

# La Red GuMNet: Investigación sobre Flujos micro-mesometeorológicos y su influencia sobre los flujos de gases de efecto invernadero y energía

Rosa María Inclán<sup>1</sup>, Jon A. Arrillaga <sup>2</sup>, Carlos Yagüe<sup>2</sup>, Mariano Sastre<sup>2</sup>, Carlos Román-Cascón<sup>2</sup>, Gregorio Maqueda<sup>2</sup>,  
Edmundo Santolaria<sup>2</sup>, Jesus Fidel Gonzalez-Rouco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Avenida Complutense 40, Madrid  
<sup>2</sup> Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

## 1. Infraestructura de la red GuMNet

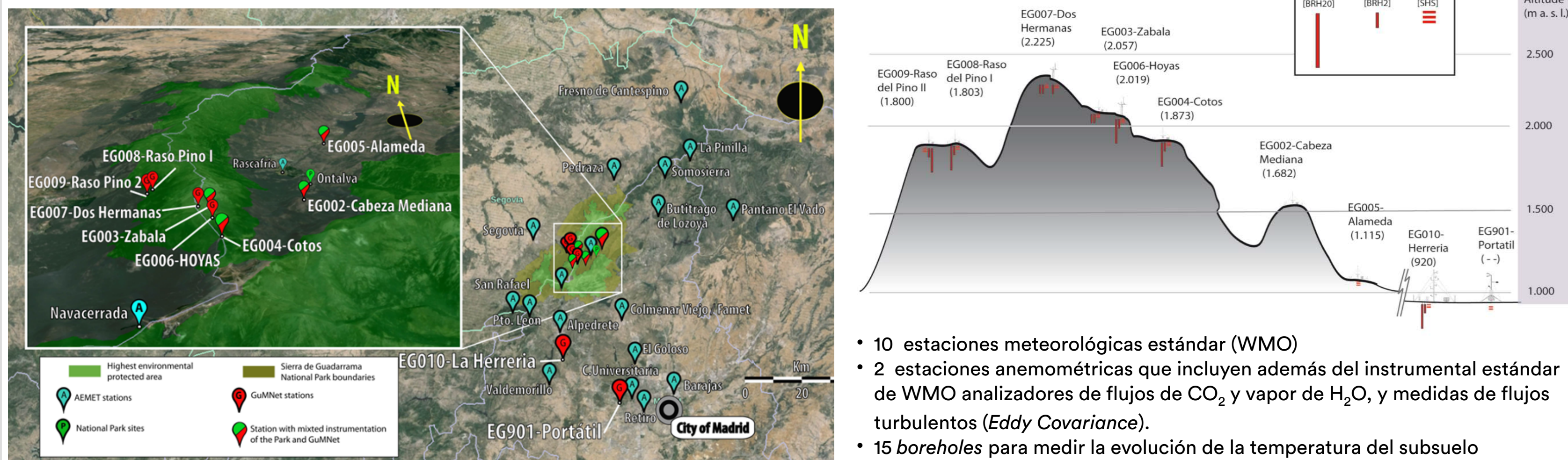


Figura 1. Distribución espacial y altitudinal de las estaciones de GuMNet en un rango desde 920-2,225 m.s.n.m

GuMNet (Guadarrama Monitoring Network) es una iniciativa colaborativa para construir una infraestructura observacional de la atmósfera y el subsuelo en la Sierra de Guadarrama. La mayoría de los sitios de medida se distribuyen en el Parque Nacional Sierra de Guadarrama (PNSG, zona sombreada en verde). GuMNet se completa con estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, ver iconos azules). La iniciativa GuMNet está financiada por el Campus de Excelencia de Moncloa junto con colaboraciones adicionales de PNSG, Patrimonio Nacional y Ciemat.

