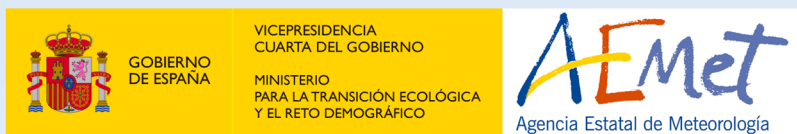


Nota técnica 31.2 de AEMET



ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS EN ESPAÑA EN EL PERIODO 1961-2018

VOLUMEN 2 SERIES DE TEMPERATURAS MEDIAS EN ESPAÑA A PARTIR DE ESTACIONES DE REFERENCIA

Nota técnica 31.2 de AEMET

Andrés CHAZARRA BERNABÉ, Belinda LORENZO MARIÑO, César RODRÍGUEZ
BALLESTEROS, Roser BOTEY FULLAT

*Área de Climatología y Aplicaciones Operativas
Agencia Estatal de Meteorología*

**achazarrab@aemet.es, blorenzom@aemet.es, crodriguezba@aemet.es,
mboteyf@aemet.es**



Madrid, 2020

AUTORES

Andrés Chazarra Bernabé
Belinda Lorenzo Mariño
César Rodríguez Ballesteros
Roser Botey Fullat

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas
AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA

PORTADA

Elaboración propia a partir de imágenes de la presente publicación.

AGRADECIMIENTOS

A Ramiro Romero Fresneda por sus sugerencias en la revisión del texto.



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Agencia Estatal de Meteorología
Madrid, 2020

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 666-20-004-X
<https://doi.org/10.31978/666-20-004-X>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
C/ Leonardo Prieto Castro, 8
28040 Madrid
<http://www.aemet.es/>



@Aemet_Esp



<https://www.facebook.com/AgenciaEstataldeMeteorologia>

Índice

1	Introducción	7
2	Series de temperaturas mensuales y anuales medias en España a partir de estaciones de referencia	8
2.1	Series de temperaturas mensuales y anuales medias a partir de 42 estaciones de referencia.....	8
2.2	Comparación de las series de temperatura media en España a partir de las 42 estaciones de referencia con las series obtenidas a partir de las rejillas.....	10
2.3	Relleno de lagunas de las 42 estaciones de referencia a partir de los datos en rejilla	14
2.4	Nuevas series de temperaturas mensuales y anuales medias en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia.....	16
2.5	Análisis de tendencias de las series de temperaturas medias en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia.....	18
3	Referencias.....	24
ANEXO A	Valores medios de temperatura para la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia (1961-2018)	25
A.1	Temperatura Media	25
A.2	Temperatura media de las máximas.....	27
A.3	Temperatura media de las mínimas.....	29

Índice de figuras

Figura 1: Áreas representativas de cada una de las 42 estaciones de referencia para la asignación de los pesos en el cálculo de la temperatura media de la España peninsular y Baleares.	10
Figura 2: Series de temperatura media mensual de las máximas para la España peninsular y Baleares según las 42 estaciones de referencia (rojo) y según los datos de rejilla (azul), representadas mediante medias móviles de 12 meses, y sus tendencias respectivas.	11
Figura 3: Series de temperatura media mensual de las mínimas para la España peninsular y Baleares según las 42 estaciones de referencia (rojo) y según los datos de rejilla (azul), representadas mediante medias móviles de 12 meses, y sus tendencias respectivas.	11
Figura 4: Diferencias entre los valores medios de temperatura obtenidos a partir de las 42 estaciones de referencia y los datos en rejilla para la temperatura media de las máximas (rojo) y la temperatura media de las mínimas (azul), suavizadas mediante medias móviles de 12 meses.	12
Figura 5: Valores de temperatura media anual (arriba), media anual de las máximas (centro) y media anual de las mínimas (abajo) para la España peninsular y Baleares según las 42 estaciones de referencia (rojo) y según los datos en rejilla (trazo continuo verde), y sus respectivos ajustes por mínimos cuadrados.	13
Figura 6: Temperatura media anual para la España peninsular y Baleares, calculada a partir de las 42 estaciones de referencia con el relleno de lagunas habitual (trazo rojo) y con el relleno a partir de las rejillas de temperatura (trazo azul).	14
Figura 7: Temperatura media anual de las máximas para la España peninsular y Baleares, calculada a partir de las 42 estaciones de referencia con el relleno de lagunas habitual (trazo rojo) y con el relleno a partir de las rejillas de temperatura (trazo azul).	15
Figura 8: Temperatura media anual de las mínimas para la España peninsular y Baleares, calculada a partir de las 42 estaciones de referencia con el relleno de lagunas habitual (trazo rojo) y con el relleno a partir de las rejillas de temperatura (trazo azul).	15
Figura 9: Áreas representativas de cada una de las 39 estaciones de referencia para la asignación de los pesos en el cálculo de la temperatura media de la España peninsular.	18
Figura 10: Evolución de la temperatura media anual (arriba) y estacional (abajo) para la España peninsular según los datos de las 39 estaciones de referencia (1961-2018).	19
Figura 11: Evolución de la temperatura media anual y estacional de las máximas (izda.) y de las mínimas (dcha.) para la España peninsular según los datos de las 39 estaciones de referencia (1961-2018).	21

Índice de tablas

Tabla 1: Listado de las 42 estaciones de referencia utilizadas para el cálculo de los valores medios mensuales de temperatura en España desde 1965.	9
Tabla 2: Listado de las 39 estaciones de referencia utilizadas para el cálculo de los valores medios mensuales de temperatura en la España peninsular desde 1961.	17
Tabla 3: Tendencias de la temperatura media en la España peninsular en el periodo 1961-2018 a partir de las 39 estaciones de referencia (en negrita las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en negrita y cursiva las significativas al 1 %).	20
Tabla 4: Tendencias de la temperatura media en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia para cada periodo de referencia (en negrita las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en negrita y cursiva las significativas al 1 %).	20
Tabla 5: Tendencias de la temperatura media anual y estacional de las máximas (izda.) y de las mínimas (dcha.) en la España peninsular en el periodo 1961-2018 a partir de las 39 estaciones de referencia (en negrita las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en negrita y cursiva las significativas al 1 %).	22
Tabla 6: Tendencias de la temperatura media de las máximas (arriba) y de la temperatura media de las mínimas (abajo) en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia para cada periodo de referencia (en negrita las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en negrita y cursiva las significativas al 1 %).	22

Abreviaturas

- **AEMET**: Agencia Estatal de Meteorología
- **CMT**: Centro Meteorológico Territorial
- **est. ref.**: estaciones de referencia
- **IM**: Instituto de Meteorología de Portugal
- **IPCC**: Intergovernmental Panel on Climate Change
- **OMM**: Organización Meteorológica Mundial
- **TMED**: temperatura media mensual
- **TM_MAX**: temperatura media mensual de las máximas
- **TM_MIN**: temperatura media mensual de las mínimas

1 Introducción

La temperatura del aire es, junto con la precipitación, la principal variable climática utilizada en la descripción del clima de un lugar. Su estudio resulta fundamental tanto para conocer el clima actual como para analizar los cambios climáticos que se han producido en épocas pasadas, así como para prever posibles escenarios climáticos futuros.

El estudio de la temperatura tradicionalmente se ha realizado a partir de los datos registrados en las estaciones climatológicas, mediante el análisis de las series de datos termométricos que se obtienen a lo largo del tiempo en cada emplazamiento. Sin embargo, la rápida evolución de la informática y de la tecnología computacional experimentada desde finales del siglo XX ha facilitado el desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG), los cuales permiten generar conjuntos de datos en rejilla a partir de datos puntuales mediante técnicas de interpolación espacial. Actualmente, cada vez es más frecuente el uso de datos en rejilla en el análisis y la vigilancia del clima, ya que permiten integrar la información registrada en las estaciones climatológicas y proporcionan, a su vez, una estimación de las variables climáticas en lugares carentes de observaciones, facilitando el análisis espacial y la obtención de estadísticas climáticas regionales.

En el presente trabajo, dividido en dos volúmenes, se ha realizado un análisis detallado de la temperatura en el territorio español desde 1961 hasta 2018, abarcando, por tanto, un periodo de cerca de 60 años.

En el primer volumen se describe el proceso que se ha seguido en el Área de Climatología y Aplicaciones Operativas de la Agencia Estatal de Meteorología para la generación de rejillas mensuales de temperatura de alta resolución para el periodo 1961-2018 a partir de los datos termométricos almacenados en la Base Nacional de Datos Climatológicos. Asimismo, se describen distintos productos derivados que se obtienen a partir de las rejillas: rejillas anuales, estacionales, decenales y por periodos de referencia, estadísticas por territorios, etc. Por último, se realiza un estudio de las series de temperatura que se obtienen a partir de las rejillas, incluyendo un análisis de las tendencias de temperatura observadas en España desde 1961 que pone de manifiesto el efecto del calentamiento global de las últimas décadas sobre nuestro territorio.

En el segundo volumen se describen las series de temperatura para la España peninsular y Baleares a partir de 42 estaciones que se han venido utilizando como series de referencia para el análisis y la vigilancia del clima en el Área de Climatología y Aplicaciones Operativas durante la última década. Se comparan estas series, cuyo inicio se remonta a 1965, con las series que se obtienen a partir de las rejillas mensuales descritas en el volumen primero de la publicación, y se analiza la posibilidad de utilizar las rejillas para rellenar las lagunas de las estaciones de referencia. Se propone una actualización de las series de referencia para la España peninsular, empleando las rejillas para el relleno de lagunas y alargando el periodo de las series de referencia hasta el año 1961. Finalmente, se muestra un análisis de tendencias de las nuevas series de referencia similar al realizado en el volumen uno con las series de rejillas.

2 Series de temperaturas mensuales y anuales medias en España a partir de estaciones de referencia

2.1 Series de temperaturas mensuales y anuales medias a partir de 42 estaciones de referencia

En las tareas de vigilancia y análisis del clima en el territorio español resulta fundamental disponer de series de referencia de temperatura media en España de la mayor longitud y calidad posibles. Con este fin, se vienen empleando desde hace más de una década series de temperaturas medias mensuales y anuales en España generadas a partir de los valores registrados en cuarenta y dos estaciones pertenecientes a la red principal de la Agencia Estatal de Meteorología.

Las observaciones registradas en estas estaciones son sometidas a controles de calidad en tiempo casi real, tras lo cual son incorporadas a la Base Nacional de Datos Climatológicos, por lo que resulta posible realizar un seguimiento del clima a partir de datos de calidad contrastada sin demoras de tiempo significativas. Los valores de estas series de referencia, así como sus valores medios en el periodo de referencia 1981-2010, se encuentran publicados en el apartado Climatología del Calendario Meteorológico 2018 (AEMET, 2017)^[3].

Las estaciones de referencia se escogieron teniendo en cuenta tanto la calidad y la longitud de las series de temperatura como su distribución espacial, buscando que fueran representativas de su entorno, se encontraran repartidas uniformemente por el área considerada y sus series fueran lo más largas y homogéneas posible, siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial para el establecimiento de estaciones climatológicas de referencia (OMM, 2018)^[9].

Con estos criterios, se seleccionaron 42 estaciones repartidas por el territorio peninsular español y Baleares (ver [Tabla 1](#)). Por criterios de continuidad geográfica y climática (AEMET e IM, 2011, 2012)^{[1][2]}, no se incluyeron estaciones situadas en el archipiélago canario, por lo que los valores finales de las series son representativos únicamente del conjunto del territorio peninsular español y de Baleares.

