

CUARTA ÉPOCA

GEOGRAPHICALIA

1977 - 1988 - 2000 - 2023

**EDITORIAL:**

Cuarta época de Geographicalia | Mapas temáticos y representación de variables espaciales | Programas para hacer mapas

ARTÍCULOS:

Entidades de población y Reto Demográfico | Ordenamiento territorial en Colombia | Gestão territorial conservacionista | Indicadores de seguimiento | Islas de frescor | Poblados industriales

MAPAS:

Entropía en la ciudad de Zaragoza | Población y vulnerabilidad social en España | Clima y cartografía de los Pirineos | Cartografía intraurbana de la justicia espacial en Santander

NOTAS DE INVESTIGACION Y RESEÑAS:

Paisajes forestales afectados por el fuego | Riesgos y cambios ambientales en el Ebro medio | Trayectorias de peligro de incendio | Ciencia ciudadana y despoblación



Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

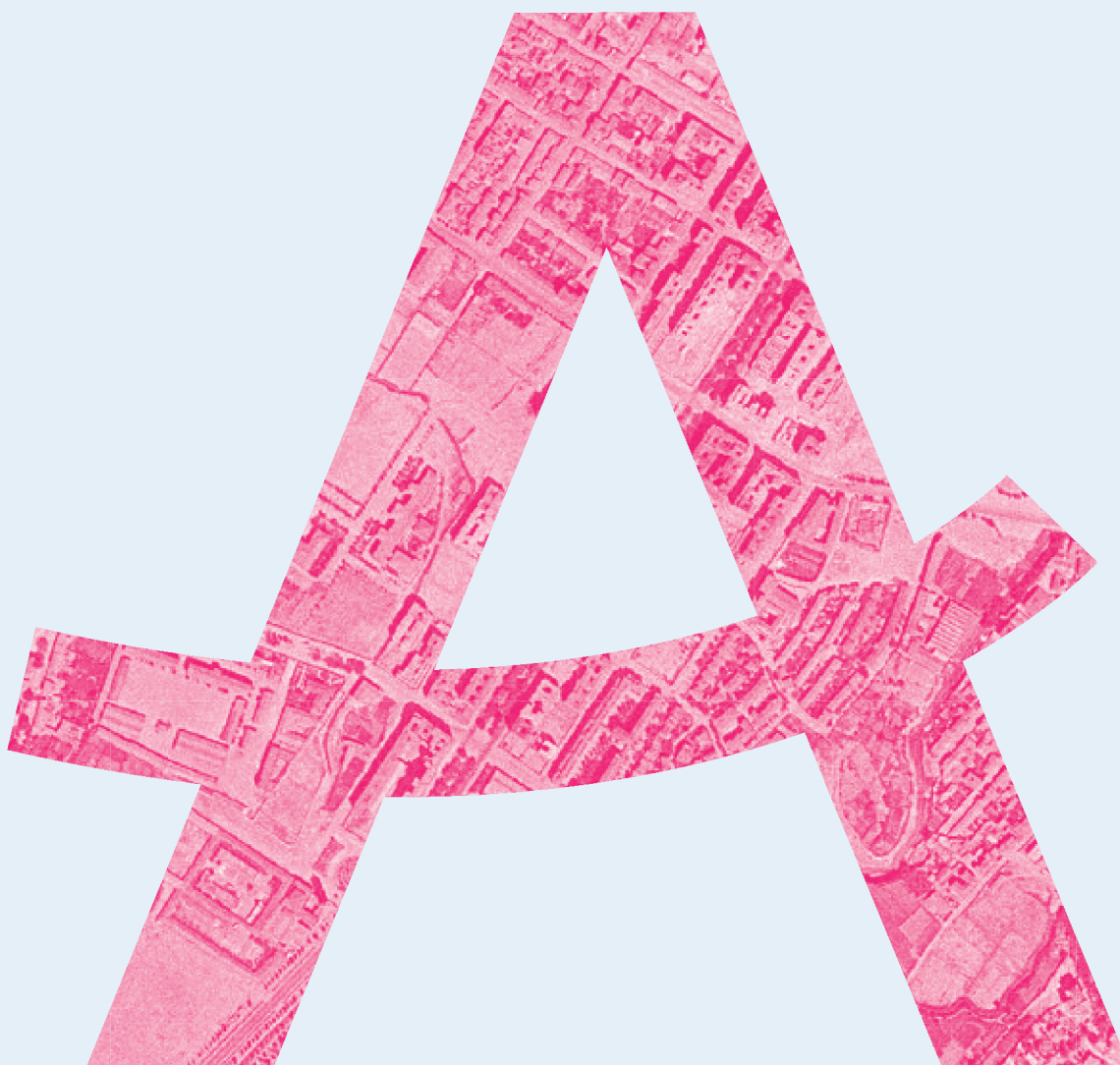
nº 75

DICIEMBRE, 2023

99-120 pp.

GEOGRAPHICALIA

ARTÍCULOS



**Análisis de las islas de frescor en los parques
de Zaragoza en invierno**

Óscar Ferrández Pastor



Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

Análisis de las islas de frescor en los parques de Zaragoza en invierno

Óscar Ferrández Pastor

Geógrafo y climatólogo. 50015, Zaragoza

ferrandezoscar@gmail.com

Resumen: Las ciudades tienen un clima diferente a su entorno ya que generan calor por sí mismas, y esto es lo que se conoce como “isla de calor urbana”. Para paliar estos efectos se encuentran los parques, que proporcionan frescor y suavizan las temperaturas haciendo que estos lugares sean muy agradables en los meses calurosos. Este efecto refrescante de los parques se denomina “isla de frescor” y depende, en gran medida, del tamaño de la ciudad y del propio parque, aunque influyen más variables. En el caso de Zaragoza se ha llegado a medir un descenso de la temperatura de 3,3 °C por la noche, con condiciones favorables, en el parque Grande J. A. Labordeta.

Palabras clave:

Isla de calor urbana, isla de frescor, parque, temperatura, Zaragoza.

Analysis of the cool islands in the Zaragoza’s parks in winter

Abstract: Cities have a different climate than their surroundings since they generate heat by themselves, and this is what is known as an ‘urban heat island’. The parks mitigate these effects because they generate freshness and soften the temperatures, making these places very pleasant in the hot months. This cooling effect of the parks is called ‘cool island’ and depends mainly on the size of the city and the park itself, although they influence more variables. In the case of Zaragoza, a 3.3 °C drop in temperature has been measured at night, with favourable conditions, in the Grande J. A. Labordeta park.

Keywords:

Urban heat island, cool island, park, temperature, Zaragoza.

Recibido: 30-07-2023. **Aceptado:** 11-12-2023.

DOI: https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2023757270

1. Introducción

PARA ENTENDER EL CONCEPTO DE ISLA DE FRESCOR hay que empezar explicando la isla de calor urbana (ICU). La ICU hace referencia al aumento de temperatura que se produce en las ciudades en comparación con el entorno rural. Esta diferencia se produce principalmente por la noche, ya que la ciudad pierde calor a menor ritmo que el entorno. Este es un problema que afecta a las ciudades y las hace ser más cálidas por las noches, aunque dependiendo del tamaño de la ciudad y de las condiciones atmosféricas la diferencia de temperatura entre el entorno y la ciudad será mayor o menor. Además, la isla de calor urbana constituye la principal modificación del clima a escala local y agrava el aumento global y regional de la temperatura (Martín-Vide et al., 2015). Este aumento térmico gana especial relevancia en el momento actual de cambio climático ya que de por sí se está produciendo un aumento de la temperatura a nivel planetario, a lo que hay que añadir el efecto de la isla de calor en las ciudades, convirtiéndolas en lugares sofocantes en las noches veraniegas.

La isla de calor es un fenómeno muy importante en las ciudades ya que cambia por completo su clima, por lo que se podría decir que cada ciudad tiene su microclima. Este mayor calentamiento nocturno se comienza a observar con cierta intensidad en ciudades de tamaño intermedio, acentuándose más en ciudades grandes y siendo muy intenso en las megaciudades, donde fácilmente se pueden encontrar diferencias de 8 °C con el entorno en noches estables.

Este efecto sucede principalmente por cuatro causas (Cuadrat et al., 2004): 1) la producción de calor desprendido en las múltiples combustiones urbanas (calefacción, circulación rodada, industria, alumbrado, etc); 2) la mayor capacidad de almacenamiento de energía solar de los materiales de construcción urbana; 3) la disminución de la evaporación, debido a la sustitución de la superficie original por un suelo pavimentado; 4) la menor pérdida de calor sensible por la reducción de la velocidad del viento originada por los edificios.

Además, hay que tener en cuenta el tamaño de la ciudad y la altura de sus edificios, además del espacio que exista entre ellos. Una ciudad grande, con edificios altos y con poco espacio entre ellos (alta densidad de edificios) tendrá un efecto de isla de calor muy alto.

Los materiales de construcción urbana absorben la radiación solar y almacenan energía. Tras la puesta de sol, esta energía se libera como radiación de onda larga. En áreas con alta densidad de edificios, la proporción de radiación de onda larga que se pierde directamente en la atmósfera es menor que en los entornos rurales, ya que la energía que irradia a los edificios próximos es absorbida y reemitida al entorno local, provocando

el calentamiento (Doick y Hutchings, 2013). El mayor efecto de isla de calor se produce entre 2 y 3 horas después de la puesta de sol, aunque dura toda la noche hasta que el sol comienza a calentar durante las primeras horas del día.

Por la noche, las zonas que se encuentran más abiertas, con una mayor proporción de cielo visible (sky view factor), tienen una mayor pérdida de radiación de onda larga. En estas zonas se produce una mayor circulación del aire que ayuda a disipar la energía recibida durante el día (Vaz Monteiro et al., 2019).

El fenómeno de la isla de calor es nocturno, ya que durante el día la temperatura suele ser similar entre la ciudad y su entorno, o ligeramente inferior, debido a que los edificios de la ciudad proyectan sombras que pueden hacer un poco más baja la temperatura. Las zonas más abiertas son las que absorben una mayor cantidad de radiación solar durante el día pudiendo alcanzar unas temperaturas más elevadas. En el caso de las ciudades, las plazas y calles amplias serían los lugares más cálidos durante el día ya que están compuestas por materiales muy absorbentes y se sitúan muy expuestos a la incidencia solar. Por el contrario, las zonas más sombrías y con arbolado denso tendrían una temperatura algo inferior. Los parques durante el día, si cuentan con grandes zonas de sombra, suelen ser más fríos que su entorno, aunque con una diferencia menor que durante la noche.