## 3. Caracterización de las brisas de montaña asociadas a la Sierra de Guadarrama

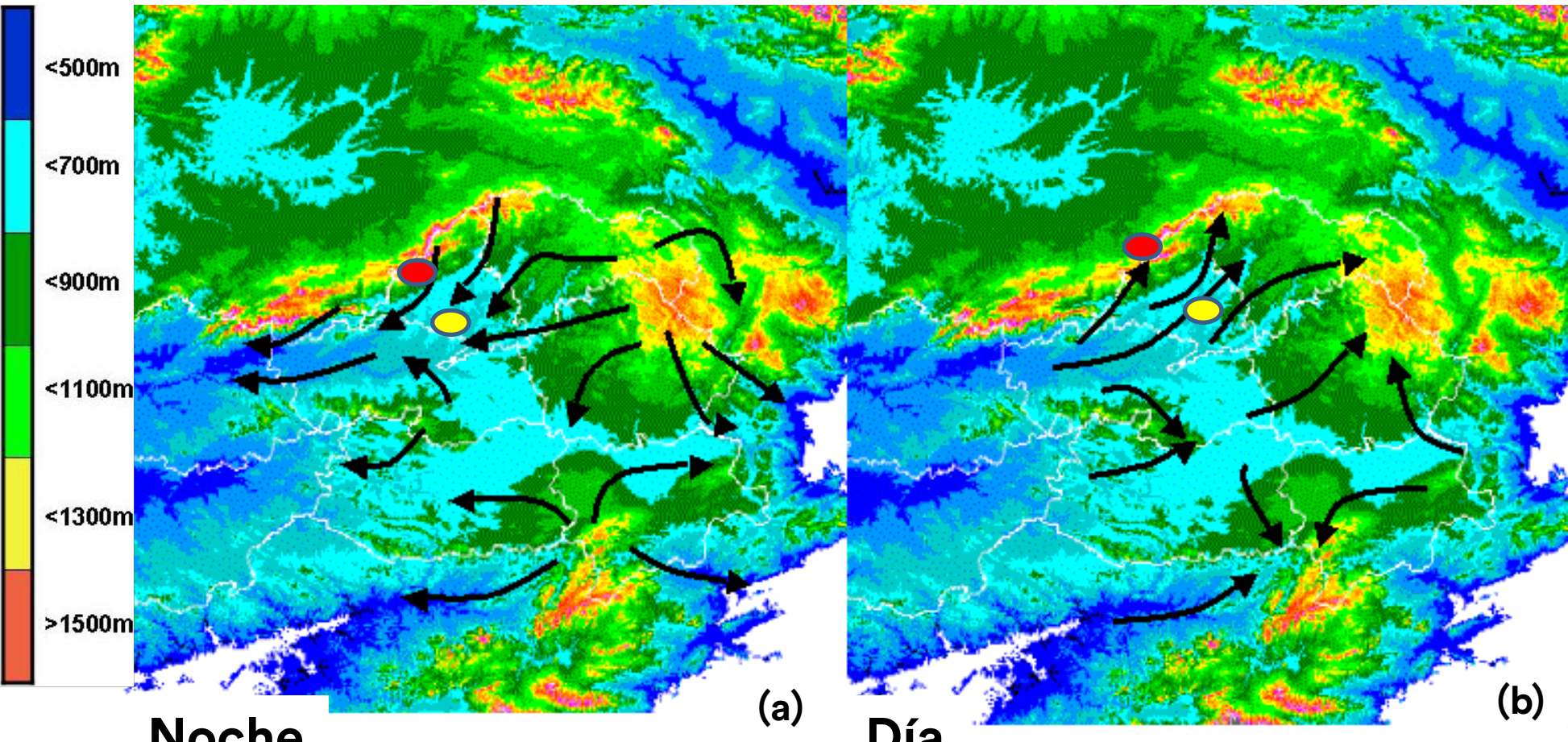


Figura 5. Diagrama de los vientos de montaña durante la noche (a) y durante el día (b). La Herrería circula rojo, aeropuerto de Madrid circula amarillo.

Se analizaron los datos observacionales obtenidos con la Torre de La Herrería de los meses de verano y se hicieron simulaciones mediante el modelo WRF (Weather Research and Forecasting). Se aplicaron los resultados del año 2016 a casos prácticos (influencia de los vientos anabáticos diurnos en la configuración de pistas en el Aeropuerto Adolfo Suárez).