Una vez seleccionadas las estaciones, se procedió al relleno de lagunas de las series de datos mensuales a partir de los valores de estaciones vecinas aplicando métodos estadísticos. Debido al elevado número de lagunas existente a comienzos de los años 60 y en épocas anteriores, se escogió enero de 1965 como fecha de comienzo de las series medias.

El cálculo de los valores medios mensuales y anuales de temperatura se realiza aplicando una media ponderada a los datos registrados en las 42 estaciones de referencia, asignando a cada estación un peso proporcional a su representatividad espacial, la cual se calculó aplicando el método de los polígonos de Thiessen (OMM, 1994)^[7] para cada una de las cuencas hidrográficas principales ([Figura 1](#)). El peso asignado a cada estación es, por tanto, igual para todos los meses y para el valor anual.

INDICATIVO	ESTACIÓN	PROVINCIA	ALTITUD (m)
0076	Barcelona/aeropuerto	Barcelona	4
0367	Girona/Costa Brava	Girona	143
1024E	San Sebastián, Igeldo	Guipúzcoa	251
1082	Bilbao/aeropuerto	Vizcaya	42
1109	Santander/Parayas	Cantabria	3
1249I	Oviedo	Asturias	336
1387	A Coruña	A Coruña	58
1484C	Pontevedra	Pontevedra	108
1690A	Ourense	Ourense	143
2030	Soria	Soria	1082
2331	Burgos/Villafría	Burgos	891
2462	Navacerrada, Puerto	Madrid	1894
2539	Valladolid/Villanubla	Valladolid	846
2614	Zamora	Zamora	656
2661	León/Virgen del Camino	León	912
2867	Salamanca/Matacán	Salamanca	790
3013	Molina de Aragón	Guadalajara	1062
3195	Madrid, Retiro	Madrid	667
3260B	Toledo	Toledo	515
3469A	Cáceres	Cáceres	394
4121	Ciudad Real	Ciudad Real	628
4452	Badajoz/Talavera la Real	Badajoz	185
4642E	Huelva, Ronda Esta	Huelva	19
5270B	Jaén	Jaén	580
5402	Córdoba/aeropuerto	Córdoba	90
5514	Granada/Base aérea	Granada	687
5783	Sevilla/San Pablo	Sevilla	34
6155A	Málaga/aeropuerto	Málaga	5
6325O	Almería/aeropuerto	Almería	21
7031	Murcia/San Javier	Murcia	4
8025	Alicante	Alicante	81
8175	Albacete/Los Llanos	Albacete	702
8368U	Teruel	Teruel	900
8416	Valencia	Valencia	11
9170	Logroño/Agoncillo	La Rioja	353
9263D	Pamplona/Noáin	Navarra	459
9434	Zaragoza/aeropuerto	Zaragoza	249
9771C	Lleida	Lleida	185
9981A	Tortosa	Tarragona	50
B228	Palma de Mallorca, CMT	Baleares	3
B893	Menorca/aeropuerto	Baleares	91
B954	Ibiza/Es Codolá	Baleares	6

Tabla 1: Listado de las 42 estaciones de referencia utilizadas para el cálculo de los valores medios mensuales de temperatura en España desde 1965.

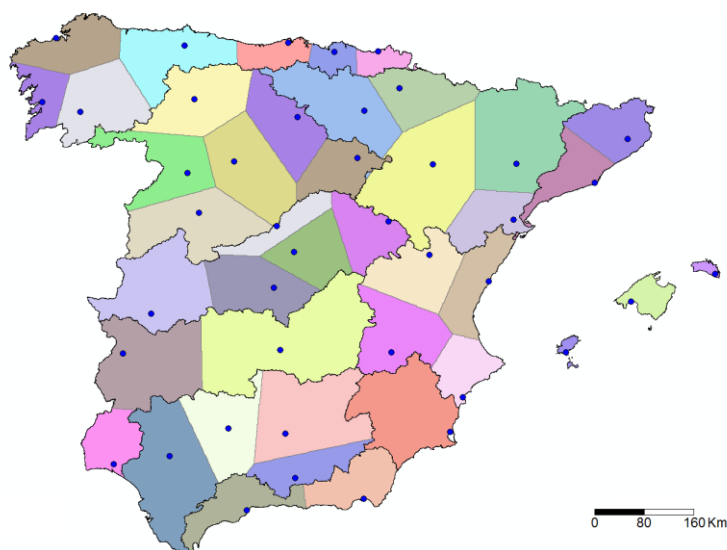


Figura 1: Áreas representativas de cada una de las 42 estaciones de referencia para la asignación de los pesos en el cálculo de la temperatura media de la España peninsular y Baleares.

2.2 Comparación de las series de temperatura media en España a partir de las 42 estaciones de referencia con las series obtenidas a partir de las rejillas

Se ha realizado una comparación entre las series mensuales de temperaturas medias en España a partir de las 42 estaciones de referencia, descritas en el apartado anterior, y los valores medios de temperatura mensual obtenidas a partir de las rejillas mensuales de temperatura 1961-2018, descritas en el primer volumen de la presente publicación, con el fin de analizar la coherencia existente entre ambos métodos. Dado que las series de temperatura a partir de las 42 estaciones de referencia comienzan en 1965, el periodo utilizado en la comparación fue 1965-2018.

En las Figuras 2 y 3 se han representado los valores medios mensuales obtenidos según los dos métodos para la temperatura media de las máximas y de las mínimas, respectivamente. En las gráficas de la izquierda se muestran las medias móviles de 12 meses de los valores medios de temperatura para la España peninsular y Baleares calculados a partir de las 42 estaciones de referencia, en trazo rojo, y a partir de los datos de rejilla, en trazo azul, mientras que en las gráficas de la derecha se representan las tendencias de ambas series, extraídas utilizando RJDemetra (Quartier-la-Tente et al., 2019)^[10].

En la Figura 4 se muestran las diferencias entre los valores medios de temperatura obtenidos a partir de las 42 estaciones de referencia y los valores obtenidos a partir de los datos en rejilla, suavizadas mediante medias móviles de 12 meses. En azul se representan las diferencias de temperatura media de las mínimas y en rojo las de temperatura media de las máximas.

Analizando a simple vista estos gráficos, se observa un evidente paralelismo en el comportamiento de ambas series que pone de manifiesto la existencia de una marcada correlación entre las series. Destaca asimismo la notable diferencia existente en los valores medios que se obtienen con ambos métodos, siendo más elevados los valores que se obtienen a partir de las estaciones de referencia que los calculados a partir de las rejillas. Este resultado resulta lógico dado que la altitud media de la España peninsular y Baleares que se obtiene a partir del modelo digital de elevaciones utilizado

en la generación de las rejillas es de 686 m, mientras que la altitud media de las 42 estaciones de referencia, situadas la mayoría de ellas en capitales de provincia, es de tan solo 385 m, unos 300 m menor. Las diferencias de temperatura observadas son de alrededor de 1 °C en la temperatura media de las máximas y sensiblemente mayor, ligeramente por encima de 1,5 °C, para la temperatura media de las mínimas.

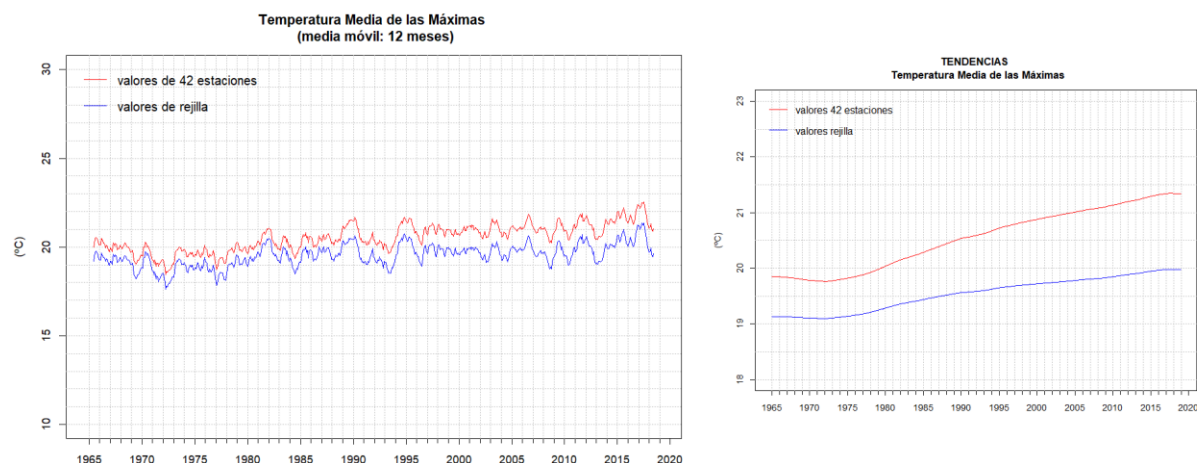


Figura 2: Series de temperatura media mensual de las máximas para la España peninsular y Baleares según las 42 estaciones de referencia (rojo) y según los datos de rejilla (azul), representadas mediante medias móviles de 12 meses, y sus tendencias respectivas.

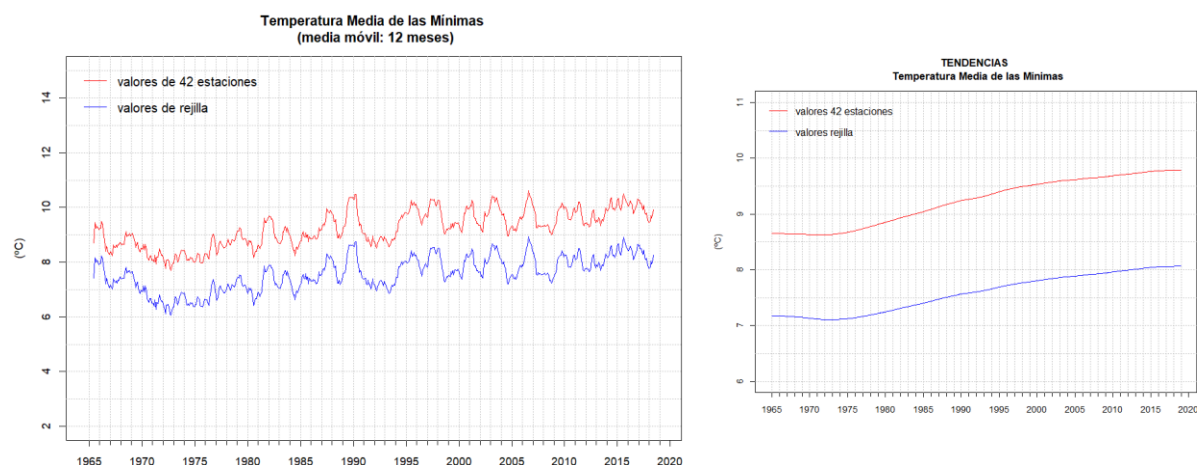


Figura 3: Series de temperatura media mensual de las mínimas para la España peninsular y Baleares según las 42 estaciones de referencia (rojo) y según los datos de rejilla (azul), representadas mediante medias móviles de 12 meses, y sus tendencias respectivas.

Esta diferencia entre los valores medios que se obtienen con los dos métodos varía a lo largo del periodo estudiado, siendo más marcado el aumento de la diferencia en la temperatura media de las máximas que en la temperatura media de las mínimas (Figura 4). En el caso de las mínimas, se observa un aumento de la diferencia en la segunda mitad de los años 1960, manteniéndose sin grandes variaciones a partir de 1971. En las máximas, en cambio, el aumento de la diferencia es

más progresivo y prolongado, extendiéndose a lo largo de los años 1980 y 1990, mientras que la diferencia permanece aproximadamente constante al comienzo y al final del periodo analizado.