Respecto a la ciudad de Zaragoza, según el informe elaborado por Cuadrat et al. (2004) para la Agenda 21 del ayuntamiento, las temperaturas mínimas anuales son 1,1°C más altas en la ciudad que en el aeropuerto en promedio, y en invierno la diferencia puede ser algo mayor, llegando a 1,4°C. En cambio, en un estudio posterior (Cuadrat et al., 2022) en el que se tomaron datos horarios entre un lugar céntrico de la ciudad y un lugar del entorno representativo del medio rural, se obtuvo una ICU de 2,5 °C de promedio en verano y 2,2 °C en invierno, siendo menor en otoño y primavera. En este estudio, se afirma que en los meses estivales son frecuentes las situaciones atmosféricas anticiclónicas acompañadas de muchas horas de sol, lo que unido a la capacidad de acumulación y de generación de calor de la ciudad, son la causa del incremento de la ICU en esta estación. En cambio, en invierno las condiciones favorables para la formación de la ICU son menos comunes. En este aspecto, cada ciudad actúa de forma diferente ante la ICU ya que influyen muchos factores, principalmente la ubicación de la ciudad con sus factores atmosféricos y geográficos condicionantes (Cuadrat et al., 2022).

En cuanto a la evolución horaria de la ICU de Zaragoza, en el estudio de Cuadrat et al. (2022) se especifica que la intensidad máxima de la isla de calor se produce a las 21-22 horas con valores promedio por encima de los 2 °C. Esa intensidad dismi-

nuye lentamente hacia el amanecer y por la mañana desaparece rápidamente cuando la zona rural comienza a recibir la radiación solar y aumenta la temperatura a mayor ritmo que en la ciudad. En las horas centrales del día, el efecto de sombra de los edificios provoca que la ciudad sea ligeramente más fría (menos de 1 °C de promedio) que el entorno rural, que recibe radiación de una forma más directa.

La isla de calor está condicionada por varios factores, principalmente la nubosidad y el viento. La mayor intensidad de la ICU se produce en noches estables, en las que está el cielo despejado (y ha estado durante el día) y el viento en calma o flojo, que se asocian a situaciones anticiclónicas. Por el contrario, la ICU tiene una menor intensidad con un tiempo inestable (nubosidad, lluvia y viento). En el caso de Zaragoza, el viento es el factor más importante y que más suele afectar a la isla de calor, ya que es una ciudad situada en un valle donde se canaliza con frecuencia el viento en dos sentidos (O-NO y E-SE). Conforme aumenta la intensidad del viento disminuye la ICU, y casi desaparece a partir de 50 km/h de velocidad media del viento, aunque nunca es nula (Cuadrat et al., 2022).

Dentro de la propia ciudad, hay grandes diferencias ya que la margen derecha del Ebro es más cálida que la margen izquierda. Esto es debido principalmente a que la mayor superficie urbana de la ciudad corresponde a esta margen, además de tener una mayor densidad de edificios. La zona del Casco Viejo y la zona Centro, con una gran ocupación del espacio, son las áreas más cálidas con una temperatura que llega a ser hasta 4 o 5 °C mayor que en las zonas rurales circundantes cuando existen condiciones muy favorables. Por otro lado, se encuentra el efecto del viento, ya que cuando sopla cierto (componente NO) la isla de calor se traslada a la parte este de la ciudad, mientras que cuando sopla bochorno (componente SE) el mayor efecto de isla de calor se produce en la parte oeste de la ciudad.

Para intentar combatir este problema urbano se encuentran las láminas de agua, como ríos, canales, lagunas, fuentes urbanas, y las zonas verdes, donde se incluyen parques, jardines, riberas, césped, etc. El uso y la promoción de esta infraestructura verde es de gran importancia para mejorar el clima urbano y para ayudar a las ciudades a ser más resilientes y sostenibles en el contexto del cambio climático. Por esta razón, el efecto de los parques urbanos sobre el clima de las ciudades es de gran interés para la investigación (Moreno-García, 2019).

Estas zonas tienden a producir islotes de frescor, esponjando los continuos edificados, lo que reduce la intensidad de la isla de calor y su compacidad espacial (Martín-Vide et al., 2015). Además, esta infraestructura verde mejora la calidad del aire, por lo tanto, se puede relacionar con la salud, ya que incluso varios estudios sugieren que vivir en zonas urbanas con grandes superficies verdes reduce la mortalidad (Chen et al., 2014). Los parques urbanos y los espacios verdes tienen el potencial de proporcionar ambientes térmicamente cómodos y ayudan a reducir la vulnerabilidad al estrés por calor, siendo un factor importante ante la crisis climática actual y futura (Brown et al., 2015).

Por lo tanto, es necesario ampliar la superficie que ocupan las zonas verdes en nuestras ciudades, ya que con la subida de la temperatura debido al cambio climático las noches son más cálidas. Y a esto hay que sumarle el efecto de la isla de calor urbana, por lo que en verano las noches pueden ser muy cálidas en algunas zonas y peligrosas para la salud.

La máxima intensidad de la isla de frescor y la distancia máxima a la que se produce el enfriamiento dependen de las condiciones meteorológicas, las características del espacio verde y las del área urbana circundante. El tamaño del espacio verde es un factor determinante, ya que los grandes proporcionan un mayor enfriamiento que los pequeños. Otras características de los espacios verdes que influyen en su enfriamiento son su forma, el número y tipo de árboles y arbustos, la cobertura del suelo, la disposición de la vegetación, el porcentaje de área impermeable y la topografía (Vaz Monteiro et al., 2019).

Estos investigadores también afirman que algunas especies tienen un mayor potencial para proporcionar enfriamiento que otras. Además, las plantas sanas proporcionan un enfriamiento eficaz ya que tienen más hojas que las plantas estresadas y proporcionan más sombra. Sus hojas también son más activas fisiológicamente, por lo que transpiran más. Por lo tanto, para maximizar el enfriamiento es necesario proporcionar condiciones de crecimiento que promuevan la buena salud y el funcionamiento de las plantas, así como un suministro de agua adecuado.

Para la realización de este trabajo se han marcado dos objetivos, que son: 1) demostrar que los parques son más fríos que el entorno urbano durante la noche y cuantificarlo; y 2) analizar las diferencias que produce el predominio de un tipo u otro de condiciones meteorológicas a la hora de hacer las mediciones en los parques.

2. Zona de estudio



Figura 1. Localización de los parques estudiados en la ciudad (1- Tío Jorge; 2- Oriente; 3- Bruil; 4- Miraflores; 5- Grande; 6- Delicias; 7- Castillo Palomar).
Fuente: Google Maps. Elaboración propia.

EL ESTUDIO SE HA REALIZADO EN LA CIUDAD DE ZARAGOZA, capital de la Comunidad Autónoma de Aragón, en España. Tiene una población de 675.301 habitantes (INE, 2021). Posee un clima BSk en la clasificación climática de Köppen, siendo un lugar seco con inviernos fríos y veranos cálidos. En cuanto a la topografía, Zaragoza es una ciudad llana en su margen izquierda, pero con pequeños desniveles en su margen derecha conforme nos alejamos del río Ebro. Es una ciudad con un gran compromiso con el Medio Ambiente, cuenta con una buena infraestructura de carriles bici que ayudan a fomentar el transporte en bicicleta. Además, se han aprovechado muy bien las riberas de los ríos que discurren por la ciudad (hasta 3 ríos:

Ebro, Gállego y Huerva). A partir de estas riberas se han hecho parques que han ampliado la superficie verde de la ciudad, como es el parque del Agua o el parque Grande J. A. Labordeta, entre otros. En la ciudad existen parques con una superficie y morfología distintas, por lo tanto, se puede representar bien el comportamiento de la temperatura en parques con características muy diferentes. Para el estudio, se han escogido tanto de la margen derecha del río Ebro como de la margen izquierda (zona menos poblada). Los parques elegidos son los que se muestran en la figura 1: parque del Tío Jorge, parque Oriente, parque Bruil, parque Miraflores, parque Grande J. A. Labordeta, parque Delicias y parque Castillo Palomar.

2.1. Parques de la margen izquierda

2.1.1. Tío Jorge

Superficie total: 151.538 m²

Zona de césped: 126.638 m²



Figura 2. Fotografía del parque Tío Jorge (elaboración propia) y vista de satélite.

Fuente: Google Maps.

EL PARQUE DEL TÍO JORGE (figura 2) es uno de los más extensos de Zaragoza. Se encuentra en el barrio del Arrabal, en la margen izquierda del río Ebro. Es un parque que se encuentra cerca del río (a 500 metros) y a una altitud similar, por lo que en caso de crecidas destacables se encharcan algunas zonas debido a la subida del nivel freático. Cuenta con un número importante de árboles de diferentes especies y con una laguna artificial en la

parte noroeste del parque. La mayor parte del parque está compuesta de césped, y cuenta con diversos caminos de tierra. Además, tiene un camino asfaltado en la zona este. Es un parque muy expuesto al cierzo (viento de componente NO), ya que no está rodeado de edificios en la parte oeste y noroeste.

Se ha tomado la temperatura en 11 puntos del parque.

2.1.2. Oriente

Superficie: 48.858 m²

Césped: 37.699 m²



Figura 3. Fotografía del parque Oriente (elaboración propia) y vista de satélite.
Fuente: Google Maps.

EL PARQUE ORIENTE (figura 3) es un parque pequeño que se encuentra en el barrio de Vadorrey, muy cerca del río Ebro (a 150 metros). Posee una gran zona de césped con caminos de tierra, además de una zona de descampado al sur. Cuenta con arbustos y algunos árboles de mayor tamaño, aunque proporcionan pocas zonas de sombra, especialmente en invierno, lo que hace que sea un parque expuesto a la radiación solar. Actualmente, la zona que se encuentra al oeste del parque está edificada, pero en el momento de las mediciones se encontraba en construcción.

Se ha tomado la temperatura en 5 puntos del parque.

