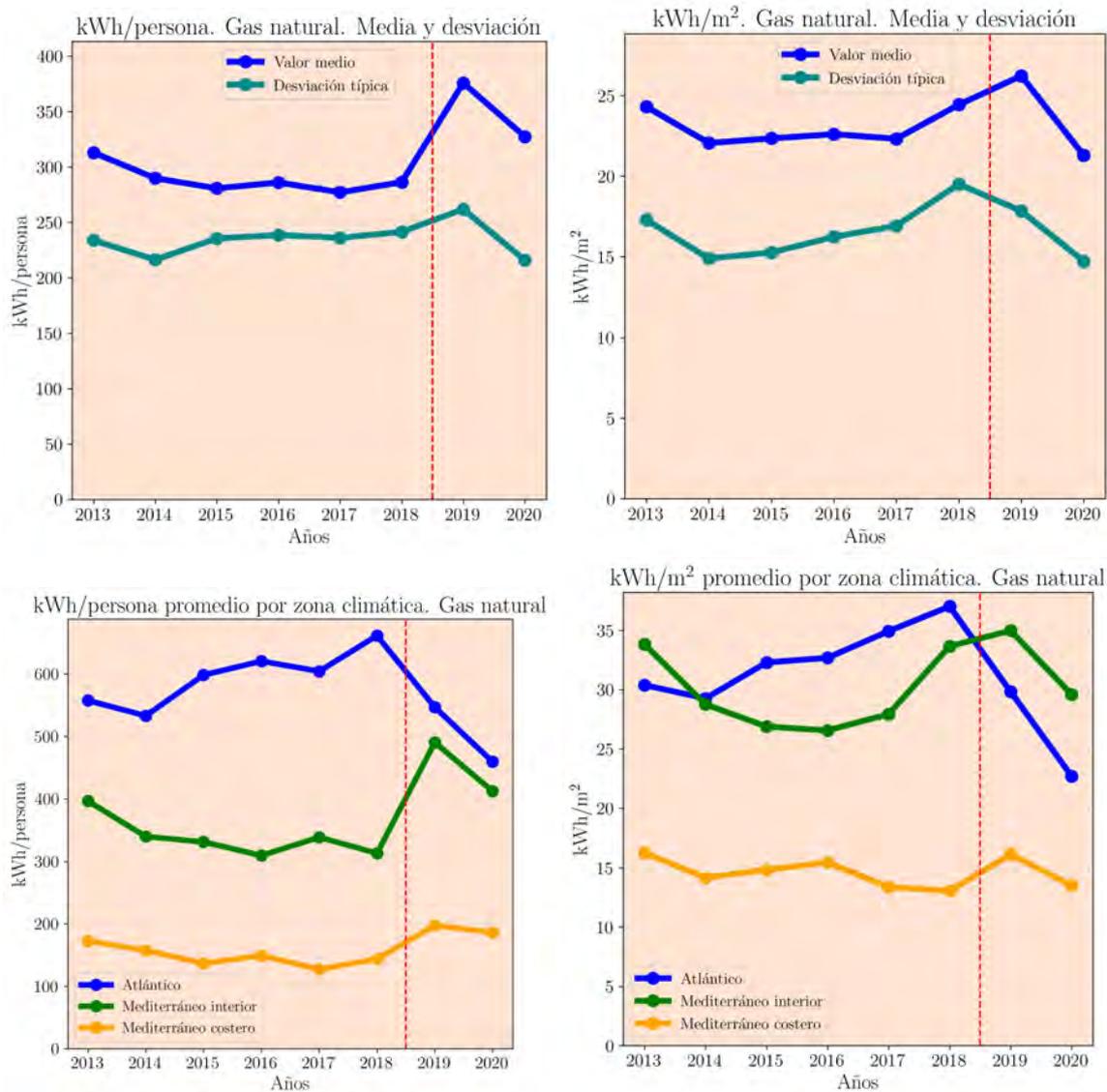


Figura 3.14: Valores estadísticos del consumo de gas natural total (superior) y por zona climática (inferior), normalizado por persona y superficie.