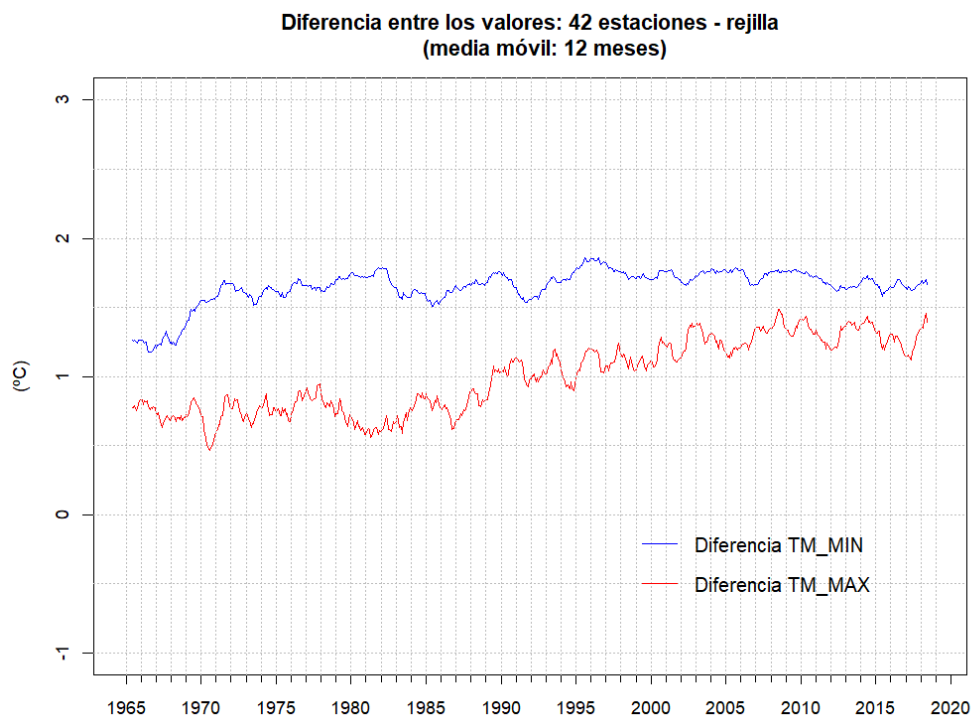


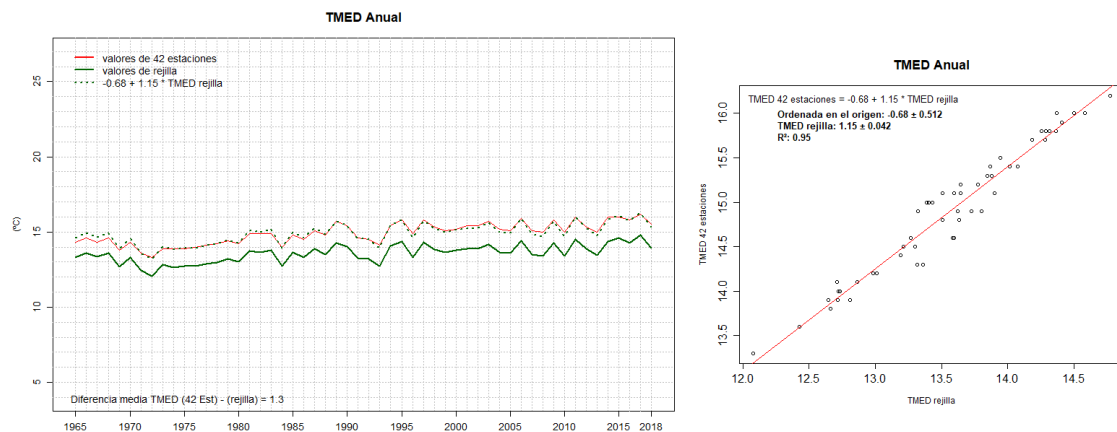
Figura 4: Diferencias entre los valores medios de temperatura obtenidos a partir de las 42 estaciones de referencia y los datos en rejilla para la temperatura media de las máximas (rojo) y la temperatura media de las mínimas (azul), suavizadas mediante medias móviles de 12 meses.

Estos aumentos en el tiempo de la diferencia entre las temperaturas calculadas por ambos métodos posiblemente se deban al efecto del crecimiento urbano experimentado durante el periodo de estudio en el entorno de muchas de las estaciones de referencia, situadas mayoritariamente en ciudades o en sus proximidades. La modificación de la superficie por el crecimiento de las ciudades afecta al almacenamiento y la transferencia de calor, agua y flujo de aire, siendo posible que sus impactos lleguen a dominar al resto de factores en algunas de estas zonas (Hartmann et al., 2013)^[5]. Las rejillas son menos sensibles a este efecto al utilizarse en su generación también estaciones de la red secundaria, localizadas muchas de ellas en entornos rurales o poco urbanizados.

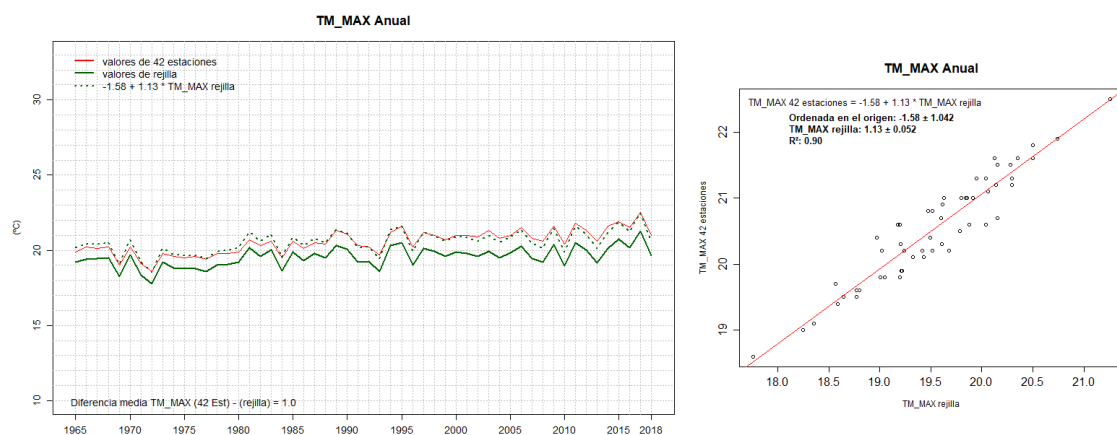
Se realizaron ajustes de regresión lineal entre las series de temperaturas mensuales y anuales obtenidas a partir de las rejillas y las de las 42 estaciones de referencia para evaluar la correlación existente. En la Figura 5 se muestran los resultados de este análisis para la temperatura media, la temperatura media de las máximas y la temperatura media de las mínimas, respectivamente. En las gráficas de la izquierda se ha representado el valor medio anual de la temperatura de la España peninsular y Baleares según los datos de las 42 estaciones, en trazo rojo, y según los datos en rejilla, en trazo continuo verde. En trazo verde discontinuo se muestra la predicción del valor de la temperatura que se obtendría para las medias de las 42 estaciones según los modelos de regresión por mínimos cuadrados que se representan en las gráficas de la derecha. El valor del coeficiente de determinación R^2 es de 0,95 para la temperatura media anual y la temperatura media anual de las mínimas anuales, y de 0,90 para la temperatura media anual de las máximas,

corroborándose la existencia de una buena correlación entre los resultados de los dos métodos analizados.

Temperatura media



Temperatura media de las máximas



Temperatura media de las mínimas

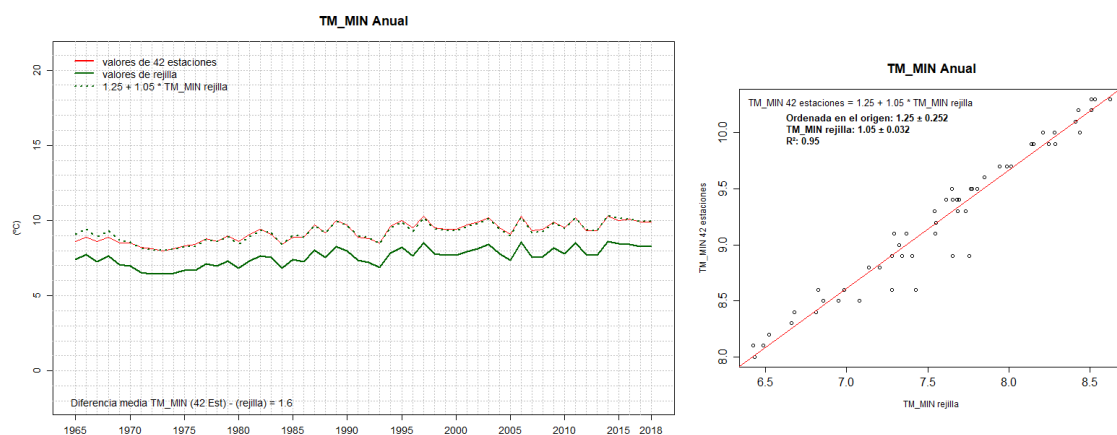


Figura 5: Valores de temperatura media anual (arriba), media anual de las máximas (centro) y media anual de las mínimas (abajo) para la España peninsular y Baleares según las 42 estaciones de referencia (rojo) y según los datos en rejilla (trazo continuo verde), y sus respectivos ajustes por mínimos cuadrados.

2.3 Relleno de lagunas de las 42 estaciones de referencia a partir de los datos en rejilla

Hasta ahora, las lagunas de las series de las 42 estaciones de referencia se rellenaban a partir de los valores de estaciones vecinas empleando métodos estadísticos sencillos. Sin embargo, la baja densidad de estaciones con series termométricas de calidad existente antes de los años 1970 dificultaba la tarea de relleno de lagunas, motivo por el cual la serie de temperaturas medias de la España peninsular y Baleares comenzaba en 1965 y no se remontaba más atrás en el tiempo.

Al disponer actualmente de rejillas mensuales de temperatura desde 1961, se ha analizado la posibilidad de efectuar el relleno de lagunas de las estaciones de referencia a partir de los valores en rejilla a partir de esa fecha.

En la [Figura 6](#) se comparan los valores de la temperatura media anual en la España peninsular y Baleares obtenidos a partir de los datos de las 42 estaciones de referencia empleando el método habitual para el relleno de lagunas (color rojo) y utilizando los valores en rejilla para el relleno de lagunas (color azul). En las [Figuras 7 y 8](#) se muestran los resultados correspondientes a las temperaturas máximas y mínimas anuales. Como se observa en las figuras, las diferencias entre los resultados obtenidos con ambos métodos son mínimas, estando englobadas dentro de los márgenes de error esperables por redondeo. Los ajustes entre ambas series presentan coeficientes de determinación R^2 superiores a 0,99.