2.2. Parques de la margen derecha

2.2.1. Grande J. A. Labordeta

Superficie: 270.466 m²

Césped: 176.214 m²

EL PARQUE GRANDE J. A. LABORDETA (figura 4) es el más grande de los analizados con 27 hectáreas de superficie. Está situado al sur de Zaragoza en el barrio Romareda, del distrito Universidad. Limita al este con el distrito de Torrero-La Paz y al sur con una amplia zona de pinares (pinares de Venecia). Por él discurre el río Huerva, siendo uno de los tres ríos que se pueden ver en la ciudad. Es un parque que cuenta con desniveles ya que hay una zona más alta al este, además de zonas más deprimidas cerca del río. Cuenta con una gran cantidad de árboles, muchos de ellos de gran tamaño. Tiene un camino asfaltado que recorre todo el parque, además de diversos caminos de tierra. Posee muchas zonas de césped, además de jardines y varias fuentes. Además, en el parque se encuentra el Jardín Botánico de Zaragoza.

Se ha tomado la temperatura en 23 puntos del parque.



Figura 4. Fotografía del parque Grande J. A. Labordeta (elaboración propia) y vista de satélite.

Fuente: Google Maps.

2.2.2. Delicias

Superficie: 93.294 m²

Césped: 47.266 m²



Figura 5. Fotografía del parque Delicias (elaboración propia) y vista de satélite.

Fuente: Google Maps.

EL PARQUE DELICIAS (figura 5) se encuentra situado en el barrio homónimo, siendo el parque principal del barrio. Es de los pocos parques de la ciudad que se encuentra vallado y se debe acceder por una de sus 13 puertas. Cuenta con más de 1.500 árboles entre coníferas y frondosas, así como una superfi-

cie de 6.750 m² de arbustos. También hay algunos edificios, además de un gran estanque al sur del parque.

Se ha tomado la temperatura en 11 puntos del parque.

2.2.3. Miraflores

Superficie: 78.146 m²

Césped: 56.942 m²



Figura 6. Fotografía del parque Miraflores (elaboración propia) y vista de satélite.

Fuente: Google Maps.

EL PARQUE MIRAFLORES (figura 6) se encuentra en el barrio de San José, siendo el parque más cercano al centro de la ciudad junto con el parque Bruil. Es un parque peculiar ya que se encuentra pegado a edificios y se compone de tres zonas conectadas entre sí por puentes, existiendo una zona hundida entre

las tres partes del parque en las que circulan vehículos. El 73% de la superficie del parque es césped, siendo el resto caminos, principalmente de tierra.

Se ha tomado la temperatura en 8 puntos del parque.

2.2.4. Castillo Palomar

Superficie: 55.425 m²

Césped: 43.200 m²

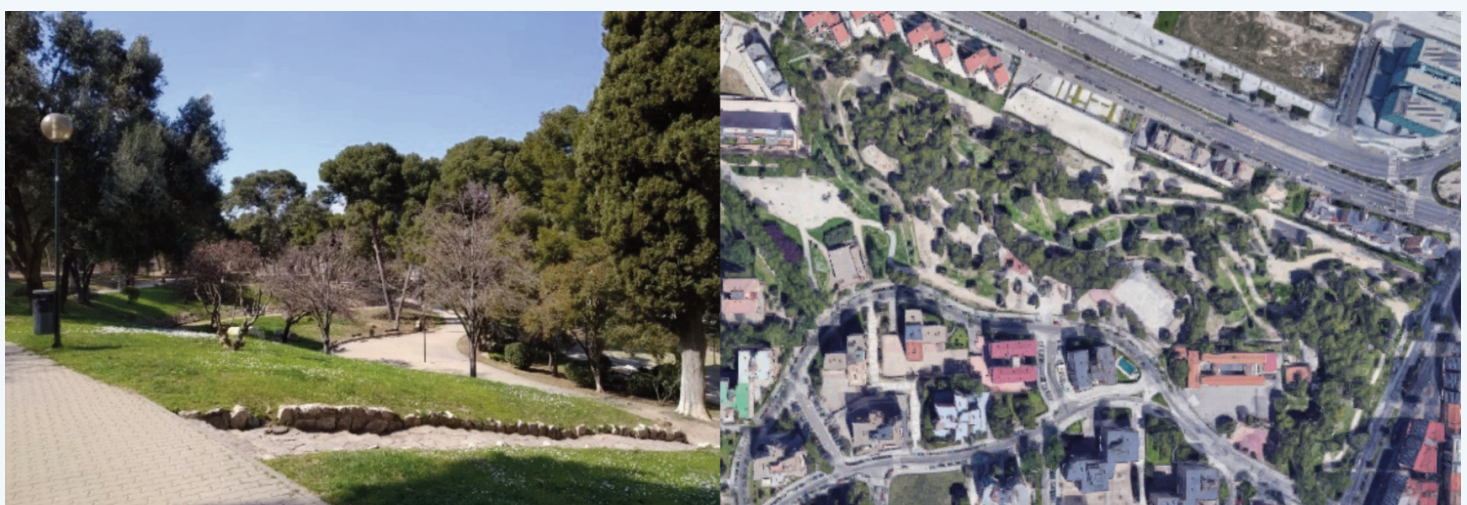


Figura 7. Fotografía del parque Castillo Palomar (elaboración propia) y vista de satélite.

Fuente: Google Maps.

EL PARQUE CASTILLO PALOMAR (figura 7) se encuentra en el barrio de Monsalud, dentro del distrito de Delicias. Es un parque que se encuentra a distintos niveles, siendo la parte norte la más baja. La diferencia de altitud entre la zona más alta y la

más baja es de 12-13 metros. Es un parque con una gran extensión de césped y un gran número de pinos.

Se ha tomado la temperatura en 8 puntos del parque.

2.2.5. Bruil

Superficie: 33.420 m²

Césped: 28.870 m²



Figura 8. Fotografía del parque Bruil (elaboración propia) y vista de satélite.

Fuente: Google Maps.

EL PARQUE BRUIL (figura 8) es el más pequeño de los parques analizados. Se encuentra próximo al Casco Antiguo de la ciudad (al oeste del parque). Por él discurre el río Huerva, que desemboca en el río Ebro unos metros más adelante. Su su-

perficie está compuesta en su mayoría por césped y caminos de tierra.

Se ha tomado la temperatura en 8 puntos del parque.

3. Metodología

LOS DATOS UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO se han obtenido realizando diferentes medidas con un termohigrómetro. Estas medidas se hicieron principalmente en invierno (de diciembre a marzo). Se realizaron transectos nocturnos, así como en diferentes condiciones meteorológicas, para poder hacer una comparación y apreciar las diferencias existentes. Se realizaron dos transectos por cada parque y condición, efectuándose las mediciones en los puntos en sentido opuesto para eliminar lo máximo posible el efecto de descenso de temperatura durante el transcurso de las mediciones. El resultado plasmado en los mapas y en la tabla final es el fruto de la media entre las mediciones en esos dos transectos.

La metodología para la realización de este trabajo se fundamenta en dos aspectos principales. El primero es la toma y registro de medidas en los parques y zonas urbanas adyacentes con un termohigrómetro (figura 9). Se registraron medidas con condiciones meteorológicas diferentes. Las condiciones eran: cielo despejado sin viento destacable, cielo nublado sin viento destacable y cielo despejado con viento destacable. El viento se consideraba destacable a partir de 20 km/h de velocidad media. Todas las mediciones se han realizado estrictamente bajo condiciones que no daban lugar a ningún tipo de duda (durante todo el día debía producirse la misma condición). Las mediciones se efectuaron 2-3 horas después de la puesta de sol, ya

que es el mejor momento para observar el fenómeno. Al realizarse en invierno, la hora de medición fue a las 20-21h. Para cada parque se han realizado dos mediciones en zona urbana, y las mediciones dentro del propio parque varían dependiendo de su extensión y morfología. Para establecer la ICU, en cada parque se realizó la media de la temperatura de las dos mediciones en el ámbito urbano. A partir de esa medida, se indica la diferencia entre la zona urbana y cada zona del parque, tanto en los mapas como en la tabla final. Por otra parte, algunos parques están rodeados por una zona urbana en la que existen bastantes diferencias, como es el caso del parque Castillo Palomar, en el que la densidad de edificios justo al sur del parque es menor (barrio de Monsalud) que al este, por ejemplo, lo que ha requerido de más mediciones ya que la ICU es diferente. Tras realizar las medidas, se realizaron los mapas en el programa ArcGIS con los datos obtenidos en los transectos. Para ello, se ha utilizado el método de interpolación kriging a partir de las mediciones en cada punto. Se utilizó el kriging ordinario con el modelo de semivariograma esférico. Para la zona urbana, se añadieron más puntos con el valor de la ICU en cada parque y condición para una representación más real.



Figura 9. Fotografía del termohigrómetro utilizado para las mediciones.

Fuente: Elaboración propia.

En los mapas de reanálisis de abajo (fig. 10, 11 y 12) se muestran ejemplos de los diferentes tipos de situaciones sinópticas que tienen lugar para cada condición a la hora de realizar las mediciones en los parques. En la figura 10 se muestra una situación anticiclónica típica de invierno en la que no sopla viento y el cielo se encuentra despejado, salvo en situaciones de niebla (este día no se produjo). La figura 11 es un ejemplo de cielo nublado en el que no sopla viento o si lo hace es muy flojo. La figura 12 representa una situación anticiclónica con viento del norte que se canaliza en el valle del Ebro dando lugar a cierzo.