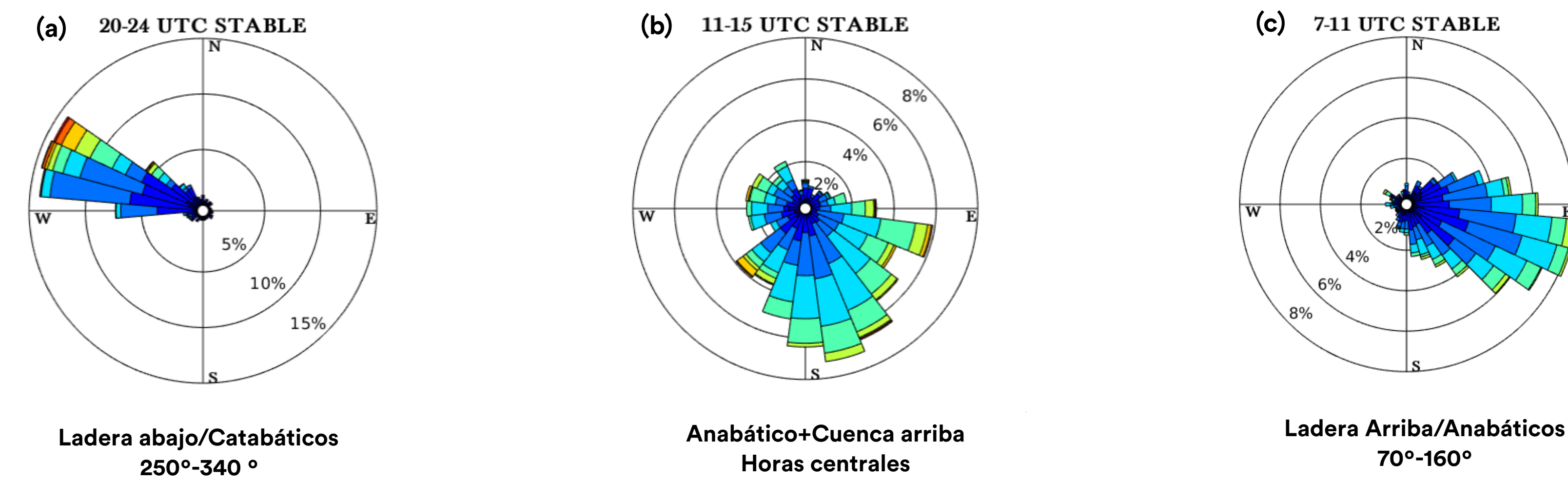