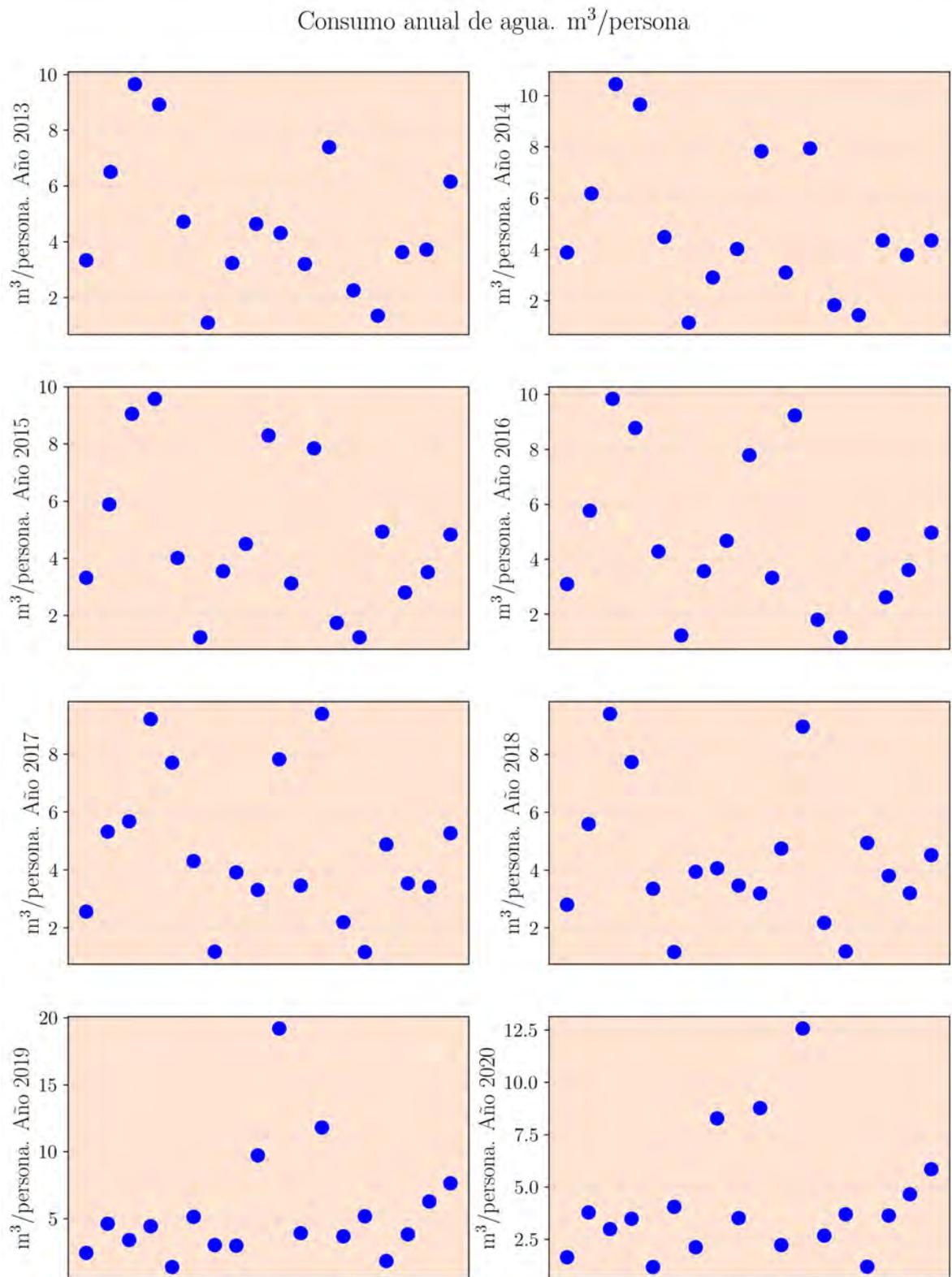


Figura 3.15: Consumo anual de agua por persona.