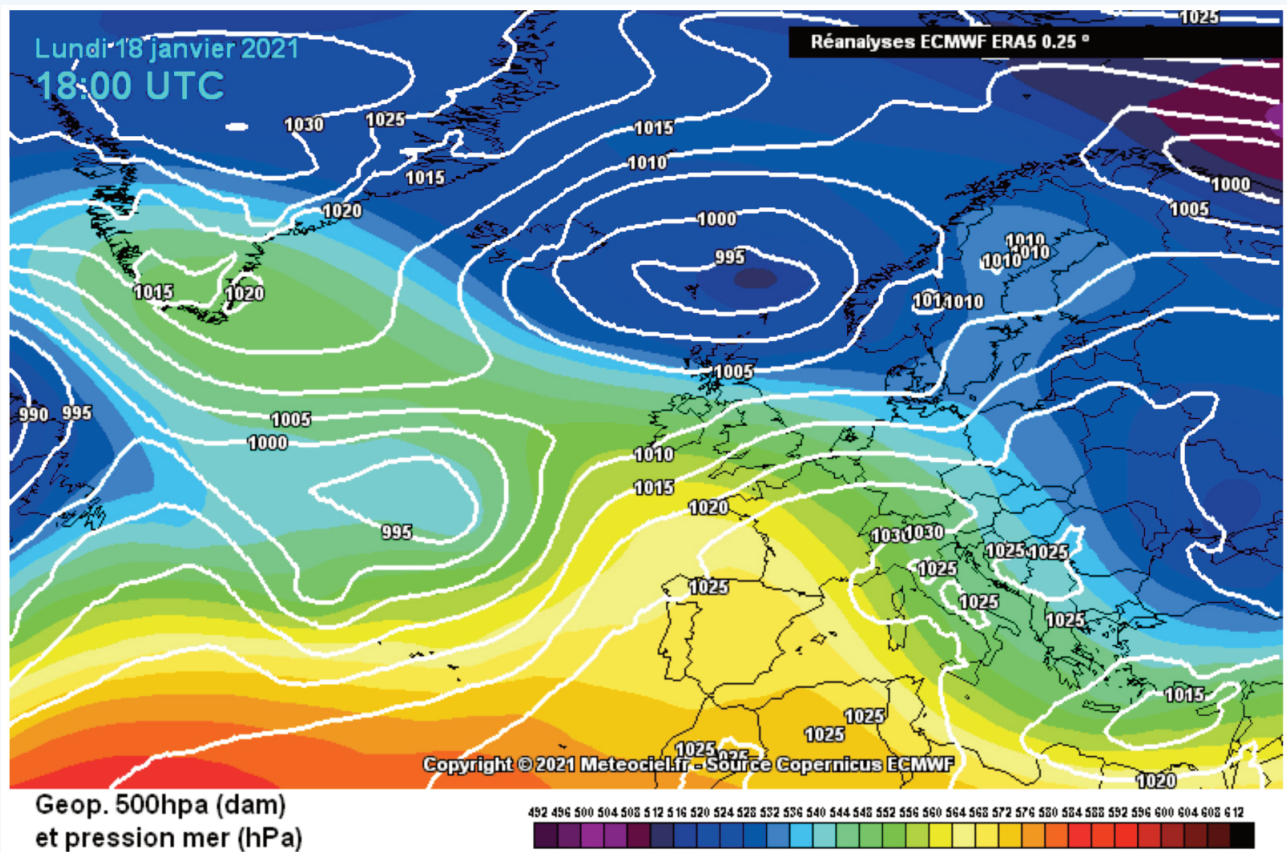


Figura 10. Reanálisis de una situación sinóptica con tiempo estable asociada a la medición con cielo despejado y sin viento.

Fuente: Meteociel.

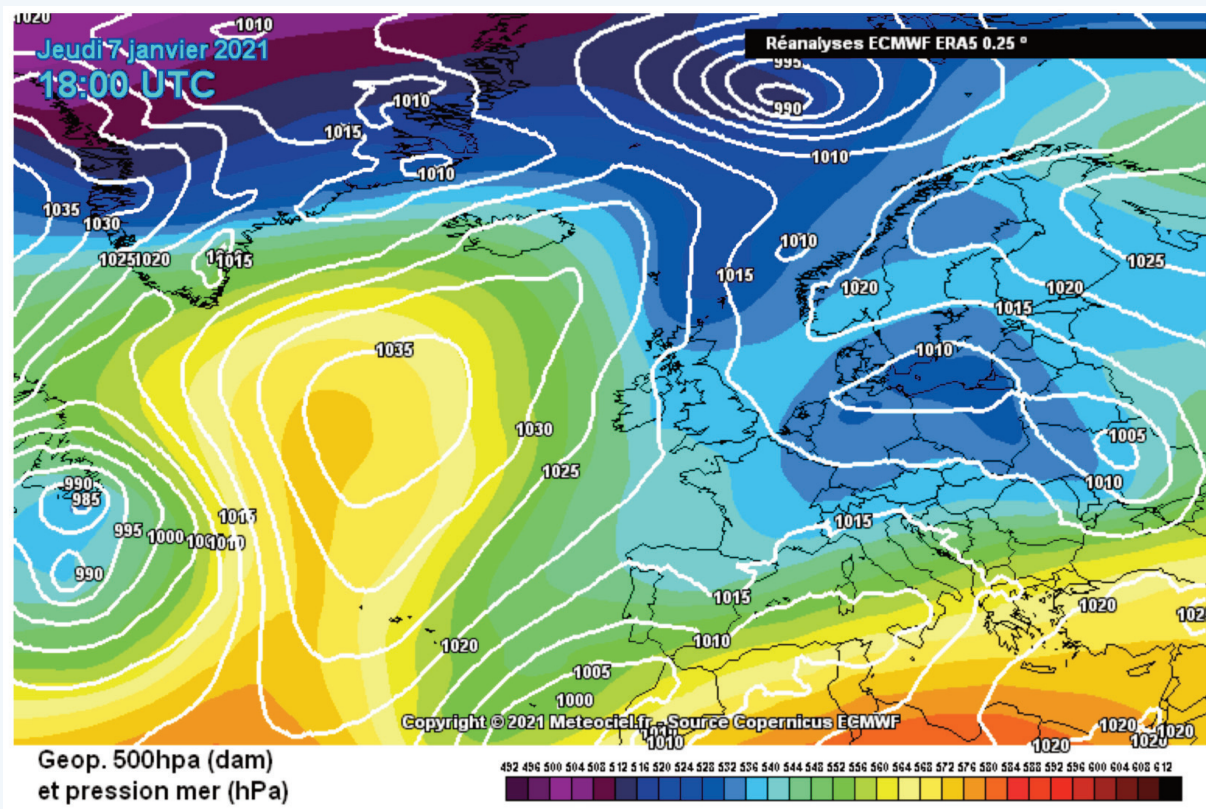


Figura 11. Reanálisis de una situación sinóptica con tiempo inestable asociada a la medición con cielo nublado y sin viento.

Fuente: Meteociel.