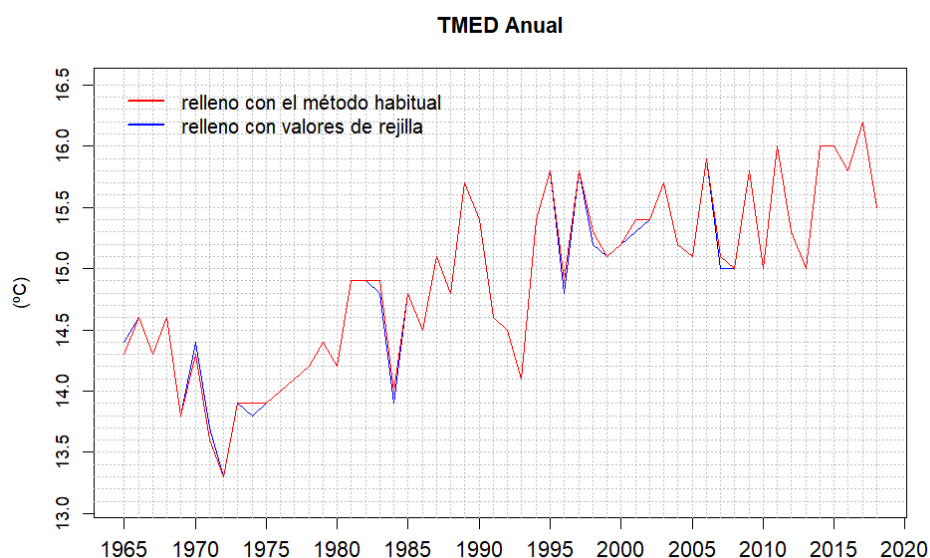


Figura 6: Temperatura media anual para la España peninsular y Baleares, calculada a partir de las 42 estaciones de referencia con el relleno de lagunas habitual (trazo rojo) y con el relleno a partir de las rejillas de temperatura (trazo azul).

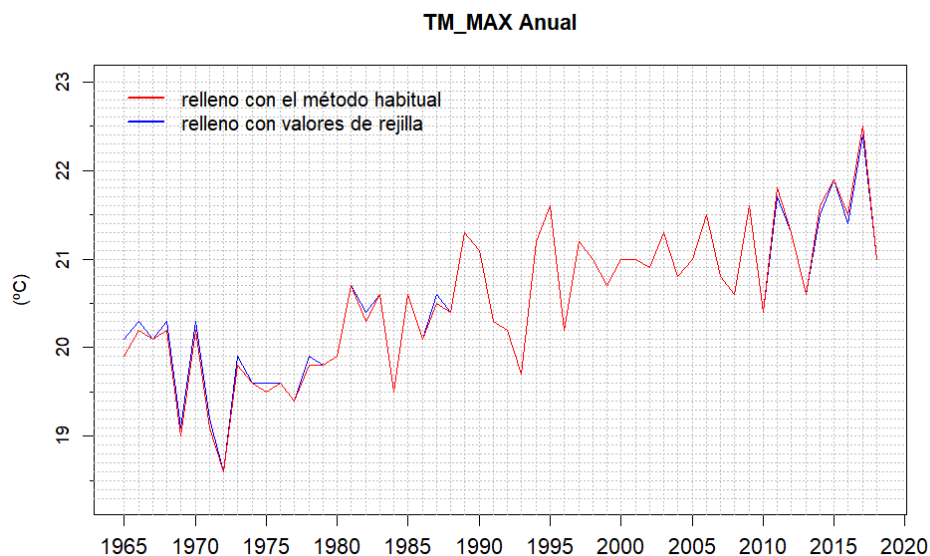


Figura 7: Temperatura media anual de las máximas para la España peninsular y Baleares, calculada a partir de las 42 estaciones de referencia con el relleno de lagunas habitual (trazo rojo) y con el relleno a partir de las rejillas de temperatura (trazo azul).

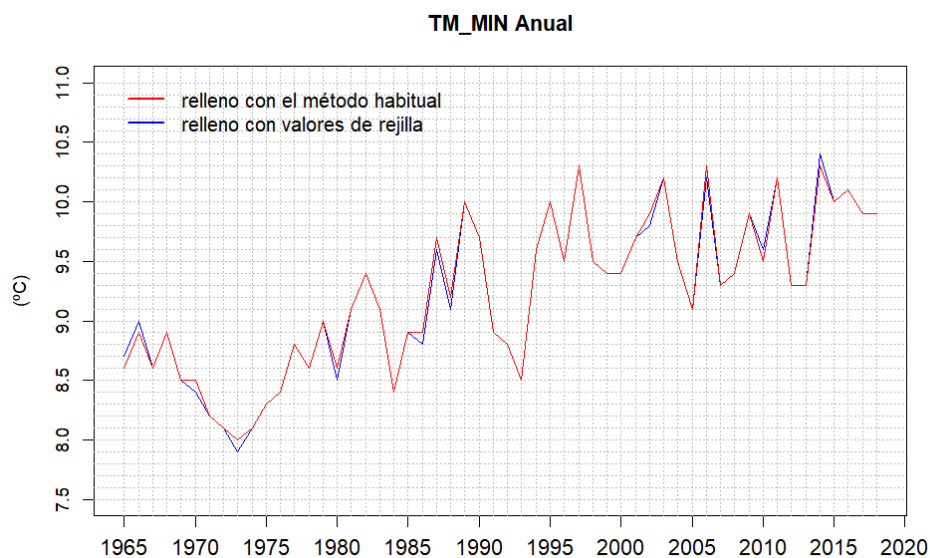


Figura 8: Temperatura media anual de las mínimas para la España peninsular y Baleares, calculada a partir de las 42 estaciones de referencia con el relleno de lagunas habitual (trazo rojo) y con el relleno a partir de las rejillas de temperatura (trazo azul).

2.4 Nuevas series de temperaturas mensuales y anuales medias en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia

Tras el estudio anteriormente descrito, desde el Área de Climatología y Aplicaciones Operativas se ha considerado adecuado revisar y actualizar las series de temperaturas medias mensuales y anuales en España que se venían utilizando hasta ahora para la vigilancia del clima.

En primer lugar, se han prolongado las series hasta enero de 1961, fecha de comienzo del periodo de referencia 1961-1990, empleando para el relleno de lagunas las rejillas mensuales de temperatura. Este periodo ha sido establecido por la Organización Meteorológica Mundial como periodo de referencia fijo para la evaluación a largo plazo del cambio climático y de la variabilidad del clima, de forma que todos los estudios sobre cambio climático que se realicen ofrezcan resultados comparables entre sí (OMM, 2015; Chazarra et al., 2018)^{[8][4]}, por lo que resulta relevante disponer de series de temperatura media en el territorio español desde 1961.

Para mantener la coherencia en las series, se han utilizado las rejillas para el relleno de lagunas no solo para los cuatro nuevos años incluidos en las series (1961-1964) sino para todo el periodo 1961-2018, y va a ser también el método que se emplee a partir de ahora para el relleno de las lagunas que puedan existir en el futuro en las series de las estaciones de referencia.

Asimismo, por motivos de continuidad geográfica, se ha considerado oportuno calcular los valores medios de temperatura en el territorio peninsular español excluyendo a las islas Baleares. De esta manera, se facilita la posibilidad de calcular series de valores medios de temperatura en el conjunto de la península ibérica a partir de los valores medios de temperatura de la España peninsular y de los valores medios del territorio portugués continental.

El cálculo de las nuevas series se ha realizado, por tanto, empleando las 39 series de referencia incluidas en la [Tabla 2](#), las cuales coinciden con las 42 estaciones de referencia utilizadas hasta ahora salvo las 3 estaciones de Baleares.

Se han recalculado los pesos asignados a cada una de las 39 estaciones siguiendo el método descrito anteriormente en el [apartado 2.1](#), asignando a cada estación un peso proporcional a su representatividad espacial calculada aplicando el método de los polígonos de Thiessen para cada una de las cuencas hidrográficas principales ([Figura 9](#)).

En el [ANEXO A](#) se muestran las nuevas series con los valores medios mensuales y anuales de temperatura media, temperatura media de las máximas y temperatura media de las mínimas para la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia, con relleno de lagunas mediante datos en rejilla, para el periodo 1961-2018.

INDICATIVO	ESTACIÓN	PROVINCIA	ALTITUD (m)
0076	Barcelona/aeropuerto	Barcelona	4
0367	Girona/Costa Brava	Girona	143
1024E	San Sebastián, Igeldo	Guipúzcoa	251
1082	Bilbao/aeropuerto	Vizcaya	42
1109	Santander/Parayas	Cantabria	3
1249I	Oviedo	Asturias	336
1387	A Coruña	A Coruña	58
1484C	Pontevedra	Pontevedra	108
1690A	Ourense	Ourense	143
2030	Soria	Soria	1082
2331	Burgos/Villafría	Burgos	891
2462	Navacerrada, Puerto	Madrid	1894
2539	Valladolid/Villanubla	Valladolid	846
2614	Zamora	Zamora	656
2661	León/Virgen del Camino	León	912
2867	Salamanca/Matacán	Salamanca	790
3013	Molina de Aragón	Guadalajara	1062
3195	Madrid, Retiro	Madrid	667
3260B	Toledo	Toledo	515
3469A	Cáceres	Cáceres	394
4121	Ciudad Real	Ciudad Real	628
4452	Badajoz/Talavera la Real	Badajoz	185
4642E	Huelva, Ronda Esta	Huelva	19
5270B	Jaén	Jaén	580
5402	Córdoba/aeropuerto	Córdoba	90
5514	Granada/Base aérea	Granada	687
5783	Sevilla/San Pablo	Sevilla	34
6155A	Málaga/aeropuerto	Málaga	5
6325O	Almería/aeropuerto	Almería	21
7031	Murcia/San Javier	Murcia	4
8025	Alicante	Alicante	81
8175	Albacete/Los Llanos	Albacete	702
8368U	Teruel	Teruel	900
8416	Valencia	Valencia	11
9170	Logroño/Agoncillo	La Rioja	353
9263D	Pamplona/Noaín	Navarra	459
9434	Zaragoza/aeropuerto	Zaragoza	249
9771C	Lleida	Lleida	185
9981A	Tortosa	Tarragona	50

Tabla 2: Listado de las 39 estaciones de referencia utilizadas para el cálculo de los valores medios mensuales de temperatura en la España peninsular desde 1961.

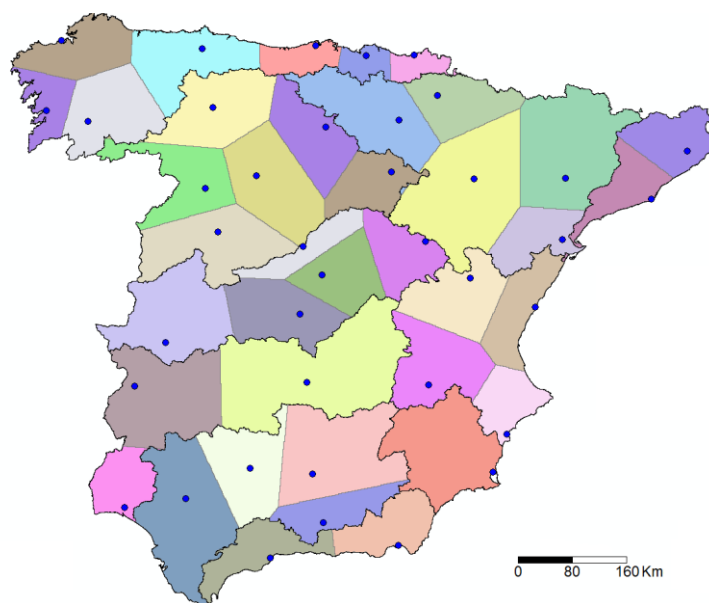


Figura 9: Áreas representativas de cada una de las 39 estaciones de referencia para la asignación de los pesos en el cálculo de la temperatura media de la España peninsular.