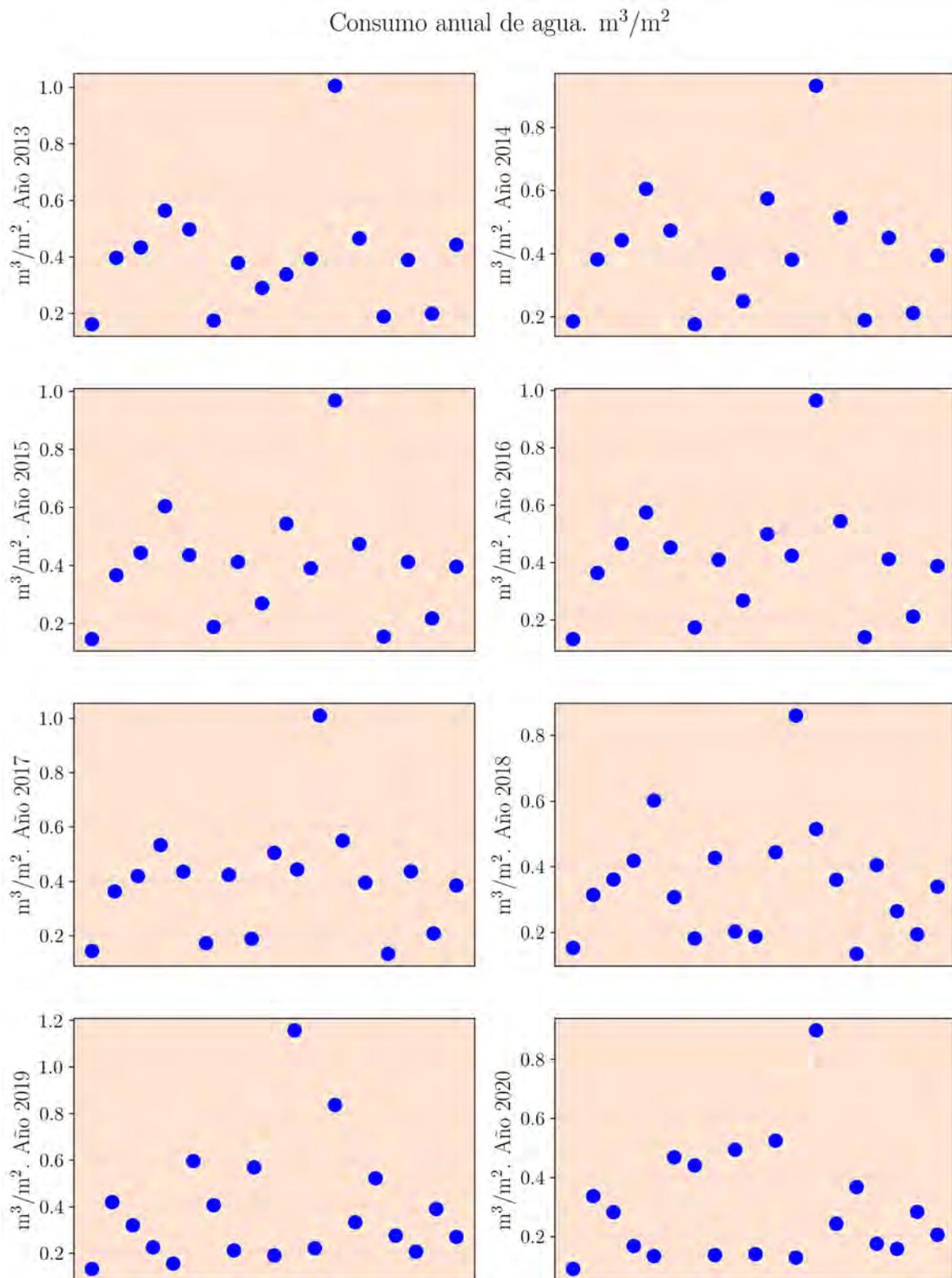


Figura 3.16: Consumo anual de agua por unidad de superficie.