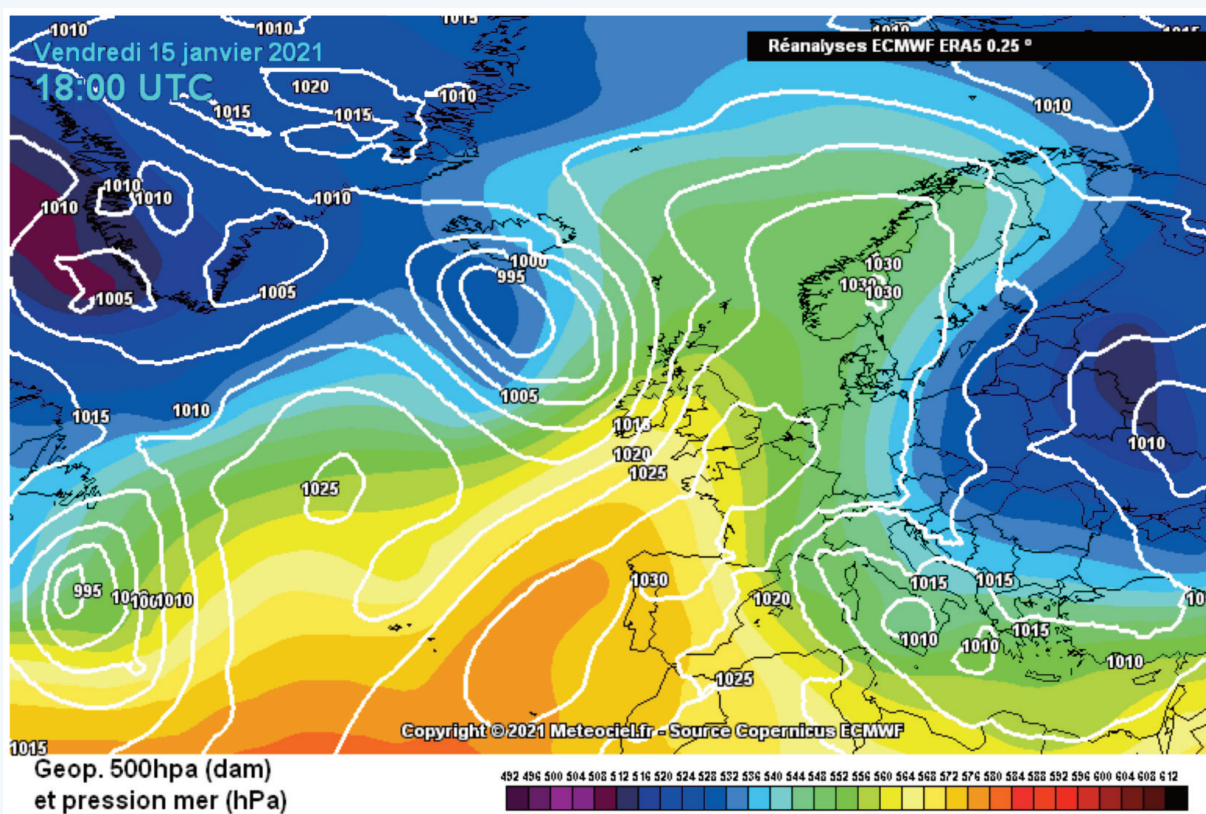


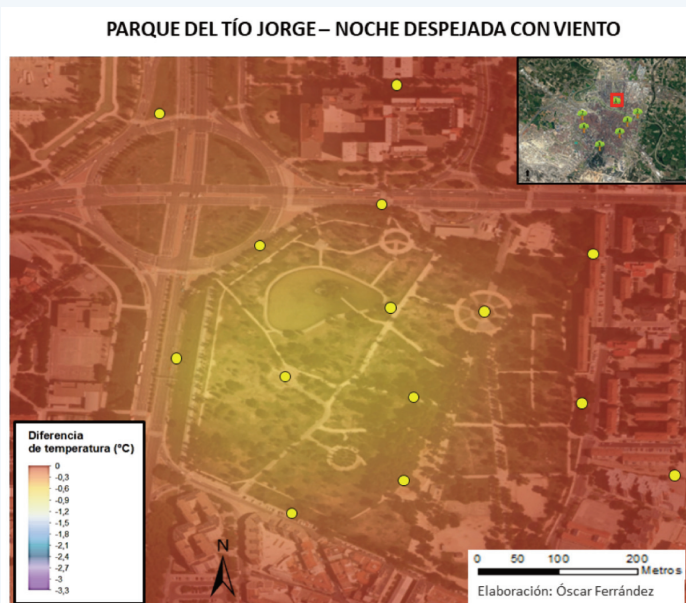
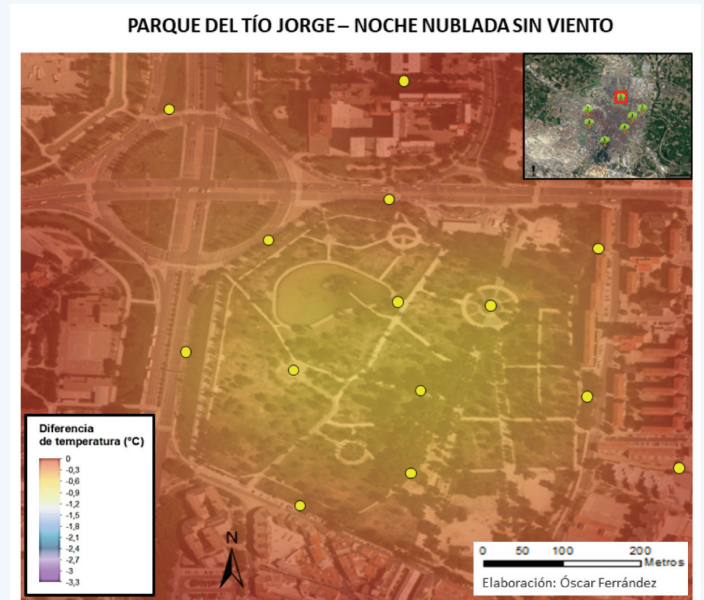
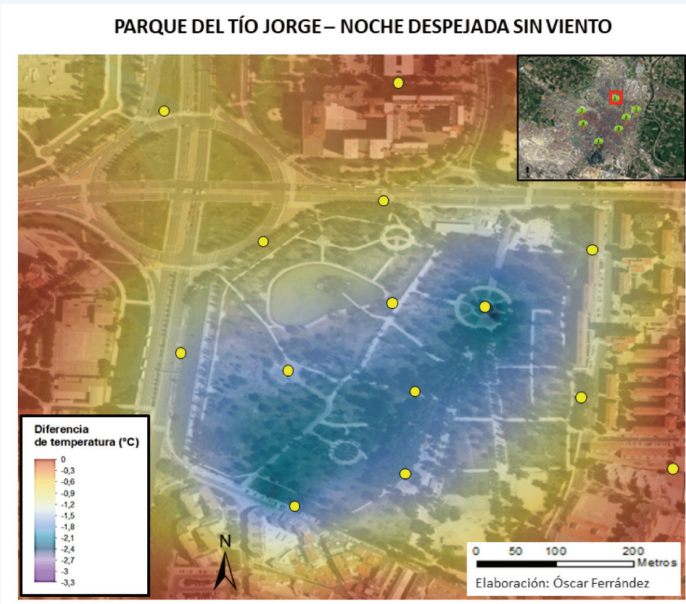
Figura 12. Reanálisis de una situación sinóptica con tiempo perturbado asociada a la medición con cielo despejado y con viento.

Fuente: Meteociel.

4. Resultados

4.1. Parques de la margen izquierda

4.1.1. Tío Jorge



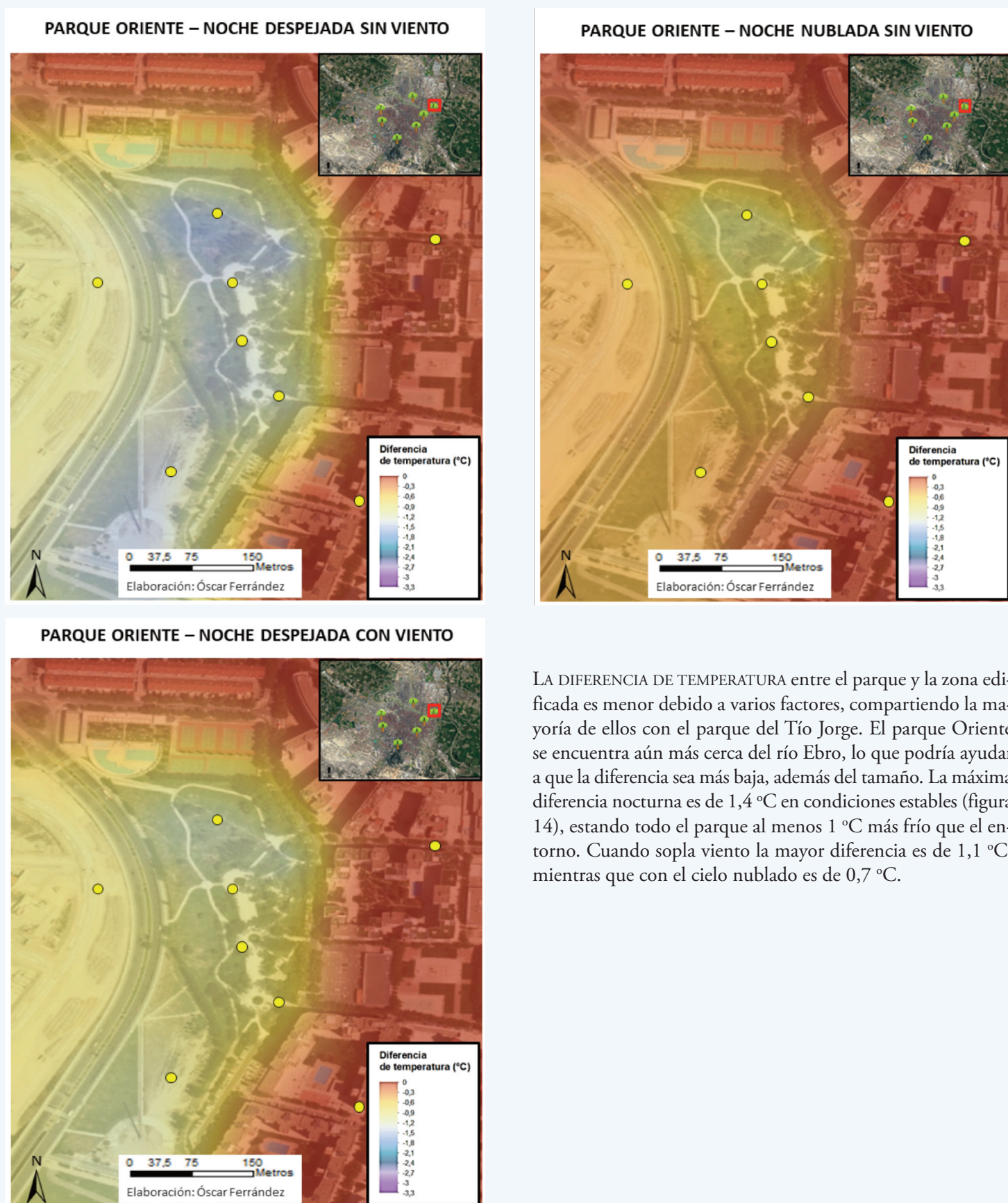
LA MAYOR DIFERENCIA NOCTURNA entre la zona edificada y el parque es de 2,2 °C en noches despejadas sin viento (figura 13). En este tipo de noches todo el parque se encuentra entre 1,5 y 2,2 °C más frío que el entorno, salvo los bordes norte y este del parque que son menos fríos. Esta diferencia se reduce bastante cuando el cielo está nublado o sopla viento, ya que entonces el parque sólo es 0,5 o 0,6 °C más frío, respectivamente. En las mediciones realizadas con viento, los valores más bajos se produjeron en la parte oeste del parque, que es la zona más expuesta al cierzo, que es el viento predominante de la ciudad y con el que se realizaron estas medidas.

A pesar de ser un parque con una extensión importante (el segundo mayor de los estudiados), la diferencia no es muy alta para su tamaño al encontrarse en la margen izquierda de la ciudad, que tiene una menor intensidad de la isla de calor. Esto es debido principalmente a que se encuentra separada del resto de la ciudad por el río Ebro, que tiene un efecto refrescante, además de poseer una menor densidad de edificios en general.

Figura 13. Mapas térmicos del parque del Tío Jorge.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Oriente