2.5 Análisis de tendencias de las series de temperaturas medias en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia

Se ha realizado un análisis de las tendencias de las series anuales y estacionales de temperaturas en España obtenidas a partir de las 39 estaciones de referencia en el periodo 1961-2018, de forma análoga al análisis realizado en el volumen 1 de la presente publicación con las series generadas a partir de los datos en rejilla.

En la [Figura 10](#) se han representado en color azul las series de temperaturas medias anuales y estacionales 1961-2018 de la España peninsular y en líneas rojas discontinuas las tendencias lineales obtenidas por ajuste de mínimos cuadrados.

Analizando visualmente la serie de temperatura media anual, se observa un marcado descenso térmico durante los años 1960 y comienzos de los 1970, alcanzándose en 1972 el valor más bajo de la serie en el periodo de estudio. A partir de ese año, se aprecia una tendencia general creciente, la cual resulta más pronunciada en los años 1970 y 1980. A comienzos de los años 1990 se observa un breve periodo de tres años (1991-1993) relativamente fríos, tras el cual las temperaturas medias vuelven a situarse en valores elevados, aunque sin mostrar una tendencia evidente en la segunda mitad de la década de 1990 y en la década de 2000, época en la que el calentamiento parece estancarse. Por último, durante los años 2010 se observa de nuevo una tendencia creciente de la temperatura media, especialmente durante los años 2014-2017, en los cuales se alcanzan las temperaturas más altas de todo el periodo de estudio.

En el análisis visual de las temperaturas medias estacionales se aprecia una tendencia general creciente en las cuatro estaciones del año, si bien resulta más marcada en la primavera y el verano, siendo el invierno la estación que presenta una tendencia menos evidente. Asimismo, el

enfriamiento de los años 1960 y comienzos de los 1970, que se observa de forma muy clara en las temperaturas de primavera, verano y otoño, no se observa en las temperaturas invernales.

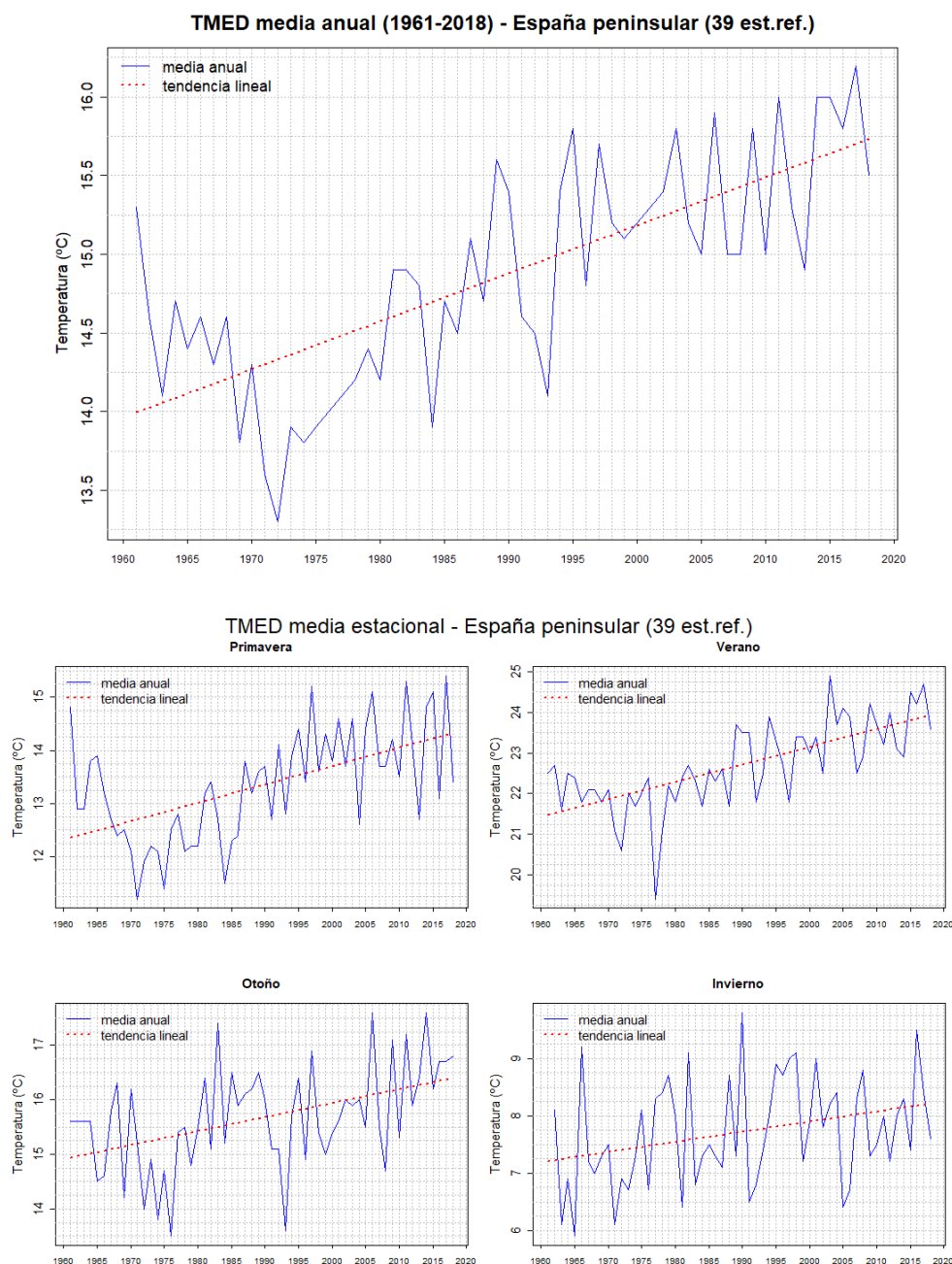


Figura 10: Evolución de la temperatura media anual (arriba) y estacional (abajo) para la España peninsular según los datos de las 39 estaciones de referencia (1961-2018).

Este comportamiento general de la temperatura media anual y estacional en la España peninsular es, como cabía esperar, muy similar al de las series de temperaturas medias a partir de las rejillas analizadas en el volumen 1 de la presente obra, a pesar de que estas últimas abarcaban las islas Baleares, Ceuta y Melilla además de la España peninsular. Asimismo, el comportamiento de las series coincide casi exactamente durante el periodo de estudio común con el descrito por Luna et al. en el trabajo "Tendencias observadas en España en precipitación y temperatura" (Luna et al.,

2012)^[6], en el cual se analizaron las tendencias de la temperatura en España durante el periodo 1965-2010 a partir de series de temperatura media generadas con los datos de las 42 estaciones seleccionadas de la España peninsular y Baleares, si bien el periodo actualmente analizado, 1961-2018, es mayor y proporciona, por tanto, una información más actualizada y extensa.

En la **Tabla 3** se muestra la tendencia anual y las tendencias estacionales de la temperatura media en el periodo 1961-2018, expresadas en °C/decenio, junto con los errores estimados para las tendencias suponiendo normalidad en la distribución de los residuos, y sus niveles de significación calculados con los test de Kendall y de Spearman. Se han marcado en **negrita** las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 % según los test aplicados (los resultados de ambas pruebas para estos niveles de significación coinciden), y en **negrita y cursiva** las significativas al 1 %.

TMED (°C/década) (1961-2018)			
	tendencia	p-valor Kendall	p-valor Spearman
Anual	0.31±0.04	2.8818×10 ⁻⁰⁹	2.0338×10 ⁻¹¹
Primavera	0.35±0.07	1.2340×10 ⁻⁰⁵	8.4711×10 ⁻⁰⁶
Verano	0.43±0.06	1.8810×10 ⁻⁰⁸	7.31721×10 ⁻¹¹
Otoño	0.26±0.07	7.6616×10 ⁻⁰⁴	4.78710×10 ⁻⁰⁴
Invierno	0.18±0.07	0.0144	0.0152

*Tabla 3: Tendencias de la temperatura media en la España peninsular en el periodo 1961-2018 a partir de las 39 estaciones de referencia (en **negrita** las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en **negrita y cursiva** las significativas al 1 %).*

La tendencia de la temperatura media para el periodo completo 1961-2018 es de 0,31 °C/decenio, resultando significativa al 1 %. Este valor es algo mayor que el obtenido para el mismo periodo a partir de las rejillas de la España peninsular, Baleares, Ceuta y Melilla (0,21 °C/decenio) pero inferior al estimado por Luna et al. para la España Peninsular y Baleares a partir de las 42 estaciones de referencia para el periodo 1965-2010 (0,37 °C/decenio).

El verano es la estación del año que más ha contribuido al calentamiento, con 0,43 °C/decenio, seguida de la primavera (0,35 °C/decenio) y el otoño (0,26 °C/decenio), resultando todas ellas significativas al 1 %. El invierno es la estación que presenta una menor tendencia, de 0,18 °C/decenio y significativa al 5 % pero no al 1 %.

Tendencia TMED (°C/década)				
	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2018*
Anual	0.20±0.11	0.58±0.09	0.27±0.09	0.35±0.10*
Primavera	-0.07±0.18	0.89±0.12	0.52±0.15	0.21±0.19*
Verano	0.20±0.17	0.73±0.16	0.51±0.15	0.45±0.17*
Otoño	0.36±0.18	0.34±0.19	-0.06±0.18	0.65±0.18*
Invierno	0.40±0.21	0.40±0.19	0.14±0.20	0.09±0.20*

*Tabla 4: Tendencias de la temperatura media en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia para cada periodo de referencia (en **negrita** las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en **negrita y cursiva** las significativas al 1 %).*

(*Los datos del último periodo son orientativos al faltar dos años para completar el periodo 1991-2020)

Se han calculado también las tendencias de la temperatura media anual para cada uno de los periodos de referencia de 30 años comprendidos en el periodo de estudio (Tabla 4), siendo el periodo de referencia 1971-2000 el que presenta el mayor calentamiento, al igual que ocurriría en el estudio de tendencias de las series a partir de las rejillas, si bien los valores de las tendencias obtenidas ahora son mayores.

En cuanto a las temperaturas medias anuales de las máximas y de las mínimas (Figura 11), se obtienen tendencias de $0,32\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{decenio}$ y $0,28\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{decenio}$ respectivamente, significativas ambas al 1 % (Tabla 5). Por estaciones del año, el mayor calentamiento se observa, tanto para temperaturas máximas como mínimas, en el verano y la primavera, obteniéndose tendencias crecientes significativas al 1 % en todos los casos salvo en las temperaturas mínimas de invierno, que no presentan una tendencia significativa al 5 % (Tabla 5).