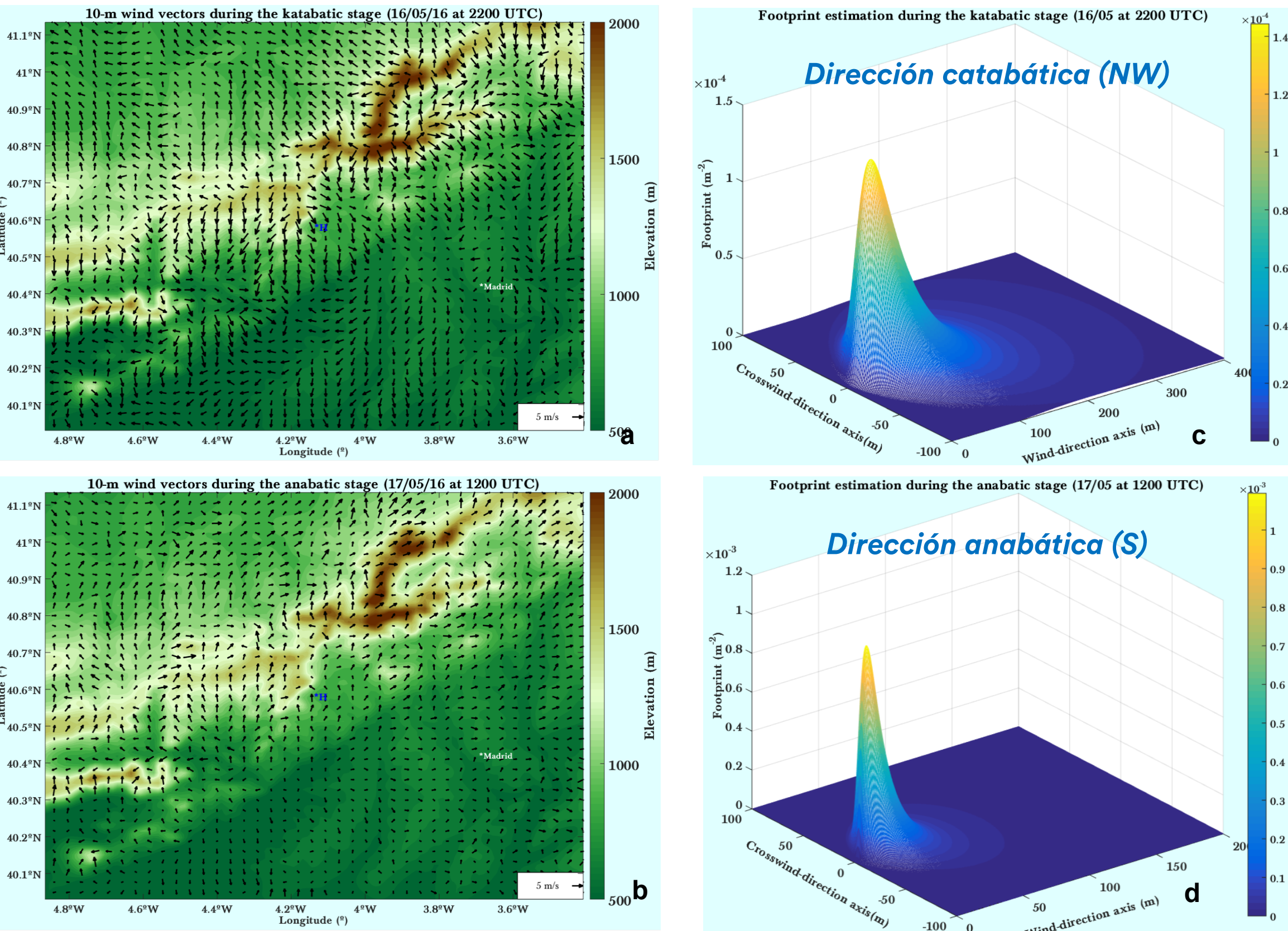