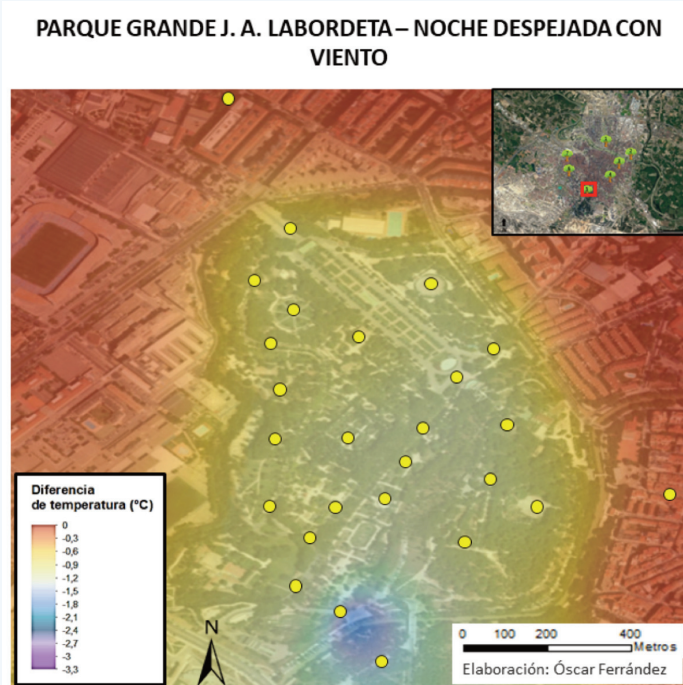
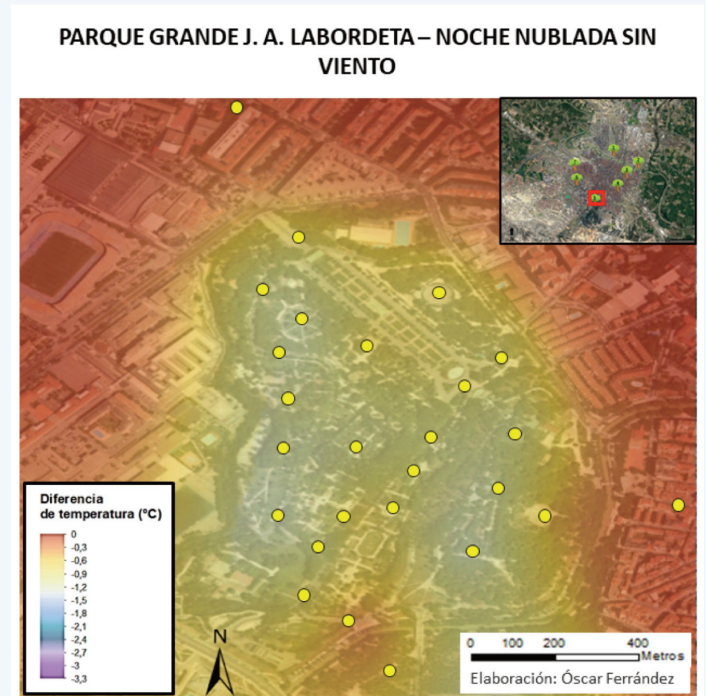
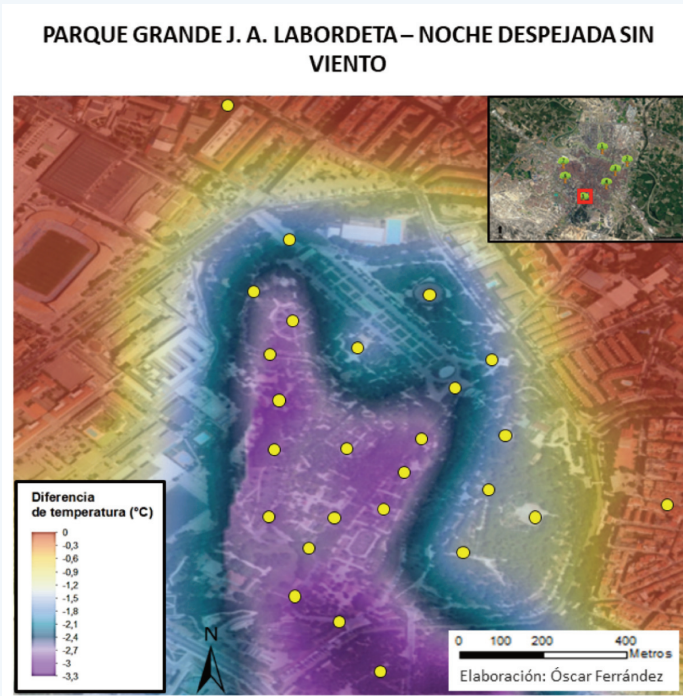
LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA entre el parque y la zona edificada es menor debido a varios factores, compartiendo la mayoría de ellos con el parque del Tío Jorge. El parque Oriente se encuentra aún más cerca del río Ebro, lo que podría ayudar a que la diferencia sea más baja, además del tamaño. La máxima diferencia nocturna es de 1,4 °C en condiciones estables (figura 14), estando todo el parque al menos 1 °C más frío que el entorno. Cuando sopla viento la mayor diferencia es de 1,1 °C, mientras que con el cielo nublado es de 0,7 °C.

Figura 14. Mapas térmicos del parque Oriente.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Parques de la margen derecha

4.2.1. Grande J. A. Labordeta



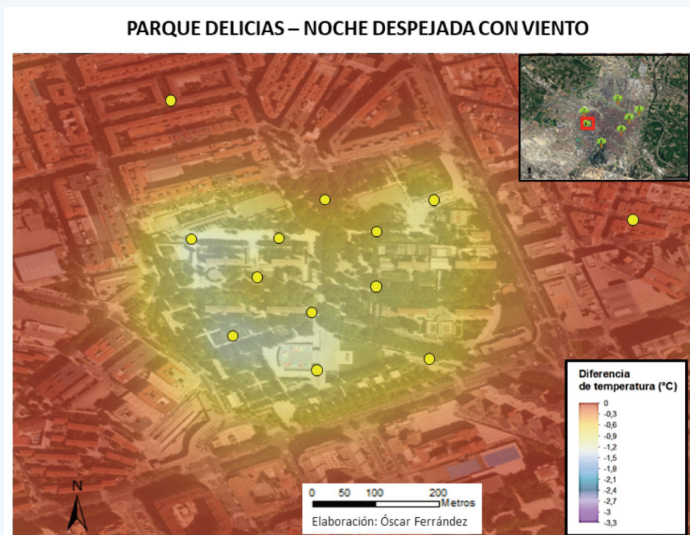
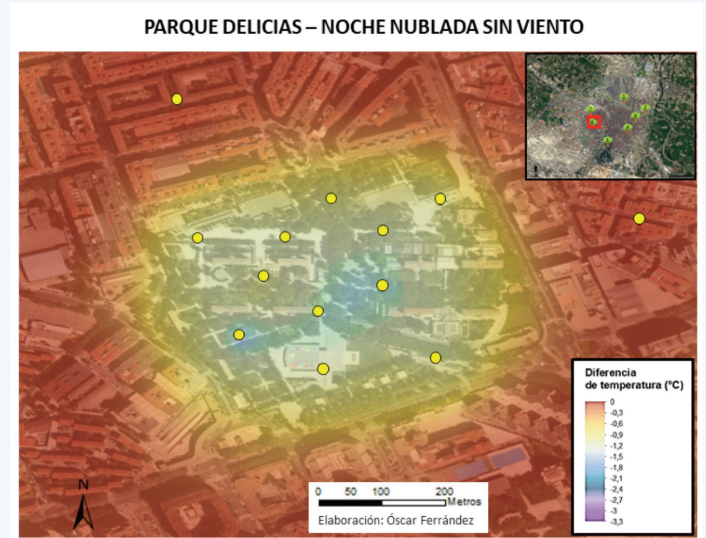
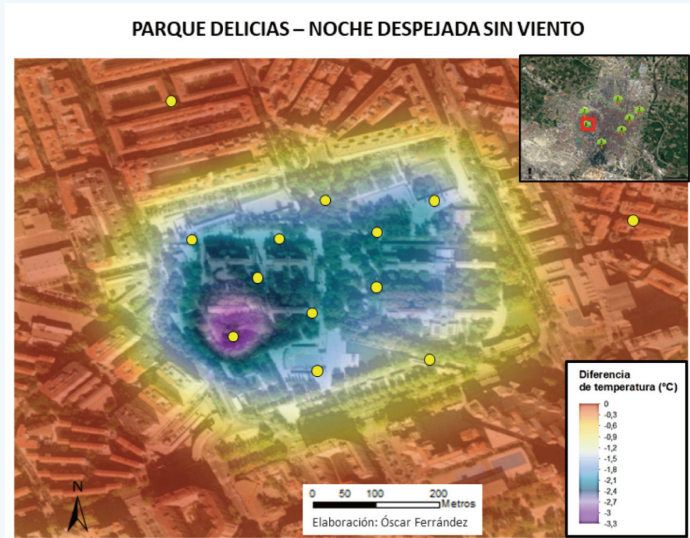
EN EL PARQUE GRANDE J. A. LABORDETA se produce la mayor diferencia de temperatura entre el parque y la zona edificada (figura 15). En noches estables, con cielos despejados y sin viento se han medido hasta 3,3 °C de diferencia en la parte sur del parque. Hay que tener en cuenta que es un parque muy extenso y que además se encuentra conectado por el sur con los pinares de Venecia. En este tipo de noches la mayor parte del parque es, al menos, 2,5 °C más fría. La excepción es la zona alta del parque (al este), que no es tan fría, y es entre 1 y 1,5 °C más cálida que el resto del parque. En noches nubladas se reduce la isla de frescor a 1-1,2 °C, sucediendo algo similar en noches ventosas con la excepción del sur del parque, donde se llegó a medir 1,6 °C menos que en la zona edificada.

En este parque se pudo observar el fenómeno de inversión térmica en las mediciones en noches despejadas sin viento. La parte más alta registró en torno a 1,5 °C más de temperatura que la parte baja del parque que se encuentra justo al lado, existiendo una diferencia aproximada de 25 metros de altitud entre ambas zonas.

Figura 15. Mapas térmicos del parque Grande J. A. Labordeta.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Delicias