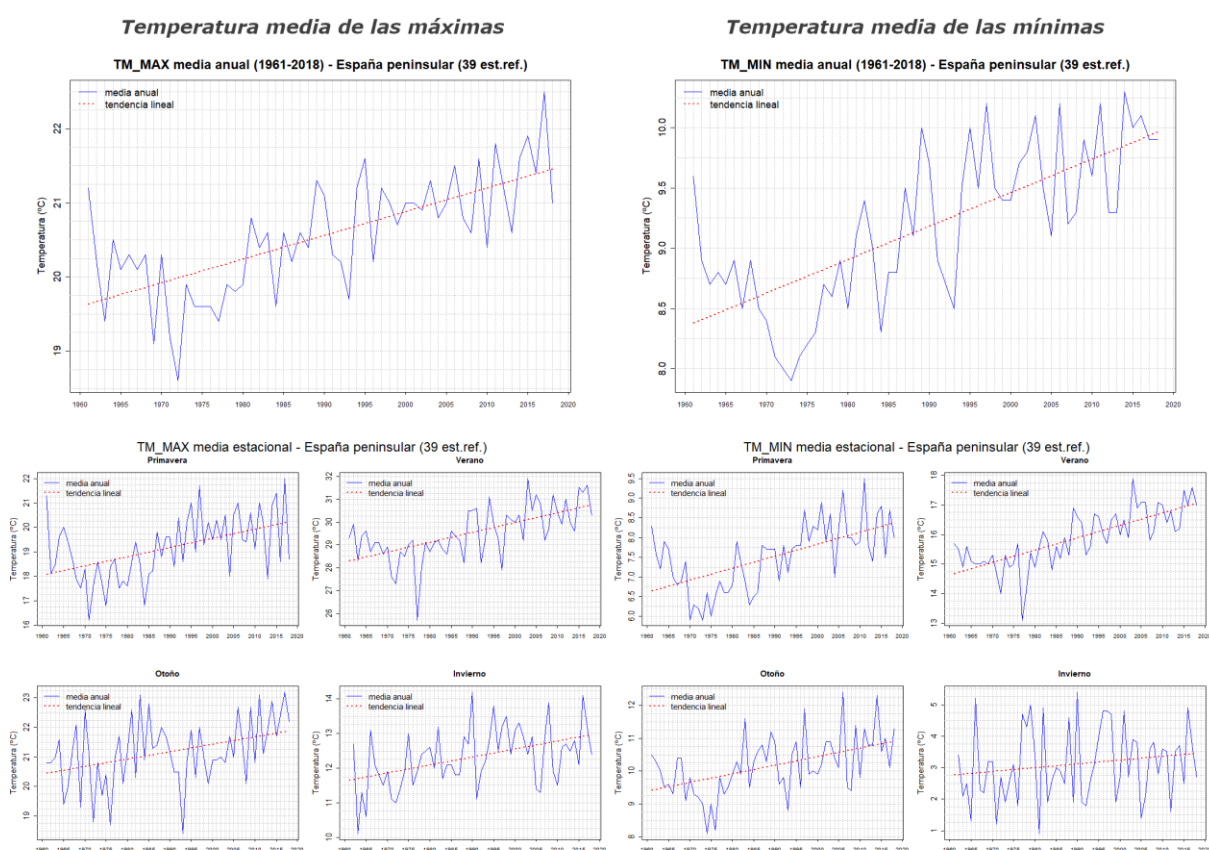


Figura 11: Evolución de la temperatura media anual y estacional de las máximas (izda.) y de las mínimas (dcha.) para la España peninsular según los datos de las 39 estaciones de referencia (1961-2018).

	TM_MAX (°C/década) (1961-2018)			TM_MIN (°C/década) (1961-2018)		
	tendencia	p-valor Kendall	p-valor Spearman	tendencia	p-valor Kendall	p-valor Spearman
Anual	<i>0.32±0.04</i>	2.43×10^{-07}	5.71×10^{-10}	<i>0.28±0.04</i>	2.53×10^{-08}	2.24×10^{-10}
Primavera	<i>0.38±0.09</i>	8.58×10^{-05}	1.09×10^{-04}	<i>0.30±0.05</i>	9.55×10^{-07}	2.16×10^{-07}
Verano	<i>0.43±0.07</i>	4.41×10^{-07}	3.57×10^{-03}	<i>0.42±0.05</i>	2.85×10^{-10}	7.21×10^{-14}
Otoño	<i>0.25±0.08</i>	3.55×10^{-03}	3.57×10^{-03}	<i>0.26±0.06</i>	2.51×10^{-04}	9.06×10^{-05}
Invierno	<i>0.23±0.06</i>	8.68×10^{-04}	9.62×10^{-04}	0.12±0.09	0.1904	0.1253

Tabla 5: Tendencias de la temperatura media anual y estacional de las máximas (izda.) y de las mínimas (dcha.) en la España peninsular en el periodo 1961-2018 a partir de las 39 estaciones de referencia (en negrita las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en negrita y cursiva las significativas al 1 %).

En la [Tabla 6](#) se muestran las tendencias de la temperatura media anual de las máximas y de las mínimas para los periodos de referencia de 30 años abarcados en el periodo de estudio. Al igual que en el caso de la temperatura media, las mayores tendencias se observan en el periodo de referencia 1971-2010.

	Tendencia TM_MAX (°C/década)			
	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2018*
Anual	0.21±0.13	<i>0.60±0.10</i>	0.24±0.10	<i>0.40±0.12*</i>
Primavera	-0.09±0.23	<i>1.06±0.18</i>	<i>0.56±0.20</i>	0.13±0.26*
Verano	0.14±0.20	<i>0.74±0.20</i>	<i>0.55±0.18</i>	<i>0.51±0.21*</i>
Otoño	<i>0.42±0.23</i>	0.19±0.24	-0.15±0.21	<i>0.85±0.20*</i>
Invierno	<i>0.49±0.17</i>	<i>0.49±0.14</i>	0.07±0.17	0.10±0.18*

	Tendencia TM_MIN (°C/década)			
	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2018*
Anual	0.20±0.10	<i>0.56±0.09</i>	<i>0.27±0.09</i>	<i>0.28±0.10*</i>
Primavera	-0.03±0.14	<i>0.71±0.09</i>	<i>0.45±0.12</i>	0.24±0.14*
Verano	0.27±0.15	<i>0.69±0.14</i>	<i>0.48±0.12</i>	<i>0.38±0.13*</i>
Otoño	0.32±0.16	<i>0.51±0.17</i>	0.02±0.17	<i>0.44±0.19*</i>
Invierno	0.33±0.28	0.32±0.27	0.19±0.26	0.07±0.25*

Tabla 6: Tendencias de la temperatura media de las máximas (arriba) y de la temperatura media de las mínimas (abajo) en la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia para cada periodo de referencia (en negrita las tendencias significativas al 5 % pero no al 1 %, en negrita y cursiva las significativas al 1 %)

(*Los datos del último periodo son orientativos al faltar dos años para completar el periodo 1991-2020)

Finalmente, comparando en conjunto las tendencias de las series obtenidas a partir de las 39 estaciones de referencia con las obtenidas a partir de las rejillas en el volumen 1 de esta publicación, se observa un comportamiento muy similar entre ambos conjuntos de series, si bien las series generadas a partir de las 39 estaciones de referencia presentan tendencias mayores en prácticamente todos los casos. La diferencia entre las tendencias, que es en promedio de unos 0,09 °C/decenio en el periodo de estudio 1961-2018, puede ser debida al efecto del crecimiento urbano experimentado en muchas ciudades españolas a lo largo del periodo de estudio. Mientras que la mayoría de las estaciones de referencia se localizan en entornos urbanos, las rejillas son menos susceptibles a este efecto al utilizarse en su generación también estaciones de la red

secundaria, situadas muchas de ellas en zonas rurales o poco urbanizadas. Según el Quinto Informe del IPCC, los efectos de las islas de calor urbanas y de los cambios en el uso del suelo son una influencia real sobre las medidas de temperatura, aunque parece improbable que sus efectos hayan aumentado las tendencias a escala global en el último siglo en más de un 10 % (alta confianza); sin embargo, conviene tener en cuenta que esta estimación es un valor promedio, en aquellas regiones con un rápido desarrollo sus impactos sobre las tendencias regionales pueden ser sustancialmente mayores (Hartmann et al., 2013)^[5].

3 Referencias

- [1] Agencia Estatal de Meteorología & Instituto de Meteorología de Portugal. (2011). Atlas climático ibérico. Temperatura del aire y precipitación (1971-2000). Agencia Estatal de Meteorología. Recuperado el 12 de 02 de 2020, de <https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf> (citado en pág. 8)
- [2] Agencia Estatal de Meteorología & Instituto de Meteorología de Portugal. (2012). Atlas climático de los archipiélagos de Canarias, Madeira y Azores. Temperatura del aire y precipitación (1971-2000). Agencia Estatal de Meteorología. Recuperado el 12 de 02 de 2020, de http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/2Atlas_climatologico/Atlas_Clima_Macaronesia___Baja.pdf (citado en pág. 8)
- [3] Agencia Estatal de Meteorología. (2017). Calendario meteorológico 2018. Información meteorológica y climatológica de España. Agencia Estatal de Meteorología. Recuperado el 17 de 03 de 2020, de http://www.aemet.es/documentos_d/conocermas/recursos_en_linea/calendarios/cm-2018.pdf (citado en pág. 8)
- [4] Chazarra, A., Rodríguez, C., & Flores, C. M. (2018). Climatología y Observaciones. En C. Santos (Ed.), Física del caos en la predicción meteorológica (págs. 117-128). Agencia Estatal de Meteorología. doi:10.31978/014-18-009-X.09 (citado en pág. 16)
- [5] Hartmann, D., Klein Tank, A., Rusticucci, M., Alexander, L., Brönnimann, S., Charabi, Y., . . . Zhai, P. (2013). Observations: Atmosphere and Surface. En T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung, . . . P. Midgley (Edits.), Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Recuperado el 18 de 02 de 2020, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5_Chapter02_FINAL.pdf (citado en págs. 12, 23)
- [6] Luna, M., López, J., & Guijarro, J. (2012). Tendencias observadas en España en precipitación y temperatura. Revista Española de Física, 26(2), 12-17 (citado en pág. 20)
- [7] Organización Meteorológica Mundial. (1994). Guía de Prácticas Hidrológicas (Cuarta ed.). OMM-nº168 (citado en pág. 8)
- [8] Organización Meteorológica Mundial. (2015). Decimoséptimo Congreso Meteorológico Mundial: Informe final abreviado con resoluciones. Ginebra: OMM-nº1157. Recuperado el 12 de 02 de 2020, de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5252 (citado en pág. 16)
- [9] Organización Meteorológica Mundial. (2018). Guía de prácticas climatológicas. OMM-nº100. Recuperado el 12 de 02 de 2020, de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10027 (citado en pág. 8)
- [10] Quartier-la-Tente, A., Michalek, A., Palate, J., & Baeyens, R. (2019). RJDemetra: Interface to 'JJDemetra+' Seasonal Adjustment Software. R package version 0.1.1. Obtenido de <https://CRAN.R-project.org/package=RJDemetra> (citado en pág. 10)

ANEXO A Valores medios de temperatura para la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia (1961-2018)