Figura 6. Rosas de vientos durante las condiciones de buen tiempo catabáticas (a), combinación anabático+ cuenca arriba en las horas centrales (b), y condiciones anabáticas en días del verano de 2016

Los vientos anabáticos aumentaron en frecuencia a lo largo del verano de 2016 pero con una intensidad constante. Los vientos catabáticos no aumentaron ni en frecuencia ni en intensidad. La combinación anabático + cuenca arriba durante las horas centrales se incrementaron en intensidad y turbulencia en las horas centrales del día, lo que indujo a una mayor frecuencia de cambio de la configuración de pistas del aeropuerto de Madrid de Norte a Sur.



Figuras 7 a y b representan los vectores de viento a 10 m simulados y la topografía durante las horas nocturnas y diurnas respectivamente. Las Figuras c y d representan el footprint simulado (área que contribuye al flujo estimado)

El modelo identificó claramente las condiciones nocturnas y diurnas. Durante las condiciones nocturnas el área footprint es mayor que durante las condiciones diurnas indicando una mayor dificultad de satisfacer los requerimientos del flux-fetch en el estado catabático.

## 2. La Herrería

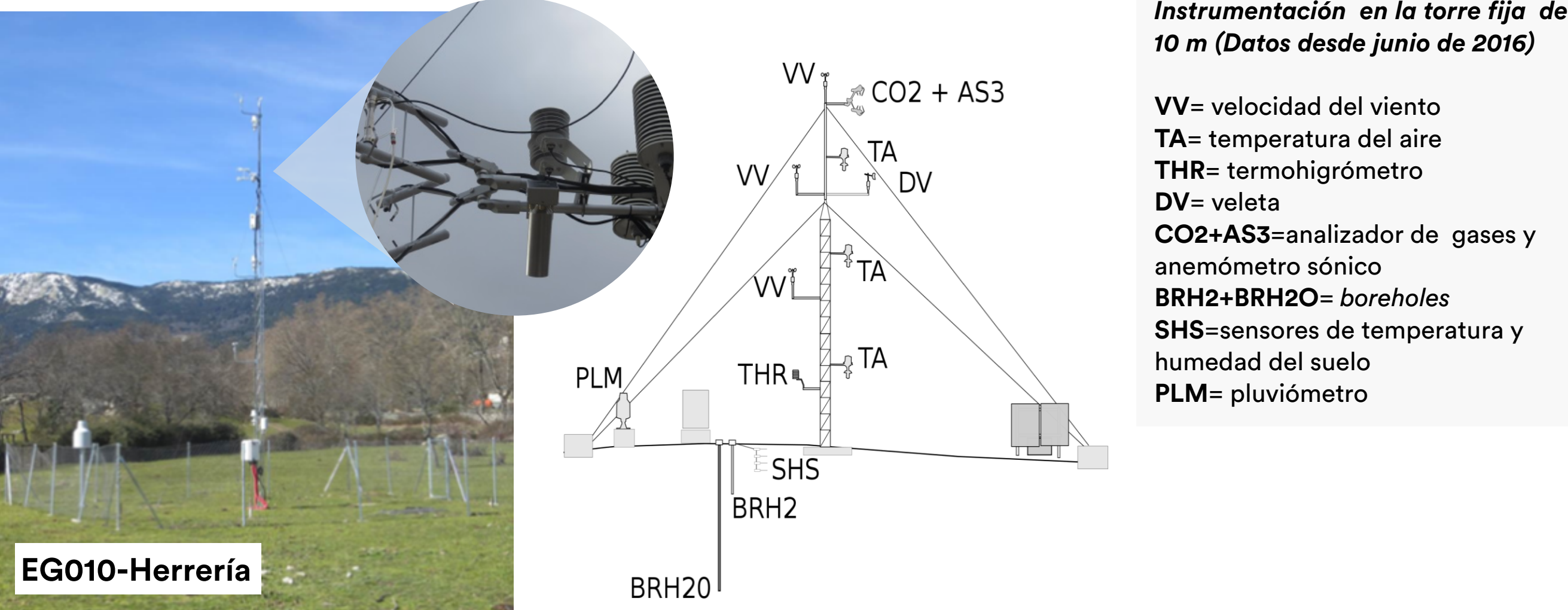


Figura 2. Instrumentación en el emplazamiento observacional de GuMNet en La Herrería

La Herrería está situado al pie de la Sierra de Guadarrama en El Bosque de La Herrería (San Lorenzo de El Escorial, 40.58°N, 4.13°W, 920 m asl) a 50 km de la ciudad de Madrid. Se ha instalado una torre fija de 10 m de altura para estudiar procesos de mesoescala, que tienen lugar en entornos montañosos y su influencia en la microescala, incluyendo las interacciones clave suelo-vegetación-atmósfera. Otra torre, portátil se usa en campañas intensivas de monitorización de los procesos turbulentos. En el emplazamiento se han realizado medidas complementarias de los flujos de CO<sub>2</sub> del suelo (Figura 3) mediante el uso de cámaras (Figura 4 a) y sensores automáticos de medida de concentración de CO<sub>2</sub> (Figura 4 b) para validar las medidas de flujos de CO<sub>2</sub> obtenidas con la torre y el cálculo del balance anual de carbono del ecosistema (NEE).