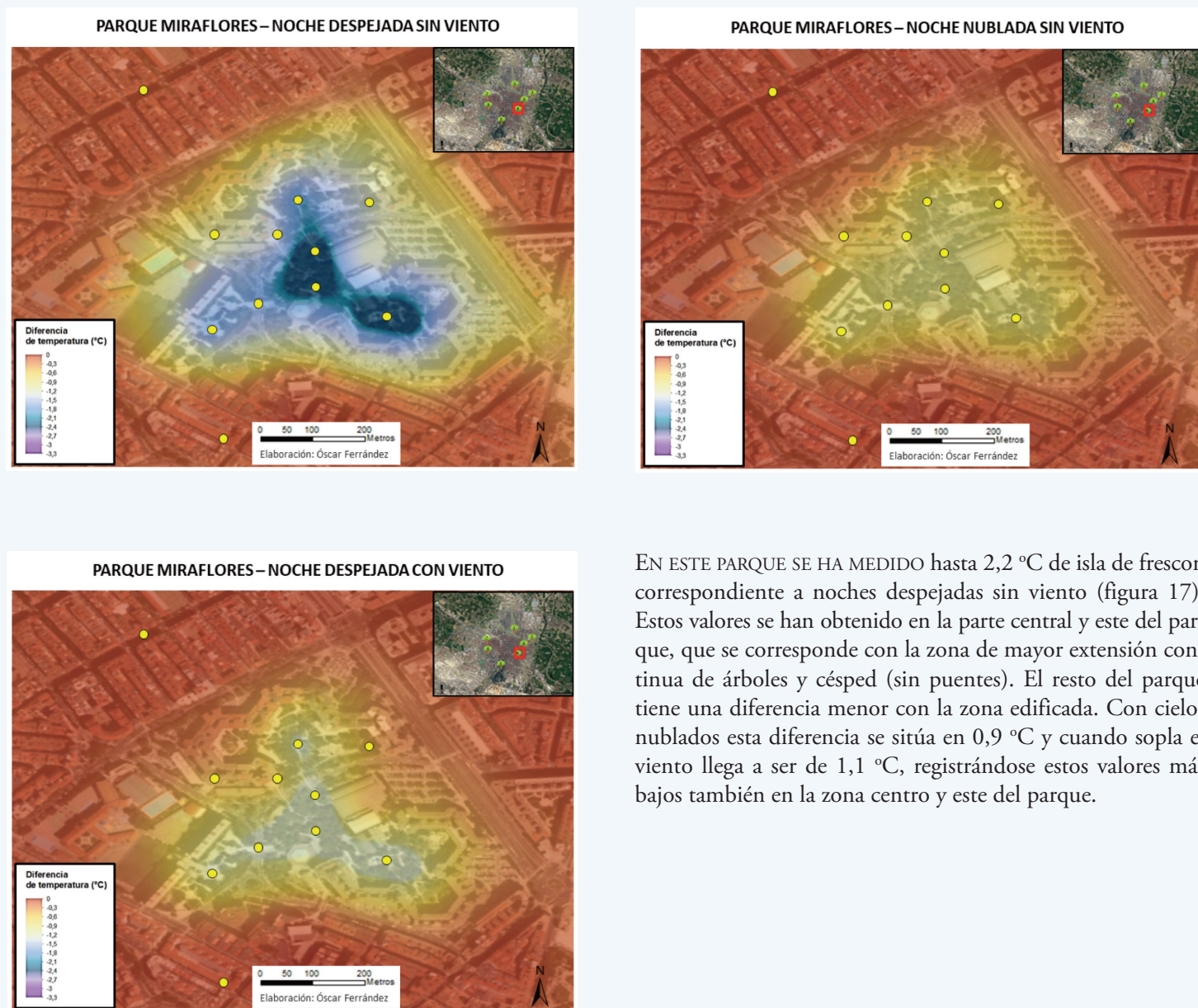


EN EL PARQUE DELICIAS se produce la segunda mayor diferencia entre el parque y la zona edificada, con una diferencia de 3,2 °C en noches despejadas (figura 16). Esta diferencia de temperatura se produce en una zona concreta del parque, siendo el resto de zonas menos frías (la siguiente zona más fría registró un grado más). Este lugar se encuentra al oeste del parque, en una zona con gran cantidad de césped y que se encuentra un poco más baja respecto al sur del parque (unos 5 metros). En cambio, las noches nubladas y despejadas con viento dieron una diferencia máxima de 1,3 y 1,1 °C respectivamente.

Figura 16. Mapas térmicos del parque Delicias.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Miraflores



EN ESTE PARQUE SE HA MEDIDO hasta 2,2 °C de isla de frescor, correspondiente a noches despejadas sin viento (figura 17). Estos valores se han obtenido en la parte central y este del parque, que se corresponde con la zona de mayor extensión continua de árboles y césped (sin puentes). El resto del parque tiene una diferencia menor con la zona edificada. Con cielos nublados esta diferencia se sitúa en 0,9 °C y cuando sopla el viento llega a ser de 1,1 °C, registrándose estos valores más bajos también en la zona centro y este del parque.

Figura 17. Mapas térmicos del parque Miraflores.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Castillo Palomar

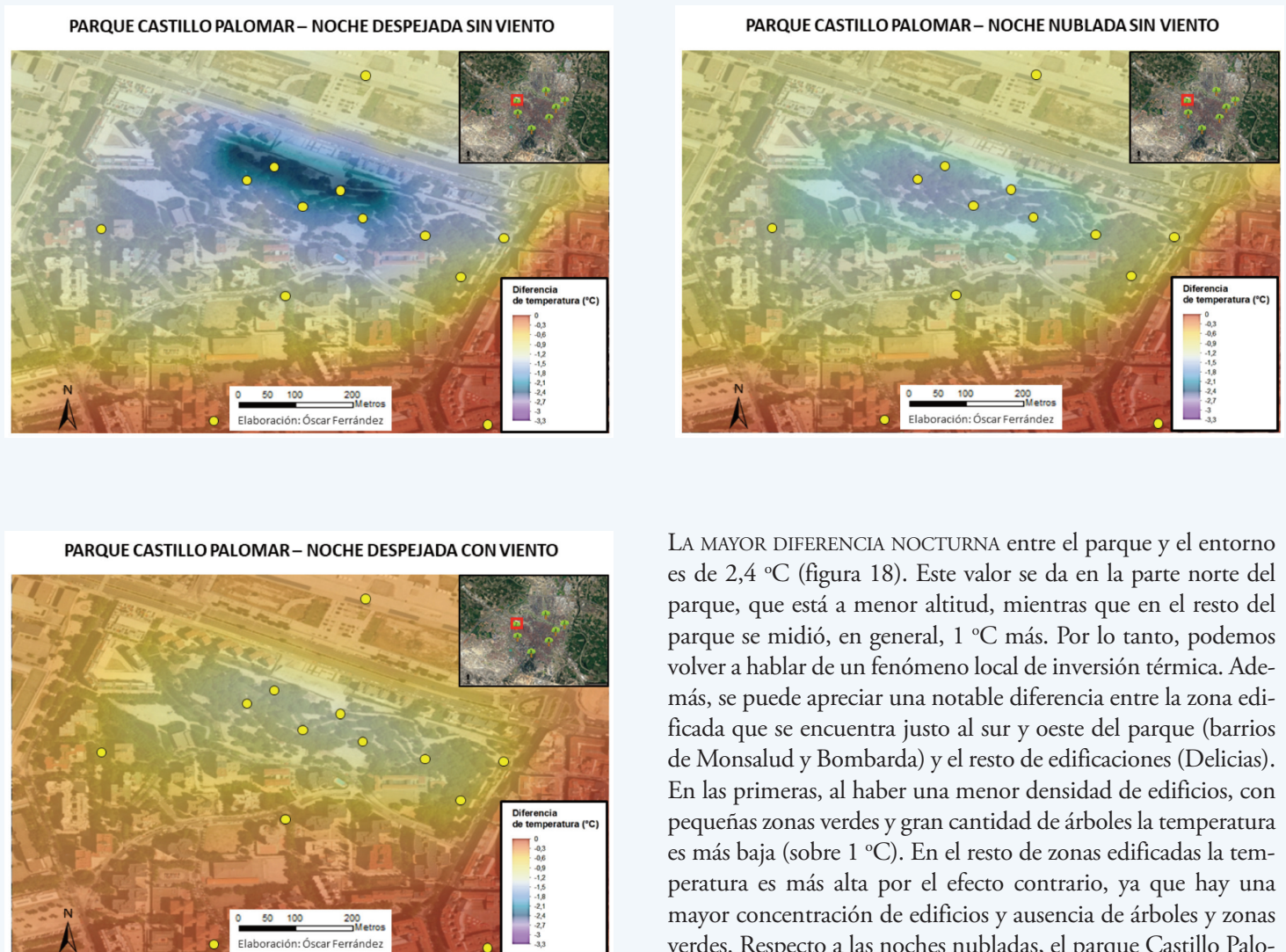


Figura 18. Mapas térmicos del parque Castillo Palomar.

Fuente: Elaboración propia.

LA MAYOR DIFERENCIA NOCTURNA entre el parque y el entorno es de 2,4 °C (figura 18). Este valor se da en la parte norte del parque, que está a menor altitud, mientras que en el resto del parque se midió, en general, 1 °C más. Por lo tanto, podemos volver a hablar de un fenómeno local de inversión térmica. Además, se puede apreciar una notable diferencia entre la zona edificada que se encuentra justo al sur y oeste del parque (barrios de Monsalud y Bombarda) y el resto de edificaciones (Delicias). En las primeras, al haber una menor densidad de edificios, con pequeñas zonas verdes y gran cantidad de árboles la temperatura es más baja (sobre 1 °C). En el resto de zonas edificadas la temperatura es más alta por el efecto contrario, ya que hay una mayor concentración de edificios y ausencia de árboles y zonas verdes. Respecto a las noches nubladas, el parque Castillo Palomar es en el que mayor diferencia se ha medido, ya que el parque llega a estar 1,5 °C más frío. Cuando sopla viento, la diferencia se reduce a 1,1 °C entre el parque y su entorno.