A.1 Temperatura Media

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1961	6.2	10.6	12.1	14.3	18.0	20.7	23.4	23.4	21.4	15.1	10.3	8.7	15.3
1962	7.9	7.7	9.7	12.8	16.2	20.1	23.4	24.5	21.8	16.8	8.2	5.8	14.6
1963	6.5	5.9	10.4	12.4	15.8	19.6	23.3	21.9	18.8	16.5	11.4	6.3	14.1
1964	5.9	8.5	9.9	12.3	19.2	20.4	23.9	23.3	22.6	14.2	9.9	5.9	14.7
1965	6.2	5.7	10.7	12.9	18.0	21.6	22.4	23.1	17.8	15.7	10.1	8.3	14.4
1966	9.1	10.2	9.6	13.1	16.8	19.8	22.5	23.2	21.5	14.4	7.9	7.2	14.6
1967	6.2	8.2	11.7	11.6	14.9	18.9	24.3	23.0	19.7	17.0	10.7	5.6	14.3
1968	7.0	8.3	9.5	12.4	15.3	20.3	23.4	22.6	19.8	17.9	11.1	7.9	14.6
1969	7.8	6.2	9.8	12.2	15.4	18.6	23.9	23.0	17.6	15.7	9.4	6.3	13.8
1970	8.3	8.0	8.3	12.2	15.8	19.9	23.6	22.8	21.8	14.4	12.4	4.5	14.3
1971	5.7	8.1	7.2	12.3	14.2	18.0	22.9	22.3	20.3	17.1	8.2	7.3	13.6
1972	5.5	7.8	9.6	11.8	14.3	18.3	22.2	21.4	17.2	13.9	11.0	7.0	13.3
1973	6.2	6.8	8.8	11.7	16.2	19.6	22.4	24.1	20.0	14.3	10.4	6.2	13.9
1974	8.1	7.5	9.4	10.9	16.1	19.5	23.0	22.6	18.9	12.2	10.4	7.4	13.8
1975	7.9	8.9	8.4	11.7	14.1	19.1	23.7	23.2	18.6	15.7	9.9	5.8	13.9
1976	5.8	8.4	9.9	10.9	16.6	21.6	23.1	22.6	18.5	13.5	8.4	8.4	14.0
1977	7.0	9.6	11.1	13.0	14.4	17.5	20.4	20.4	20.3	15.8	10.1	9.6	14.1
1978	6.3	9.2	10.7	11.2	14.3	17.6	22.6	23.1	21.5	15.1	9.9	9.3	14.2
1979	8.2	8.7	9.5	11.3	15.9	20.6	23.3	22.8	20.0	14.8	9.7	7.9	14.4
1980	6.9	9.2	10.2	11.9	14.5	19.4	21.8	24.2	21.9	15.1	9.6	5.8	14.2
1981	6.5	7.0	12.4	12.1	15.2	21.4	22.6	23.2	20.7	16.3	12.3	9.4	14.9
1982	9.0	8.9	10.6	13.0	16.6	21.3	23.7	23.0	20.3	14.5	10.4	7.3	14.9
1983	6.6	6.4	11.5	12.1	14.6	21.2	23.6	22.1	22.1	16.8	13.2	7.9	14.8
1984	7.1	7.0	8.1	14.3	12.2	19.1	23.8	22.2	19.6	14.8	11.2	7.8	13.9
1985	4.8	9.9	9.1	13.4	14.5	20.5	24.2	23.2	22.6	17.2	9.8	7.7	14.7
1986	7.0	7.3	10.2	9.5	17.6	20.4	23.7	22.8	20.9	16.4	10.5	7.2	14.5
1987	6.1	8.1	11.3	14.0	16.0	20.5	23.0	24.3	22.9	14.9	10.5	9.3	15.1
1988	8.8	8.1	10.9	12.9	15.9	18.5	22.8	23.9	20.7	16.4	11.4	6.6	14.7
1989	6.4	8.9	12.1	11.2	17.6	21.2	25.3	24.6	19.9	16.9	12.6	10.9	15.6
1990	7.1	11.4	11.8	11.7	17.6	21.1	24.8	24.6	22.2	15.7	10.2	6.1	15.4
1991	6.5	7.0	11.2	11.6	15.2	21.0	24.2	25.4	21.8	13.4	10.0	7.9	14.6
1992	4.9	7.7	10.8	13.5	18.0	17.3	23.9	24.1	20.1	13.5	11.7	8.3	14.5
1993	6.4	7.6	10.6	12.3	15.6	20.5	23.3	23.7	18.4	12.9	9.6	8.2	14.1
1994	7.2	8.5	12.8	12.0	16.9	21.2	25.5	24.9	18.7	16.0	12.4	8.6	15.4
1995	8.0	10.0	11.3	13.8	18.2	20.9	24.7	24.2	18.5	18.0	12.7	9.4	15.8
1996	9.3	7.3	10.6	13.7	16.0	21.7	23.7	22.6	18.5	15.3	11.0	8.5	14.8
1997	7.7	10.7	13.5	15.2	17.0	19.4	22.3	23.7	21.5	17.7	11.6	8.6	15.7
1998	8.5	10.2	12.7	12.0	16.2	21.3	24.2	24.6	20.7	14.9	10.7	6.7	15.2
1999	7.0	7.8	11.0	13.7	18.1	21.3	24.6	24.3	20.4	15.9	8.8	7.7	15.1

2000	5.3	10.7	11.7	12.0	17.8	22.0	23.2	23.7	20.9	15.2	10.2	9.4	15.2
2001	8.7	9.0	13.3	13.5	16.9	22.4	23.2	24.6	20.2	17.4	9.1	5.5	15.3
2002	8.2	9.7	11.9	13.4	15.8	21.7	23.3	22.6	19.9	16.2	11.8	9.9	15.4
2003	7.1	7.5	12.3	13.6	17.8	24.0	24.6	26.2	21.2	15.1	11.5	8.1	15.8
2004	8.8	8.3	9.9	12.3	15.5	23.1	24.1	24.0	21.6	16.7	9.8	7.7	15.2
2005	5.8	5.7	10.9	13.9	18.3	23.5	24.8	24.1	20.2	16.5	9.9	6.7	15.0
2006	6.1	7.2	11.9	14.7	18.8	22.3	26.0	23.5	21.7	17.9	13.1	7.2	15.9
2007	7.4	10.3	10.6	13.6	17.0	20.6	23.7	23.3	20.7	15.9	10.0	7.4	15.0
2008	8.7	10.4	11.0	13.9	16.2	20.9	23.6	24.1	19.8	15.3	9.1	7.0	15.0
2009	6.6	8.4	11.7	12.5	18.3	22.6	24.6	25.3	20.9	17.8	12.6	7.9	15.8
2010	6.9	7.8	10.1	14.4	16.1	20.6	25.5	24.9	20.8	15.2	9.9	7.6	15.0
2011	7.5	9.0	10.8	16.3	18.8	21.5	23.3	24.7	22.0	17.5	12.2	8.3	16.0
2012	7.3	6.0	11.6	12.1	18.5	22.7	23.9	25.3	20.8	16.0	11.0	8.4	15.3
2013	8.0	7.6	10.6	12.8	14.7	19.8	25.0	24.5	21.5	17.5	10.2	7.2	14.9
2014	9.0	8.7	11.4	15.7	17.3	21.4	23.4	23.9	21.9	18.6	12.4	7.8	16.0
2015	6.9	7.4	11.6	14.7	19.0	22.6	26.6	24.4	19.8	16.4	12.4	9.9	16.0
2016	9.5	9.2	10.0	12.9	16.4	21.9	25.5	25.2	22.0	17.4	10.8	8.6	15.8
2017	6.6	10.1	12.2	14.9	19.0	24.2	24.9	24.9	20.6	18.5	10.9	7.5	16.2
2018	8.3	6.9	10.0	13.7	16.6	21.1	24.2	25.6	23.0	16.0	11.3	9.1	15.5
media 1981-10	7.2	8.5	11.3	13.0	16.6	21.1	24.0	23.9	20.6	15.9	10.9	8.0	15.1

Tabla A.1: Tabla de temperatura media mensual y anual de la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia.

A.2 Temperatura media de las máximas

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1961	10.2	16.8	19.3	20.1	24.4	27.1	30.3	30.5	27.7	20.2	14.4	12.9	21.2
1962	12.2	13.1	13.9	18.1	22.4	26.9	30.6	32.1	28.1	21.8	12.6	10.3	20.2
1963	10.1	9.8	15.4	17.9	22.2	25.7	30.4	28.7	24.6	23.2	15.3	9.9	19.4
1964	10.6	13.3	14.5	18.2	26.2	26.7	31.0	30.5	29.2	20.1	15.5	10.3	20.5
1965	10.8	10.8	16.0	18.9	25.2	28.8	29.5	30.4	24.1	20.1	14.1	12.1	20.1
1966	12.7	14.6	16.2	18.5	23.5	26.3	29.4	30.4	28.5	18.9	12.6	12.1	20.3
1967	11.0	13.1	17.8	17.5	20.8	25.3	31.8	30.2	26.2	22.7	14.7	10.2	20.1
1968	12.7	12.6	14.4	17.7	21.5	27.3	30.8	29.2	26.0	24.7	15.5	11.6	20.3
1969	11.9	10.9	14.3	17.4	20.9	24.8	31.2	29.8	23.0	20.9	14.1	10.5	19.1
1970	11.9	13.2	14.0	18.7	22.3	26.1	30.9	29.6	29.2	20.9	17.7	9.2	20.3
1971	9.9	14.2	12.5	17.2	18.9	24.1	29.5	29.1	27.0	23.2	13.2	11.4	19.2
1972	9.6	12.1	14.5	17.8	20.4	24.7	29.2	28.0	22.6	18.6	15.2	10.9	18.6
1973	10.8	12.4	15.0	18.3	22.5	25.8	29.1	31.1	26.7	20.0	15.8	10.8	19.9
1974	12.7	12.2	14.6	16.0	22.4	25.8	30.1	29.7	25.5	17.8	15.7	12.6	19.6
1975	12.8	13.7	13.1	17.6	19.6	25.4	31.4	30.1	24.6	21.7	15.0	9.7	19.6
1976	11.8	13.1	16.3	16.0	22.9	28.6	29.8	29.1	24.4	18.3	13.4	11.8	19.6
1977	10.4	13.6	17.0	19.1	20.1	23.6	26.6	27.0	27.1	20.8	14.9	13.2	19.4
1978	10.2	13.8	16.5	16.2	19.8	23.4	30.2	30.5	28.8	21.3	15.1	13.0	19.9
1979	11.7	12.7	14.5	16.7	22.3	27.2	30.3	29.8	26.0	19.1	15.3	12.4	19.8
1980	11.2	14.2	15.3	17.7	19.8	25.8	29.2	31.2	28.4	20.9	14.2	11.0	19.9
1981	12.2	12.7	17.8	17.0	21.0	28.2	29.5	29.7	27.0	22.1	18.6	13.3	20.8
1982	13.1	13.3	16.4	18.9	22.8	27.7	30.5	29.5	26.3	19.8	14.7	11.3	20.4
1983	12.4	11.3	17.7	17.7	20.2	27.9	30.3	28.1	29.1	23.2	16.9	12.6	20.6
1984	11.4	12.2	13.3	20.1	16.9	25.5	31.4	29.0	26.4	20.9	15.3	12.2	19.6
1985	9.3	14.7	14.7	19.4	20.2	26.8	31.3	30.8	30.0	23.9	14.4	12.3	20.6
1986	11.6	11.4	15.8	14.6	24.3	27.3	31.1	29.9	26.5	21.6	15.8	12.1	20.2
1987	10.6	12.7	17.1	19.8	22.5	27.2	29.3	31.2	29.7	19.3	15.1	12.9	20.6
1988	12.5	13.2	17.5	17.9	21.1	23.9	29.8	31.0	27.9	22.0	16.1	11.9	20.4
1989	11.6	14.5	18.4	16.4	24.0	27.9	32.5	31.2	26.0	22.8	16.4	14.1	21.3
1990	11.4	17.0	17.8	17.0	24.1	27.6	32.2	31.6	28.2	20.5	14.8	10.4	21.1
1991	11.1	11.7	15.8	17.7	21.8	27.9	31.3	32.7	27.9	18.5	15.0	12.2	20.3
1992	9.6	13.9	16.9	19.9	24.4	22.7	30.8	31.1	26.6	18.0	16.8	12.1	20.2
1993	11.8	12.8	16.5	18.1	21.1	26.8	30.4	30.7	24.1	17.2	13.9	12.6	19.7
1994	12.0	13.7	19.4	18.2	22.9	28.4	32.9	31.9	24.7	20.7	17.1	13.0	21.2
1995	13.0	15.5	17.7	20.7	24.7	27.3	31.7	30.8	24.4	23.9	17.3	12.8	21.6
1996	12.7	11.9	15.9	19.5	21.7	28.6	30.6	28.8	24.3	21.1	15.6	11.9	20.2
1997	11.3	16.4	21.1	21.5	22.6	25.0	28.6	30.1	27.5	23.1	15.4	12.4	21.2
1998	12.6	15.4	19.2	17.2	21.6	27.8	31.2	31.8	26.2	20.9	15.8	11.9	21.0
1999	12.0	13.4	16.7	19.9	24.1	28.0	31.4	30.9	26.2	20.5	13.6	11.9	20.7
2000	10.3	17.0	18.1	16.8	23.6	29.1	30.1	30.8	27.7	20.7	14.4	13.3	21.0
2001	12.4	14.1	18.1	19.7	23.0	29.8	29.9	31.3	26.2	22.6	13.9	10.6	21.0
2002	12.6	15.4	17.3	19.3	21.8	28.4	30.1	29.1	25.7	21.3	16.1	13.6	20.9
2003	11.5	12.0	18.0	19.2	24.4	30.8	31.7	33.3	27.3	19.4	15.7	12.1	21.3