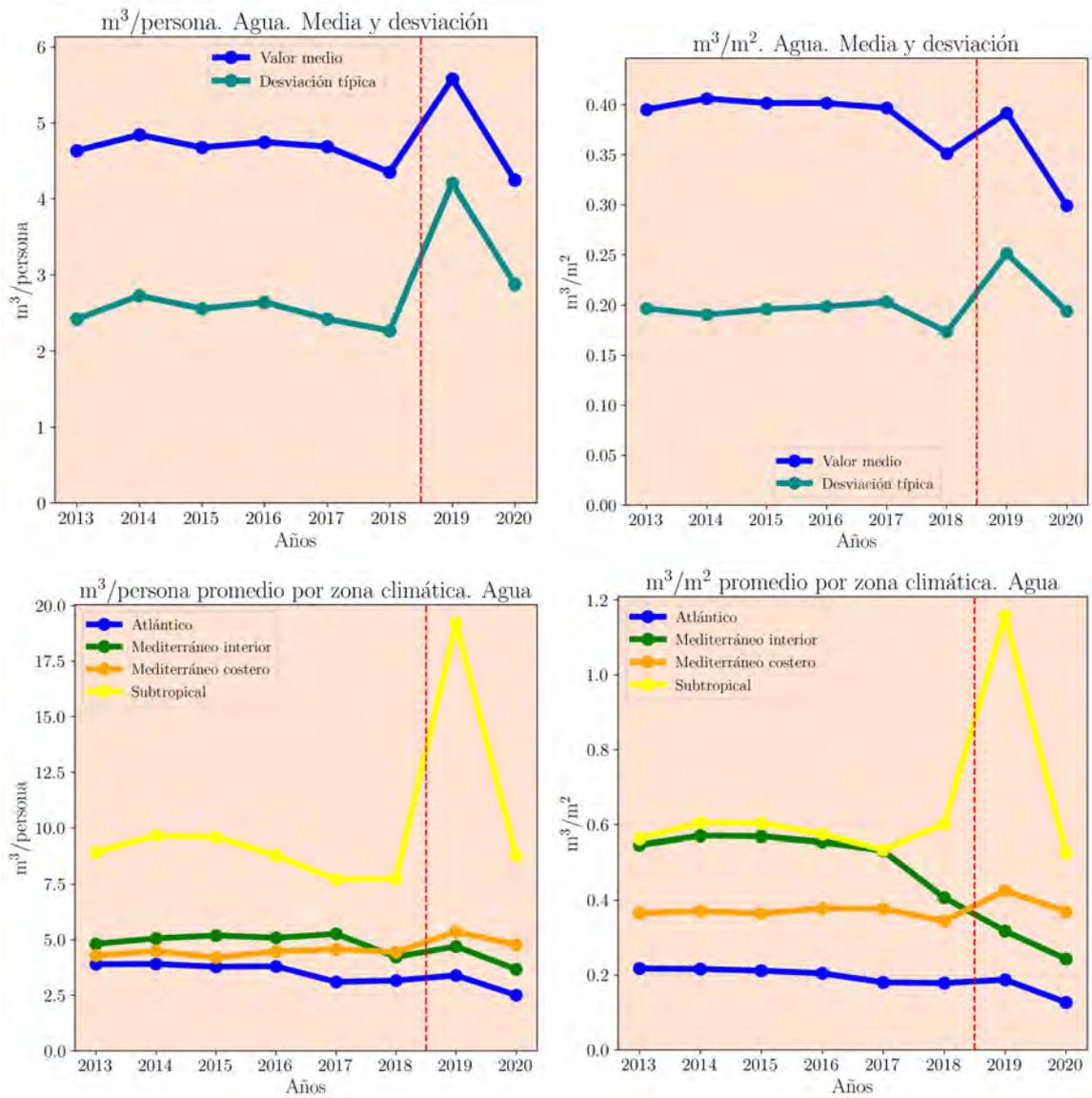


Figura 3.17: Promedio y desviación típica del consumo de agua total (superior) y por zona climática (inferior), normalizado por persona y superficie.

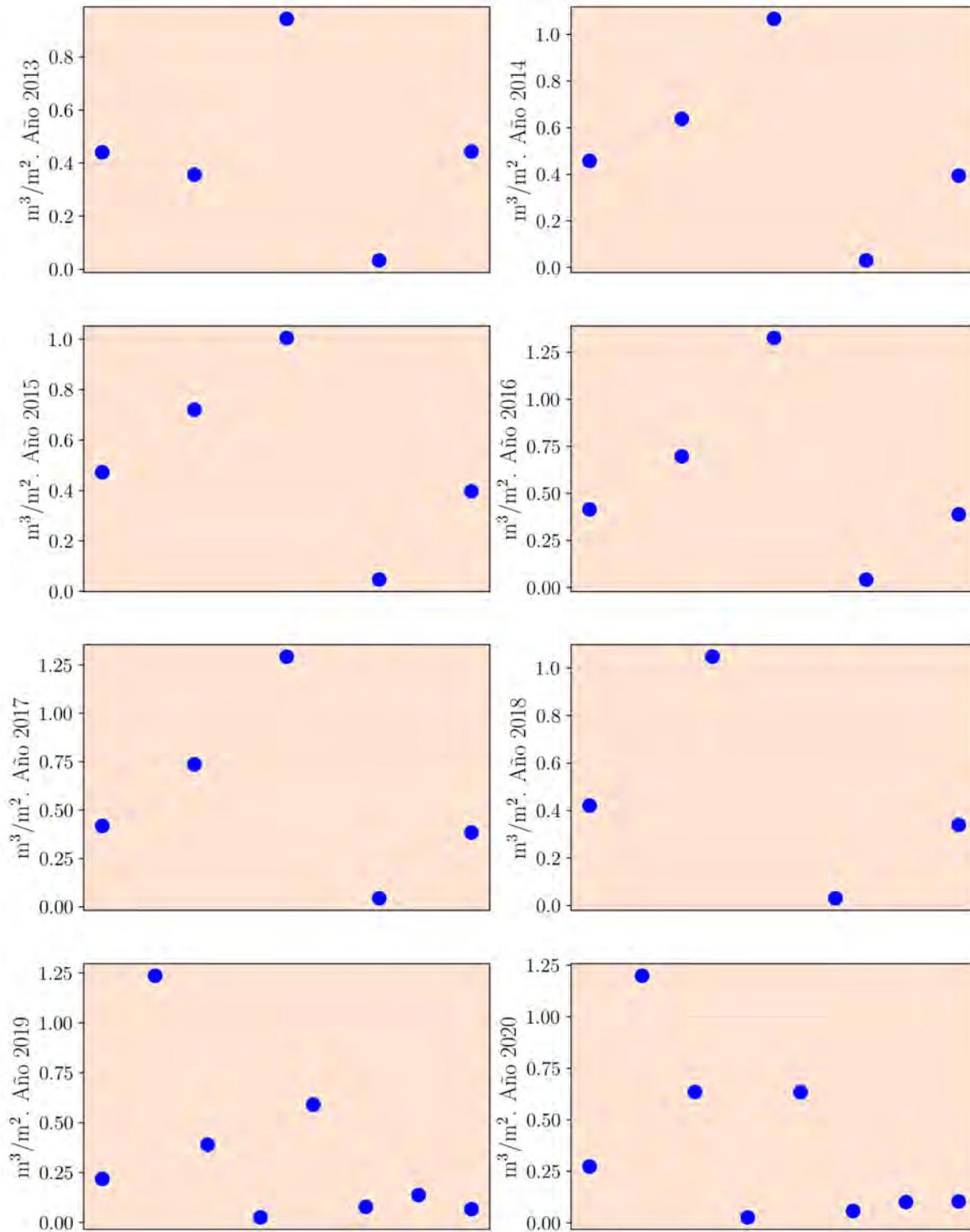
Consumo anual de  $\text{m}^3$  de agua por  $\text{m}^2$  zonas verdes

Figura 3.18: Densidad superficial de consumo anual de agua en zonas verdes ( $\text{m}^3$  de agua/ $\text{m}^2$  de zona verde).