4.2.5. Bruil

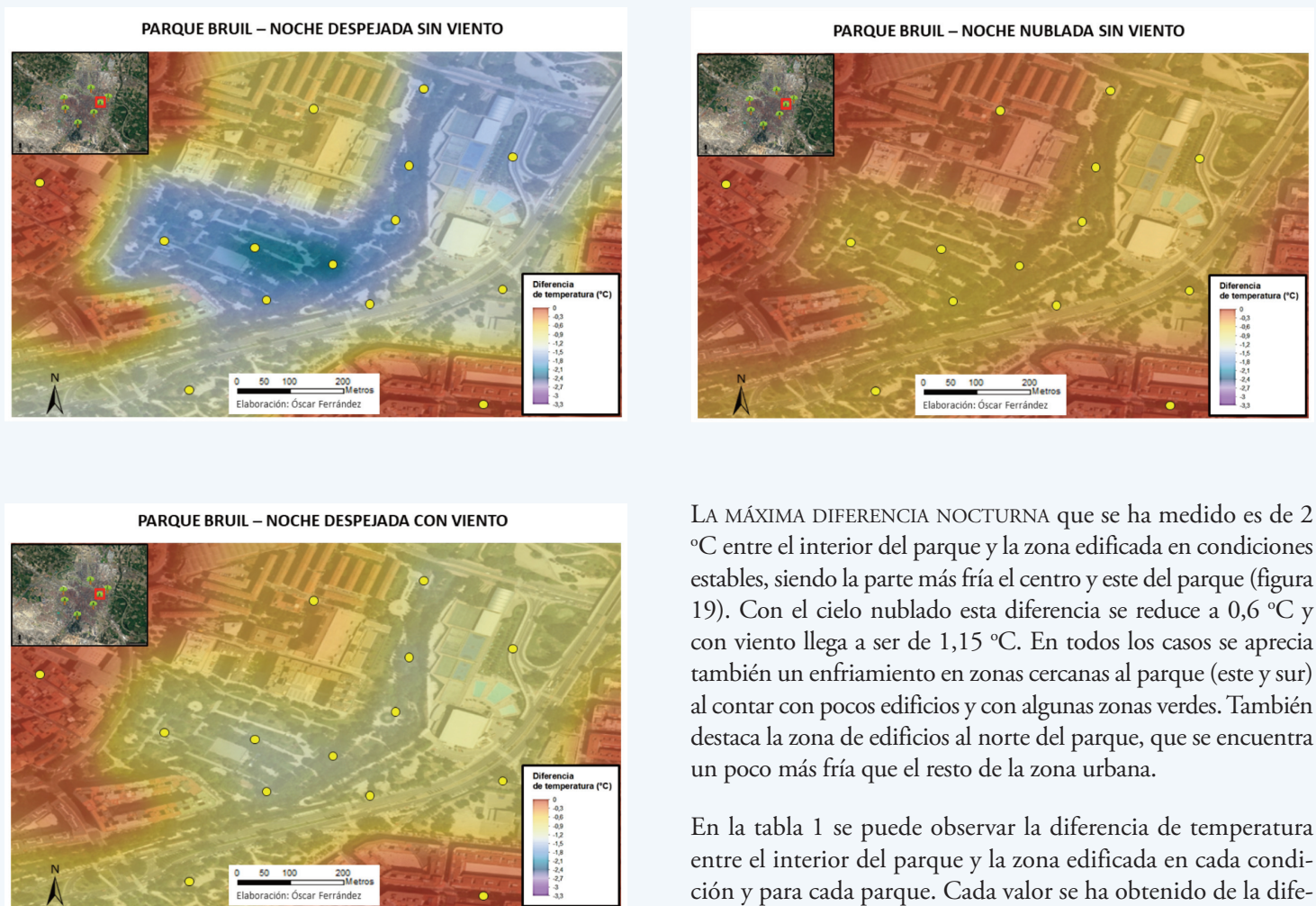


Figura 19. Mapas térmicos del parque Bruil.

Fuente: Elaboración propia.

LA MÁXIMA DIFERENCIA NOCTURNA que se ha medido es de 2 °C entre el interior del parque y la zona edificada en condiciones estables, siendo la parte más fría el centro y este del parque (figura 19). Con el cielo nublado esta diferencia se reduce a 0,6 °C y con viento llega a ser de 1,15 °C. En todos los casos se aprecia también un enfriamiento en zonas cercanas al parque (este y sur) al contar con pocos edificios y con algunas zonas verdes. También destaca la zona de edificios al norte del parque, que se encuentra un poco más fría que el resto de la zona urbana.

En la tabla 1 se puede observar la diferencia de temperatura entre el interior del parque y la zona edificada en cada condición y para cada parque. Cada valor se ha obtenido de la diferencia entre el menor registro del interior del parque y la media de los dos puntos de la zona edificada. El valor de cada parque se obtiene tras realizar la media de las dos mediciones para cada condición (lo representado en los mapas).

Tabla 1. Diferencias de temperatura entre los parques y las zonas edificadas

Parque	Noche despejada sin viento	Noche nublada sin viento	Noche despejada con viento
Tío Jorge	-2,2 °C	-0,6 °C	-0,5 °C
Oriente	-1,4 °C	-0,7 °C	-1,1 °C
Grande J. A. Labordeta	-3,3 °C	-1,2 °C	-1,65 °C
Delicias	-3,2 °C	-1,35 °C	-1,15 °C
Miraflores	-2,2 °C	-0,9 °C	-1,1 °C
Castillo Palomar	-2,4 °C	-1,5 °C	-1,1 °C
Bruil	-2 °C	-0,6 °C	-1,15 °C

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que las mayores diferencias se producen en noches despejadas sin viento, destacando los 3,3 °C del Parque Grande J. A. Labordeta y los 3,2 °C del parque Delicias. En el resto de parques la diferencia se sitúa entre 2 y 2,4°C, con la excepción del parque Oriente (1,4 °C). Después se sitúan las noches despejadas con viento, seguidas de cerca por las noches

nubladas. Con viento, las diferencias son mucho más bajas, destacando el parque Grande J. A. Labordeta con 1,65 °C, seguido del resto de parques con 1,1-1,15 °C y existiendo la excepción del Tío Jorge con 0,5 °C. Con el cielo nublado destacan los parques del distrito de Delicias, siendo el más frío el parque Castillo Palomar (1,5 °C) seguido del parque Delicias (1,35 °C).

5. Discusión y conclusiones

SE HA DEMOSTRADO QUE LOS PARQUES son más fríos que el entorno urbano y, en el caso de Zaragoza, la máxima intensidad medida de la isla de frescor es de 3,3 °C en el parque Grande J. A. Labordeta. Este valor es algo menor, como sería de esperar, que en otras ciudades españolas más grandes como Barcelona, donde se midió hasta 5,2 °C en el parque de la Ciutadella (Moreno-García, 2019). También es más bajo que los 4,4 °C de diferencia que se llegaron a medir en el parque del Retiro de Madrid (Almendros Coca, 1992). Este valor también es inferior al medido en otras ciudades europeas como Londres, donde en un gran parque la temperatura nocturna era hasta 4 °C inferior a la zona urbana (Doick et al., 2014).

La relación entre isla de calor e isla de frescor es clara: a mayor efecto de isla de calor en la ciudad, mayor podrá ser la isla de frescor de un parque, ya que un parque actúa de forma similar a si se estuviera fuera del ámbito urbano (aunque con un descenso de temperatura menor). Cuanto más grande sea un parque, el descenso de temperatura será más parecido al que se produce fuera de la ciudad. En el caso de Barcelona, se observó que la diferencia medida en el parque de la Ciutadella era similar a la ICU de la ciudad medida entre el centro de la ciudad y el aeropuerto (Martín-Vide et al., 2015).

El mayor efecto de isla de frescor se produce por la noche cuando ha estado el cielo despejado durante todo el día y no ha soplado viento. En cambio, las diferencias son más bajas con condiciones perturbadas, tanto cuando sopla viento como con el cielo nublado, aunque se midieron diferencias ligeramen-

te superiores con viento. Además, se observó un efecto de inversión térmica en noches estables (despejadas sin viento) en los parques que tienen zonas a diferente altitud, como es el caso del parque Castillo Palomar y del parque Grande J. A. Labordeta. En las zonas más bajas la temperatura era entre 1 y 1,5 °C inferior a la zona más elevada, observándose la mayor diferencia en el parque Grande J. A. Labordeta al existir una diferencia de altitud mayor entre zonas (de unos 25 metros). Cabe esperar que, en parques con mayores diferencias altitudinales, la temperatura puede ser aún más baja en las zonas deprimidas respecto a las zonas más elevadas.

Por último, la importancia de las zonas verdes y los parques dentro de las ciudades está fuera de toda duda. Hacen de la ciudad un lugar más fresco y más limpio reduciendo la contaminación del aire. Reducen el efecto de la isla de calor de la ciudad y en verano alivian del calor a la población. El futuro debería encaminarse hacia ciudades más verdes, sostenibles y en las que el efecto de isla de calor se pudiera reducir para un mayor bienestar de la población que resida en ellas.

Agradecimientos

LOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO se obtuvieron en un trabajo del máster realizado en Climatología Aplicada y Medios de Comunicación, en el que agradezco a Javier Martín-Vide su tutorización inicial.

6. Bibliografía

Artículos de revista:

- Almendros Coca, M. A. (1992). Aspectos climáticos del parque del Retiro (Madrid), *Estudios geográficos*, 53(207), 217-240.
- Brown, R. D., Vanos, J., Kenny, N. y Lenzholzer, S. (2015). Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change. *Landscape and Urban Planning*, 138, 118–131. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.006>
- Chen, D., Wang, X., Thatcher, M., Barnett, G., Kachenko, A. y Prince, R. (2014). Urban vegetation for reducing heat related mortality. *Environmental Pollution*, 192, 275-284.. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.002>
- Cuadrat, J. M., Serrano-Notivoli, R., Barrao, S., Saz, M. A. y Tejedor, E. (2022). Variabilidad temporal de la isla de calor urbana de la ciudad de Zaragoza (España). *Cuadernos de investigación geográfica*, 48(1), 97-110. <http://doi.org/10.18172/cig.5022>
- Doick, K. y Hutchings, T. (2013). Air temperature regulation by urban trees and green infrastructure, *Forest Research – Forestry Commission UK*.
- Moreno-García, M. C. (2019). The Microclimatic Effect of Green Infrastructure (GI) in a Mediterranean City: the Case of the Urban Park of Ciutadella (Barcelona, Spain), *Arboriculture & Urban Forestry*, 45(3), 100–108.
- Vaz Monteiro, M., Handley, P., I. L. Morison, J. J. y Doick, K. (2019). The role of urban trees and greenspaces in reducing urban air temperatures, *Forest Research – Forestry Commission UK*.

Otros documentos:

- Cuadrat, J. M., Saz, M. A. y Vicente-Serrano, S.M. (2004). Clima urbano y calidad ambiental de la ciudad de Zaragoza, *Agenda 21 del Ayuntamiento de Zaragoza*, Cuaderno nº 10. Zaragoza.
- Cuadrat, J. M., Saz, M. A., Serrano, R. y Tejedor, E. (2014). *El clima del término municipal de Zaragoza en el contexto del cambio global*. Departamento de Geografía. Universidad de Zaragoza.
- Martín-Vide, J., Moreno-García, M. C., Artola, V. M., Cordobilla y M. J. (2015). *La isla de calor en el área metropolitana de Barcelona y la adaptación al cambio climático*. Metrobs (AMB). Barcelona.

Consulta de dirección electrónica:

- Atlas climático de Aragón. *La modificación local del clima: clima urbano*. Recuperado el 3 de febrero de 2021 de https://www.aragon.es/documents/20127/674325/4_14.pdf/31399a8a-f648-1aac-8664-8ac9402e1c97
- Ayuntamiento de Zaragoza. *Parques, jardines e infraestructuras verdes*. Recuperado el 27 de diciembre de 2020 de <https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/infraestructura-verde/>
- Blog de AEMET. *¿El cambio climático aumentará la intensidad de las islas de calor?* Recuperado el 15 de enero de 2021 de <https://aemetblog.es/2020/09/27/el-cambio-climatico-aumentara-la-intensidad-de-las-islas-de-calor/>
- Google Maps. Recuperado el 6 de marzo de 2021 de <https://www.google.es/maps/?hl=es>
- Iberpix. Recuperado el 20 de julio de 2022 de <https://www.ign.es/iberpix/visor/>
- Meteociel. Recuperado el 25 de julio de 2022 de <https://www.meteociel.com>