2004	13.3	13.2	15.0	18.0	21.1	30.1	31.0	30.5	28.2	22.1	14.9	11.8	20.8
2005	11.2	11.2	16.9	19.9	24.8	30.6	31.9	31.2	26.9	21.7	14.4	11.2	21.0
2006	10.1	12.5	17.2	20.5	25.3	29.1	33.1	30.3	27.8	23.0	17.3	11.8	21.5
2007	12.1	14.8	16.4	19.0	23.0	26.9	30.8	30.0	26.9	21.4	16.2	12.4	20.8
2008	13.7	15.6	16.9	19.9	21.3	27.3	30.6	31.1	25.8	20.6	13.8	11.2	20.6
2009	10.5	13.9	18.1	18.5	25.1	29.3	31.8	32.4	26.9	23.8	17.5	12.0	21.6
2010	10.5	12.0	15.1	20.2	22.1	26.7	32.6	31.8	27.1	20.9	14.4	11.6	20.4
2011	11.5	14.7	15.7	22.4	24.9	28.1	30.0	31.5	28.9	24.2	16.3	13.1	21.8
2012	12.6	12.4	18.5	17.0	25.1	29.5	31.1	32.5	27.1	21.4	14.9	12.8	21.2
2013	12.5	12.3	15.0	18.3	20.5	26.4	32.2	31.5	27.9	22.9	15.0	12.3	20.6
2014	12.9	13.3	17.3	21.7	23.8	28.1	30.0	30.6	27.6	24.6	16.5	12.3	21.6
2015	12.2	11.9	17.5	20.7	26.0	29.6	33.9	31.0	26.0	21.4	17.7	15.0	21.9
2016	13.6	13.8	15.4	18.3	22.1	28.8	32.7	32.5	28.8	22.9	15.4	12.8	21.4
2017	11.8	14.9	18.3	21.9	25.7	31.1	32.0	31.8	27.3	25.4	16.9	12.4	22.5
2018	12.9	11.9	14.5	19.1	22.5	27.2	30.9	32.8	29.5	21.5	15.5	14.0	21.0
media 1981-10	11.7	13.6	17.1	18.8	22.6	27.7	31.0	30.8	26.9	21.3	15.6	12.2	20.8

Tabla A.2: Tabla de temperatura media de las máximas mensual y anual de la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia.

A.3 Temperatura media de las mínimas

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1961	2.3	4.5	4.9	8.6	11.5	14.3	16.5	16.4	15.2	10.0	6.2	4.4	9.6
1962	3.6	2.2	5.5	7.4	10.0	13.3	16.2	16.9	15.4	11.8	3.8	1.3	8.9
1963	2.9	2.1	5.4	6.9	9.4	13.4	16.2	15.1	12.9	9.8	7.4	2.6	8.7
1964	1.3	3.7	5.2	6.4	12.2	14.0	16.8	16.1	16.0	8.3	4.2	1.6	8.8
1965	1.7	0.7	5.4	6.9	10.8	14.4	15.2	15.7	11.5	11.2	6.0	4.4	8.7
1966	5.4	5.8	3.0	7.8	10.2	13.3	15.6	16.1	14.6	9.9	3.3	2.3	8.9
1967	1.4	3.2	5.6	5.8	9.0	12.4	16.7	15.9	13.2	11.3	6.6	1.1	8.5
1968	1.3	4.1	4.6	7.1	9.1	13.3	16.1	15.9	13.6	11.0	6.6	4.2	8.9
1969	3.7	1.6	5.4	7.0	9.9	12.3	16.6	16.2	12.1	10.6	4.6	2.1	8.5
1970	4.8	2.7	2.7	5.7	9.4	13.7	16.3	15.9	14.4	8.0	7.1	-0.2	8.4
1971	1.6	2.1	2.0	7.4	9.5	12.0	16.4	15.6	13.7	11.0	3.2	3.2	8.1
1972	1.4	3.5	4.7	5.8	8.2	12.0	15.3	14.8	11.7	9.2	6.8	3.0	8.0
1973	1.5	1.3	2.5	5.1	10.0	13.3	15.6	17.0	13.3	8.6	5.0	1.5	7.9
1974	3.6	2.8	4.2	5.7	9.9	13.3	15.9	15.4	12.4	6.7	5.1	2.2	8.1
1975	2.9	4.1	3.6	5.9	8.5	12.9	15.9	16.2	12.5	9.7	4.7	1.9	8.2
1976	-0.1	3.7	3.6	5.8	10.2	14.5	16.5	16.2	12.5	8.6	3.4	4.9	8.3
1977	3.7	5.5	5.2	6.8	8.8	11.4	14.1	13.8	13.5	10.7	5.3	5.9	8.7
1978	2.4	4.7	4.8	6.2	8.9	11.9	15.0	15.6	14.1	8.9	4.8	5.6	8.6
1979	4.7	4.7	4.6	5.8	9.5	13.9	16.3	15.9	13.9	10.4	4.1	3.3	8.9
1980	2.6	4.2	5.1	6.0	9.2	13.0	14.5	17.2	15.3	9.4	4.9	0.6	8.5
1981	0.8	1.4	7.0	7.2	9.4	14.6	15.6	16.6	14.4	10.5	6.0	5.4	9.1
1982	4.9	4.4	4.7	7.1	10.4	15.0	16.8	16.5	14.3	9.3	6.2	3.3	9.4
1983	0.8	1.5	5.3	6.4	8.9	14.4	16.8	16.2	15.0	10.4	9.4	3.3	9.0
1984	2.8	1.7	2.9	8.5	7.4	12.7	16.3	15.3	12.7	8.8	7.1	3.6	8.3
1985	0.3	5.2	3.4	7.3	8.8	14.1	17.1	15.5	15.3	10.5	5.2	3.1	8.8
1986	2.3	3.2	4.6	4.3	10.9	13.6	16.3	15.7	15.2	11.3	5.2	2.4	8.8
1987	1.5	3.5	5.6	8.3	9.4	13.6	16.7	17.4	16.1	10.4	5.8	5.7	9.5
1988	5.1	3.0	4.4	7.9	10.7	13.2	15.9	16.7	13.5	10.7	6.7	1.4	9.1
1989	1.2	3.2	5.9	6.0	11.3	14.4	18.1	18.1	13.8	11.0	8.8	7.7	10.0
1990	2.7	5.8	5.7	6.4	11.1	14.6	17.4	17.7	16.2	11.0	5.5	1.7	9.7
1991	1.9	2.2	6.6	5.5	8.5	14.1	17.1	18.0	15.6	8.3	5.0	3.6	8.9
1992	0.2	1.5	4.7	7.0	11.6	12.0	16.9	17.1	13.6	9.1	6.7	4.5	8.7
1993	1.0	2.4	4.7	6.4	10.1	14.1	16.1	16.7	12.6	8.6	5.3	3.9	8.5
1994	2.3	3.2	6.2	5.9	10.9	14.0	18.1	18.0	12.7	11.2	7.6	4.2	9.5
1995	3.1	4.6	4.8	6.8	11.8	14.4	17.8	17.6	12.7	12.0	8.1	6.0	10.0
1996	5.9	2.6	5.3	7.9	10.2	14.8	16.8	16.4	12.6	9.5	6.3	5.2	9.5
1997	4.2	5.0	5.9	8.9	11.3	13.8	16.0	17.3	15.4	12.4	7.8	4.7	10.2
1998	4.4	4.9	6.2	6.7	10.7	14.8	17.2	17.5	15.1	9.0	5.5	1.5	9.5
1999	2.0	2.2	5.3	7.5	12.0	14.5	17.8	17.7	14.7	11.3	4.1	3.4	9.4
2000	0.2	4.4	5.3	7.2	12.1	14.9	16.4	16.7	14.1	9.8	5.9	5.5	9.4
2001	5.0	3.9	8.5	7.4	10.8	15.0	16.5	17.9	14.1	12.2	4.3	0.4	9.7
2002	3.8	3.9	6.5	7.4	9.8	15.0	16.4	16.2	14.1	11.2	7.4	6.2	9.8
2003	2.6	3.0	6.5	8.0	11.2	17.1	17.5	19.0	14.9	10.7	7.2	3.9	10.1

2004	4.2	3.3	4.7	6.5	9.9	16.1	17.1	17.4	15.1	11.3	4.7	3.6	9.5
2005	0.3	0.2	4.9	7.9	11.8	16.5	17.8	17.1	13.6	11.3	5.4	2.2	9.1
2006	2.0	2.0	6.6	8.8	12.3	15.5	19.0	16.7	15.5	12.8	8.9	2.6	10.2
2007	2.6	5.7	4.9	8.2	11.0	14.3	16.6	16.5	14.4	10.3	3.7	2.4	9.2
2008	3.7	5.2	5.1	7.9	11.1	14.5	16.6	17.1	13.8	10.0	4.3	2.8	9.3
2009	2.6	3.0	5.2	6.6	11.5	15.9	17.4	18.1	14.8	11.9	7.6	3.9	9.9
2010	3.3	3.7	5.1	8.6	10.0	14.4	18.5	18.1	14.6	9.4	5.4	3.5	9.6
2011	3.5	3.4	5.9	10.1	12.6	14.9	16.6	17.8	15.1	10.7	8.1	3.4	10.2
2012	1.9	-0.5	4.5	7.1	11.9	15.8	16.6	18.0	14.6	10.7	7.0	4.0	9.3
2013	3.5	2.9	6.2	7.3	8.8	13.2	17.8	17.4	15.0	12.0	5.3	2.0	9.3
2014	5.0	4.1	5.3	9.7	10.8	14.6	16.7	17.2	16.0	12.7	8.3	3.2	10.3
2015	1.5	2.8	5.6	8.7	12.0	15.6	19.2	17.8	13.6	11.3	7.0	4.8	10.0
2016	5.4	4.6	4.4	7.5	10.5	14.9	18.2	17.9	15.2	11.7	6.2	4.3	10.1
2017	1.5	5.3	6.0	7.8	12.3	17.2	17.7	17.9	13.8	11.5	4.9	2.6	9.9
2018	3.7	1.9	5.4	8.1	10.6	15.1	17.4	18.4	16.5	10.4	7.1	4.2	9.9
media 1981-10	2.6	3.3	5.4	7.2	10.6	14.5	17.0	17.1	14.4	10.5	6.2	3.7	9.4

Tabla A.3: Tabla de temperatura media de las mínimas mensual y anual de la España peninsular a partir de las 39 estaciones de referencia.