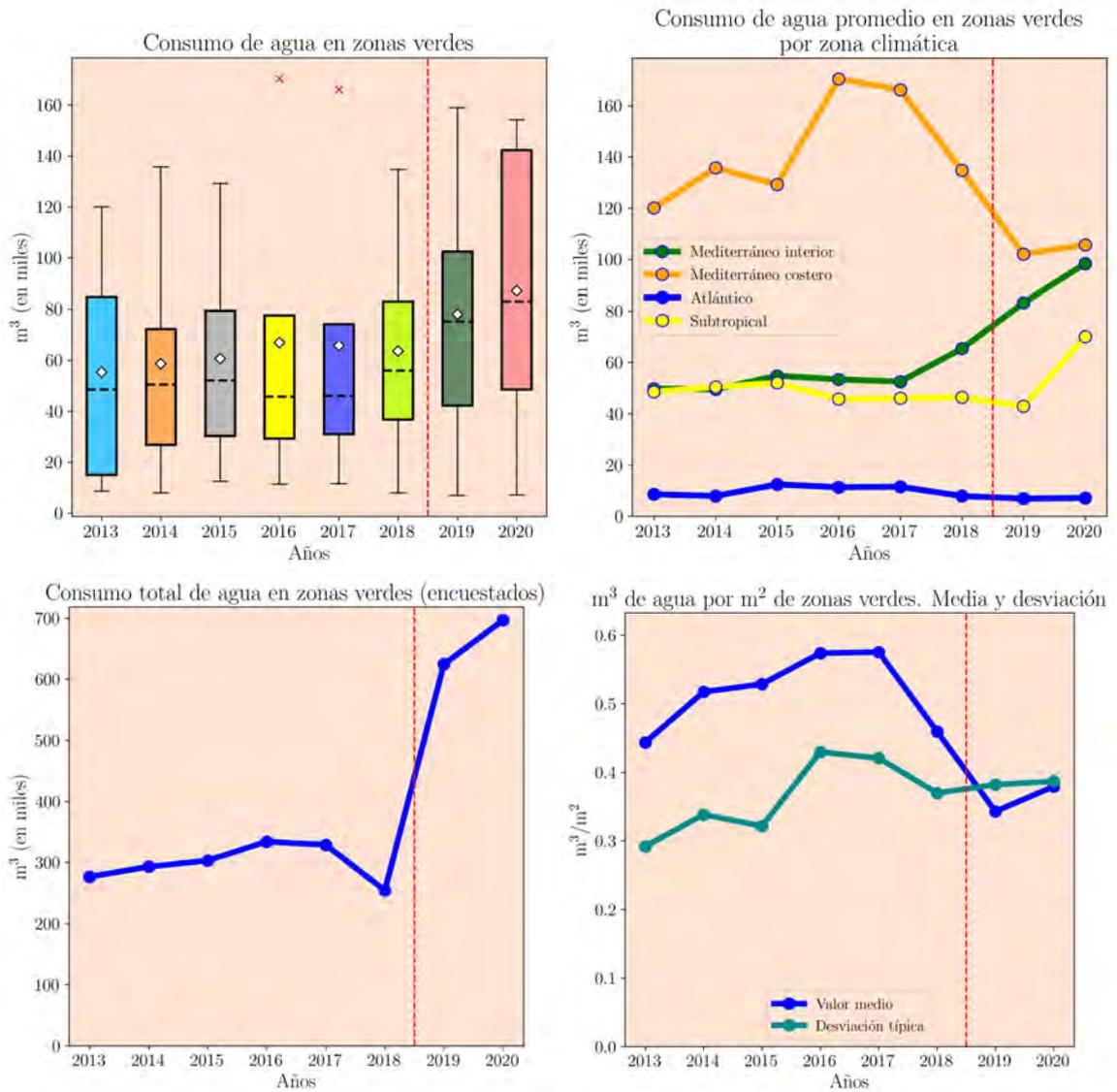


Figura 3.19: Consumo anual de agua en zonas verdes, promedio por zona climática, total de los encuestados y densidad de consumo por unidad de superficie ( $m^3$  de agua/ $m^2$  de zona verde).