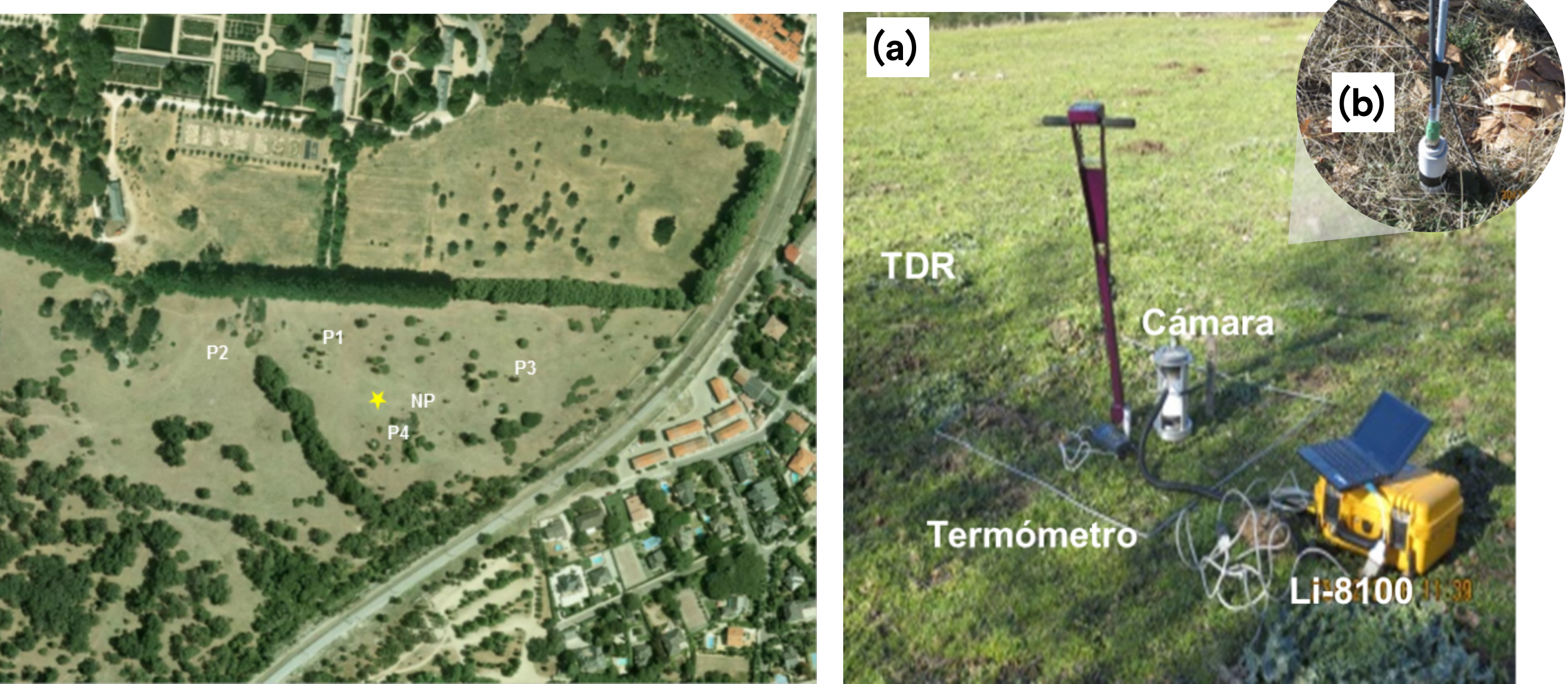


Figura 3. Áreas de estudio de los flujos de CO<sub>2</sub> del suelo mediante cámaras en el entorno de la torre fija de La Herrería