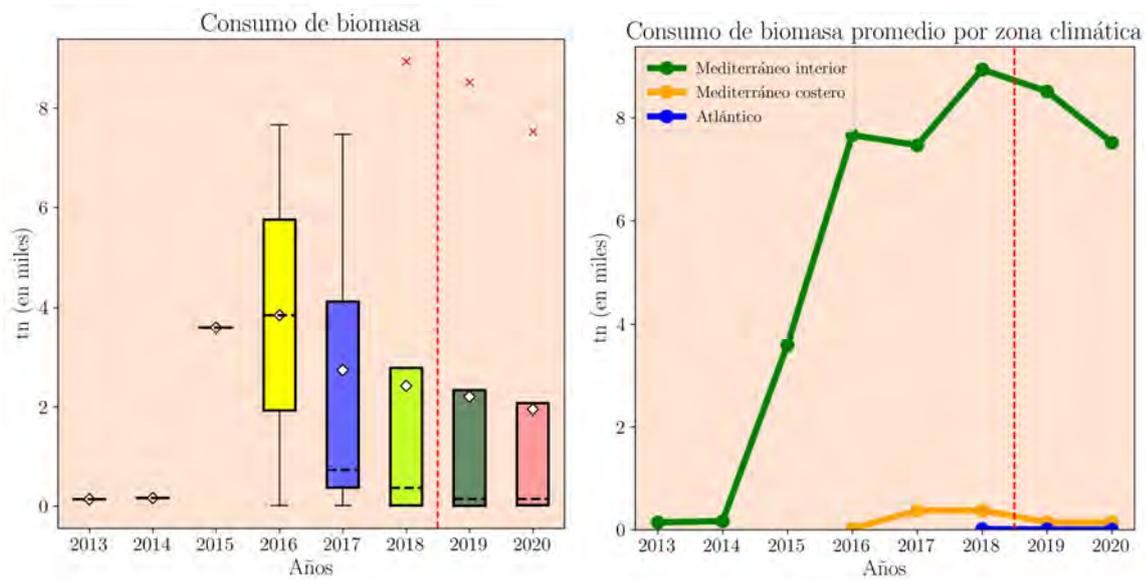


Figura 3.20: Consumo de biomasa. Valores estadísticos y promedio por zona climática.

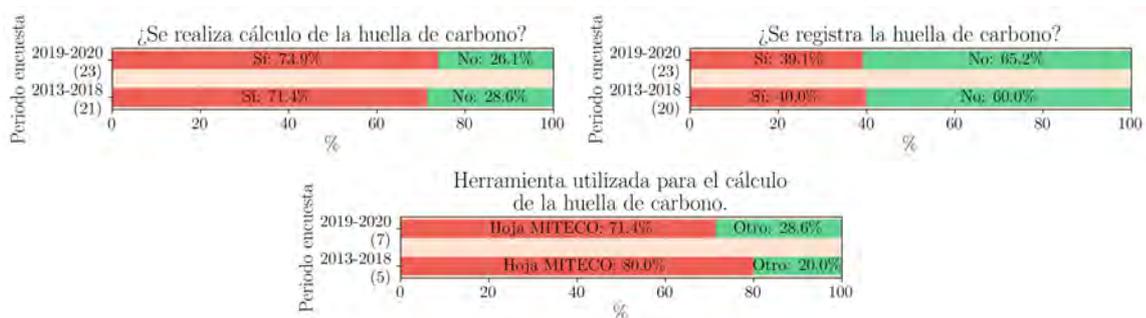


Figura 3.21: Información sobre el cálculo y registro de la huella de carbono.

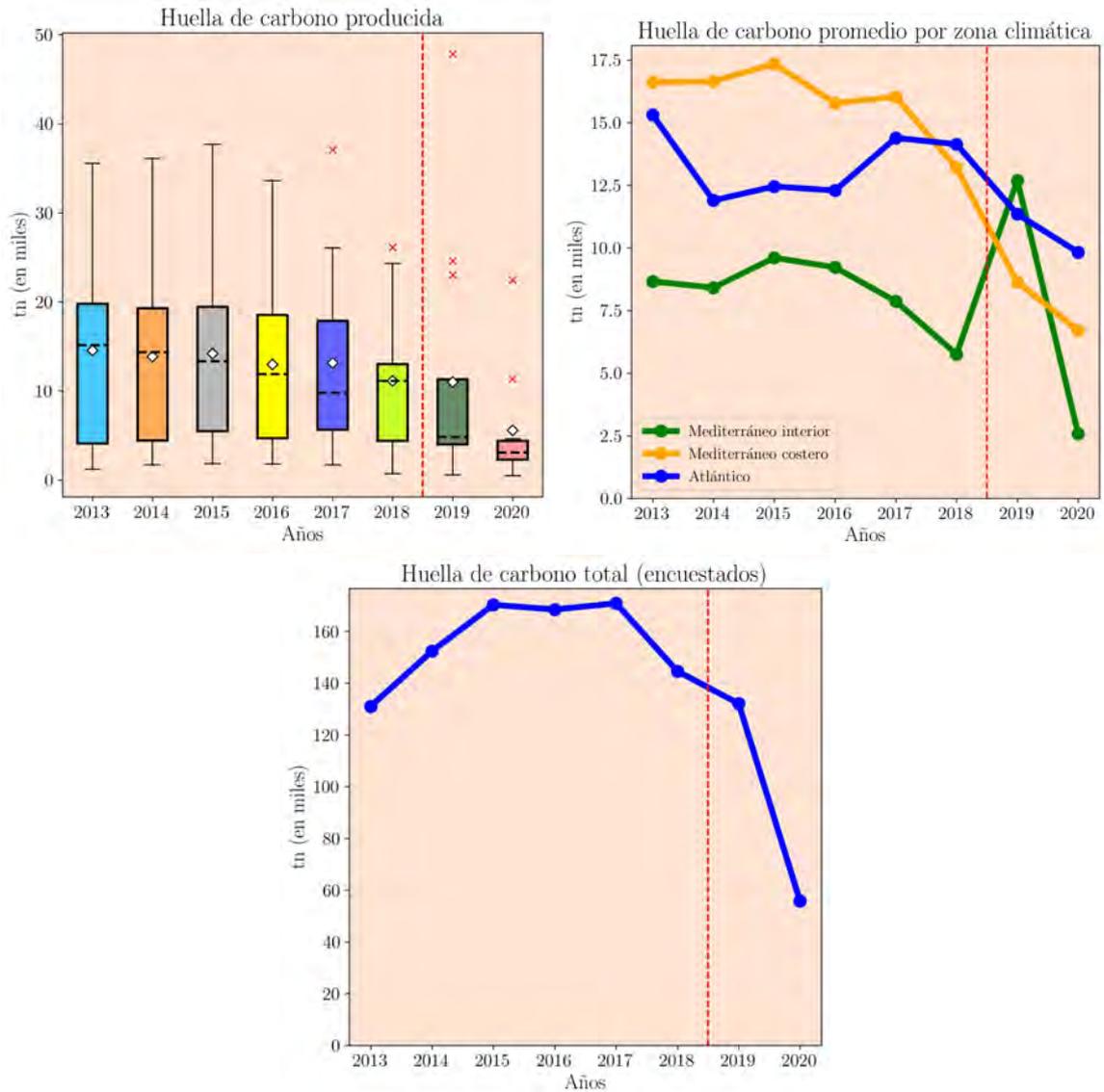


Figura 3.22: Huella de carbono producida. Valores estadísticos, promedio por zona climática y valores totales.

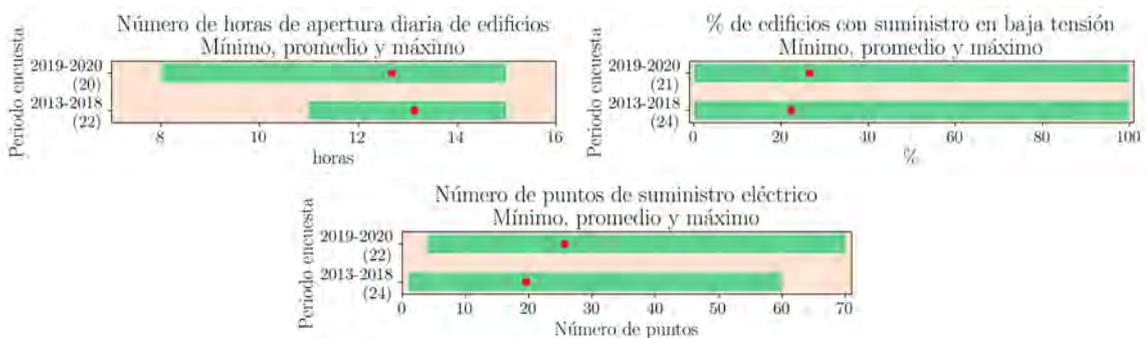


Figura 3.23: Representación del número de horas diarias de apertura de edificios, el porcentaje de edificios en baja tensión y del número de puntos de suministro eléctrico de las universidades.