## 4. Estudio de la evolución temporal y espacial de la respiración del suelo en La Herrería

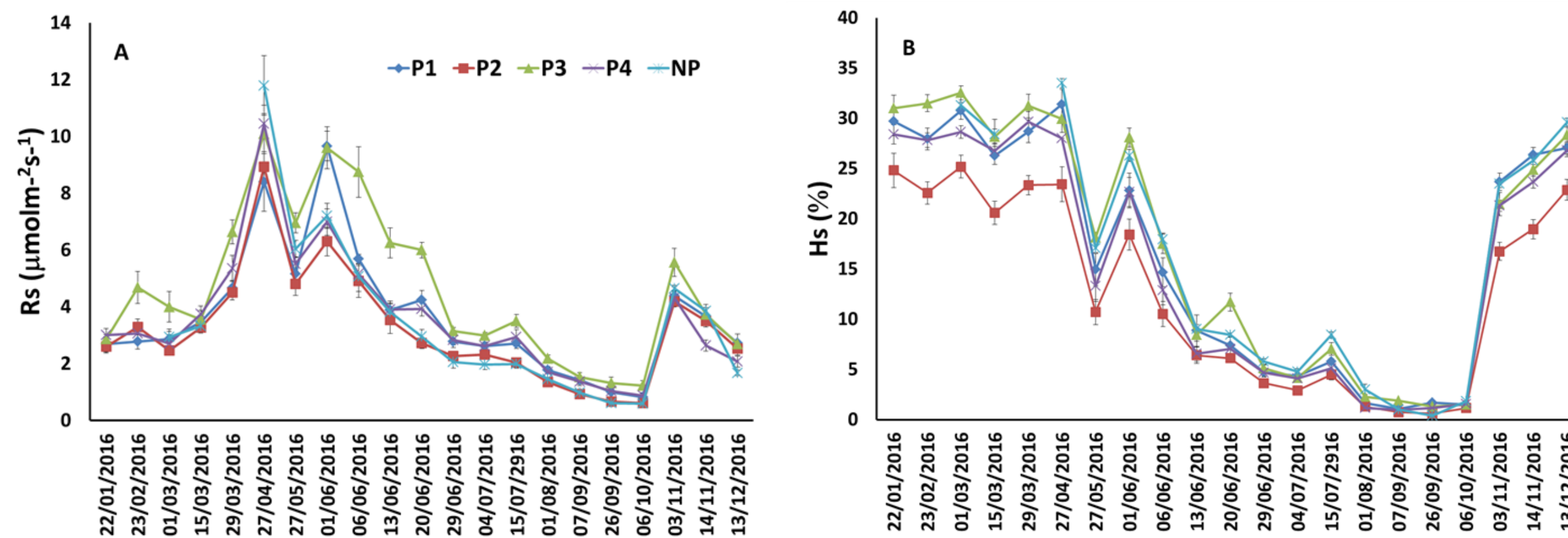


Figura 8. Flujos de CO<sub>2</sub> del suelo (Rs) (A) y humedad del suelo (B) medidos con el analizador Li-8100 y un TDR en las distintas áreas seleccionadas en el entorno de la torre fija de La Herrería

Se midió la evolución de la respiración del suelo (Rs) de enero a diciembre de 2016, mostrando una evolución estacional característica de los sistemas Mediterráneos con valores máximos durante los meses de primavera y otoño, y mínimos durante el verano y el invierno. La humedad del suelo (Hs) explica la evolución temporal de Rs y los valores mas altos observados en P3

## 5. Líneas de trabajo actual e investigaciones futuras

### Brisas de Montaña

- Estudio de la interacción de los vientos catabáticos con la turbulencia y su influencia en la formación de inversión térmica y nieblas en el aeropuerto de Madrid
- Estudio de similitudes/diferencias en las brisas de montaña en relación con el tipo de vegetación y humedad del suelo

### Estudio del flujo de energía y gases de efecto invernadero

- Evaluación de los flujos turbulentos de CO<sub>2</sub>. Utilización de diferentes escalares de transporte pasivo para determinar la contribución de la respiración y la fotosíntesis al transporte de CO<sub>2</sub>

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto ATMOUNT-II [Ref. CGL2015-C3-3R (MINECO/FEDER)] del Ministerio de Economía y Competitividad, y la red de observación GuMNet (Guadarrama Monitoring Network; [www.ucm.es/gumnet](http://www.ucm.es/gumnet)) del Campus de Excelencia Internacional, campus CEI Moncloa.