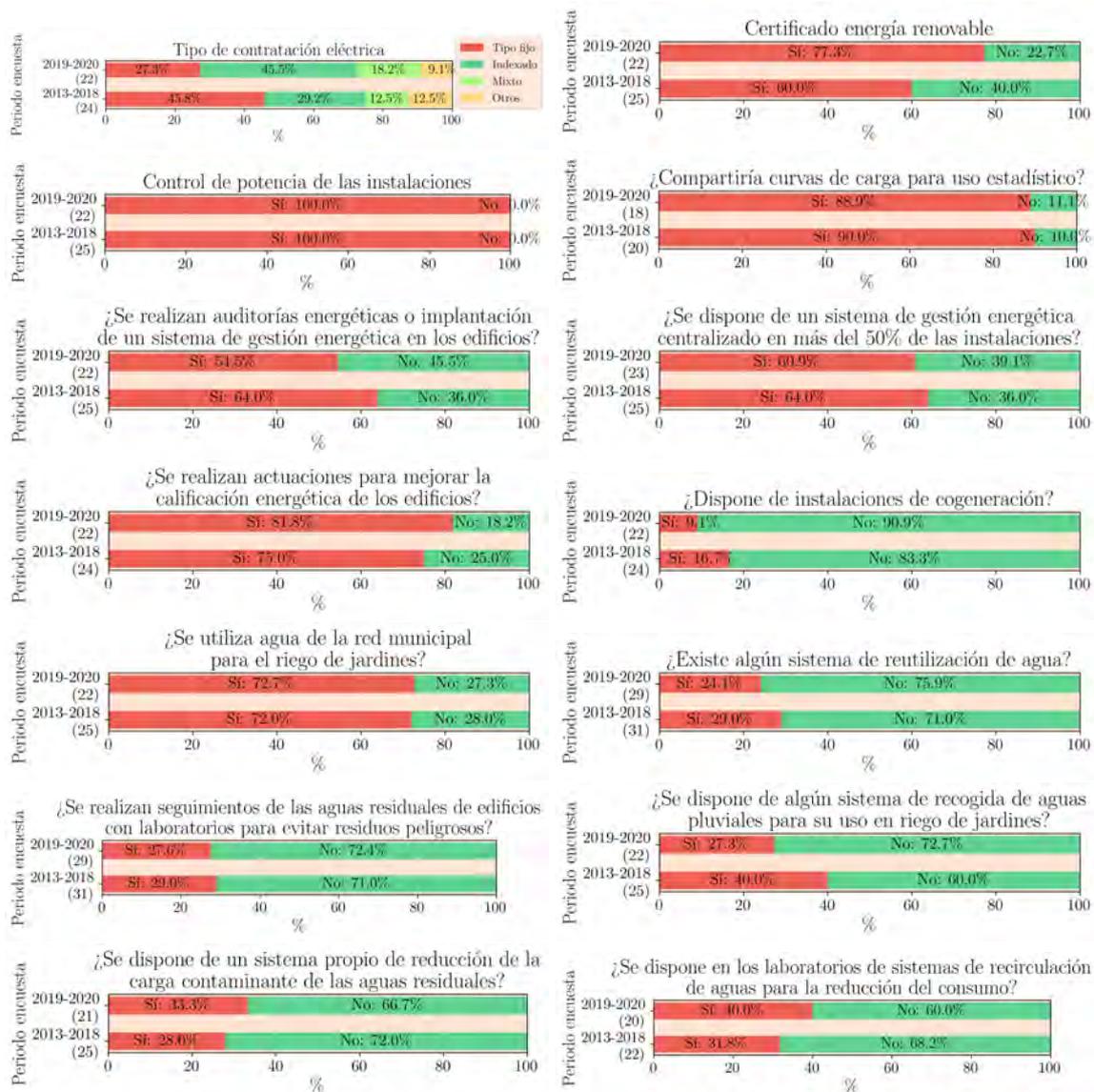


Figura 3.24: Información adicional sobre el perfil de las universidades encuestadas.



## Bibliografía

- [Dir10] Directiva2010/31/CE. “DIRECTIVA 2010/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios”. En: DOCE (2010) (vid. pág. 14).
- [Dir12] Directiva2012/27/UE. “DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE”. En: DOCE (2012) (vid. pág. 13).
- [IDA12] IDAE. “Seguimientos Energéticos Sectoriales. Centros Educativos: Universidades”. En: IDAE (2012) (vid. págs. 13, 17, 19).
- [ISO11] ISO50001:2011. “Energy Management Systems. Requirements with guidance for use”. En: ISO (2011) (vid. pág. 14).
- [Ley11] Ley2/2011. “Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible”. En: (2011) (vid. pág. 14).
- [RD306] RD314/2006. “Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación”. En: BOE (2006) (vid. pág. 14).
- [Uni22] Ministerio de Universidades. “Estadística de universidades, centros y titulaciones”. En: (May 2022). URL: <https://www.universidades.gob.es/portal/site/universidades/menuitem.a9621cf716a24d251662c810026041a0/?vgnextoid=a1a6122d36680710VgnVCM1000001d04140aRCRD> (vid. pág. 21).





## Índice alfabético

Antecedentes, 13

Consumo de agua en zonas verdes, 29

Consumo de biomasa, 29

Consumo normalizado de agua, 28

Consumo normalizado de energía eléctrica,  
27

Consumo normalizado de gas natural, 28

Cálculo y registro de la huella de carbono,  
29

Datos para la normalización de resultados,  
22

Diseño de la encuesta, 17

Herramientas, 20

Introducción, 13, 21

Metodología, 17

Objetivos, 14

Otros resultados de interés, 29

Población objetivo, 19

Prólogo, 11

Representación normalizada de consumos,  
27

Resultados de la encuesta, 21

Valoración del total de consumos, 25